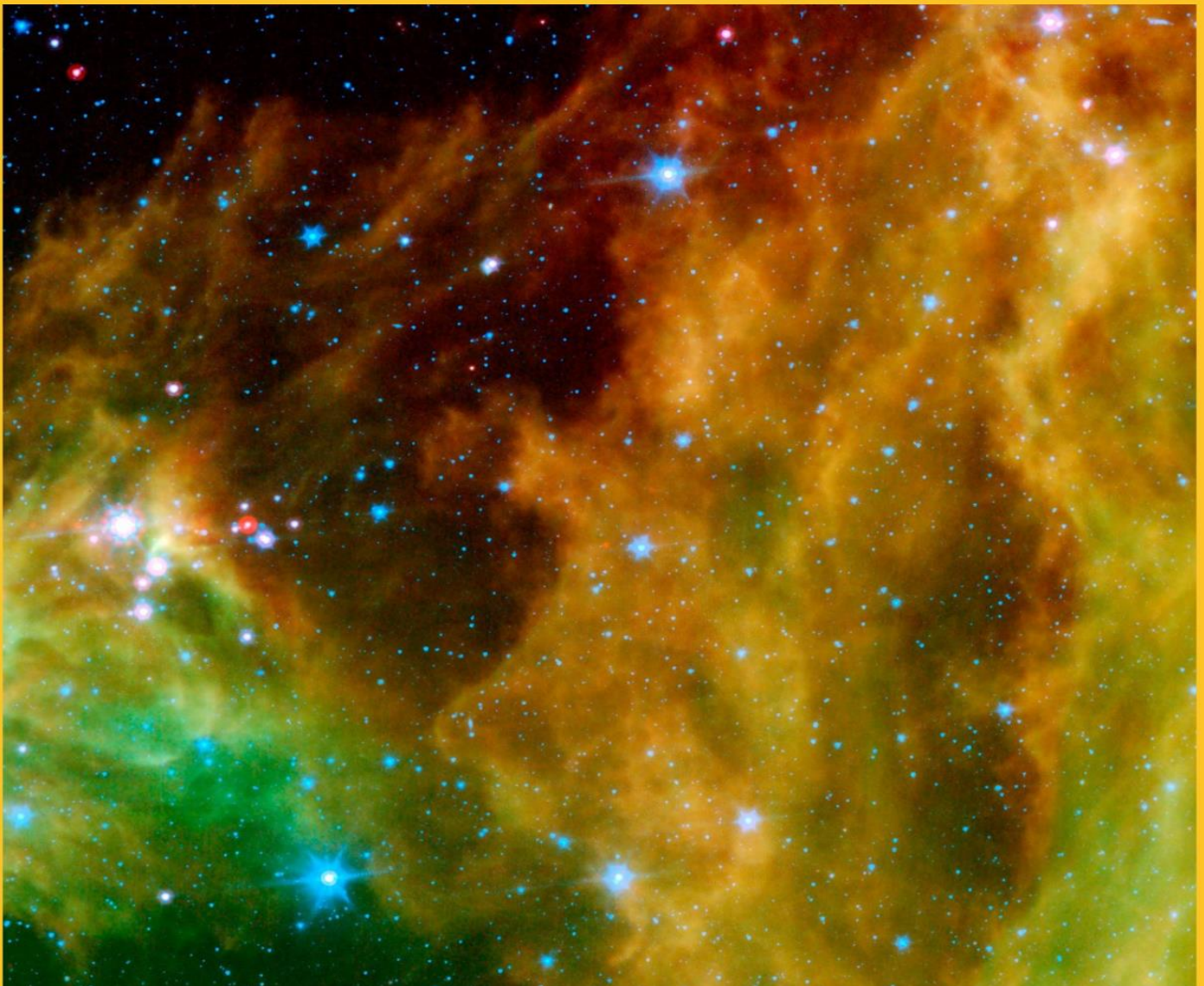


OCTOBER 2024 | ISSUE #10(2)

INTERNATIONAL JOURNAL OF PROFESSIONAL SCIENCE

.....

INTERNATIONAL SCIENTIFIC JOURNAL



SCIPRO.RU

ISSN 2542-1085

SOCIAL SCIENCES AND HUMANITIES

UDC 001
LBC 72

International Journal Of Professional Science: international scientific journal, Nizhny Novgorod, Russia: Scientific public organization “Professional science”, №10(2) -2024. 74 p.

ISSN 2542-1085

International journal of Professional Science is the research and practice edition which includes the scientific articles of students, graduate students, postdoctoral students, doctoral candidates, research scientists of Russia, the countries of FSU, Europe and beyond, reflecting the processes and the changes occurring in the structure of present knowledge.

It is destined for teachers, graduate students, students and people who are interested in contemporary science.

All articles included in the collection have been peer-reviewed and published in the form in which they were presented by the authors. The authors are responsible for the content of their articles.

The information about the published articles is provided into the system of the Russian science citation index – RSCI under contract № 2819-10/2015K from 14.10.2015

The electronic version is freely available on the website <http://scipro.ru/ijps.html>

UDC 001

LBC 72



Editorial team

Chief Editor – Krasnova Natalya, PhD, assistant professor of accounting and auditing the Nizhny Novgorod State University of Architecture and Construction. (mail@nkrasnova.ru)

Zhanar Zhanpeisova — Kazakhstan, PhD

Khalmatova Barno Turdyhodzhaeva — Uzbekistan, MD, Professor, Head of the Tashkent Medical Academy

Tursunov Dilmurat Abdullazhanovich — Kyrgyzstan, PhD, Osh State University

Ekaterina Petkova, Ph.D Medical University — Plovdiv

Stoyan Papanov PhD, Department of Pharmacognosy and pharmaceutical chemistry, Faculty of Pharmacy, Medical University — Plovdiv

Materials printed from the originals filed with the organizing committee responsible for the accuracy of the information are the authors of articles

Editors N.A. Krasnova, 2024

Article writers, 2024

Scientific public organization
“Professional science”, 2024

Table of contents

INTRODUCTION	5
ENERGY AND ENVIRONMENTAL TECHNOLOGIES	6
Fedoryuk S.S., Shiryaev A.D. Training of personnel of the fuel and energy complex of the Russian Federation using virtual reality.....	6
ENVIRONMENT AND ECOLOGY	14
Belyaeva N.B., Rogov M.O. Innovative Greening Methods in Finland	14
MEDICAL RESEARCH AND HEALTHCARE	21
Markosyan Z.S., Kozhevnikov V.V., Chernykh E.A., Shchetinina N.A., Popov A.A. Informed voluntary consent as an effective tool for doctor-patient interaction	21
REVIEWS AND ANALYSIS.....	25
Fomicheva E. B2B marketing in the United States: effective strategies for attracting target customers and building long-term partnerships .	25
TECHNOLOGICAL DEVELOPMENTS	31
Dragina O.G., Kupriyanova O.P., Ryabikova M.S., Nekrasov S.M., Osipov D.Y. Noise measurement at the milling site of the machine assembly shop.....	31
Israfilov A. Development of multifactor authentication technologies and their impact on information system security	42
Kachnov A.V., Prasolov A.A., Roshchinsky R.S., Sopov D.A. Development of mobile network analyzer	49
Kachnov A.V., Prasolov A.A., Roshchinsky R.S., Sopov D.A. Comparative analysis of cellular networks parameters based on subscriber terminals and proprietary measurement layout.....	56
Pshichenko D. The role of AI in risk management on stock markets .	66
CONCLUSION.....	73

INTRODUCTION

Welcome to Issue 10(2) of the International Journal of Professional Science, published by the Scientific Public Organization “Professional Science” in Nizhny Novgorod. This issue brings together ten articles by students, graduate students, postdoctoral students, and researchers from Russia, the FSU countries, Europe, and beyond, reflecting the ongoing developments in modern science and the evolving structure of knowledge. We view the journal as a platform that facilitates the exchange of advanced scientific achievements and practical innovations, connecting the academic community with scientific practitioners.

This issue covers a diverse range of topics—from natural and engineering sciences to socio-economic studies. Key themes highlighted in these articles include environmental and sustainable development issues, innovative approaches in education, information technology, biomedical advancements, and sociological research. The authors not only present their research results but also offer fresh perspectives for further progress within their fields. This issue aims to deepen the understanding of contemporary scientific challenges and foster the growth of a research community that brings together professionals and emerging scholars.

We hope that the articles presented here will become a valuable resource for educators, students, and anyone seeking to expand their scientific horizons.

Sincerely,
Krasnova N.
Editor-in-Chief
International Journal Of Professional Science

ENERGY AND ENVIRONMENTAL TECHNOLOGIES

UDC 620.9

Fedoryuk S.S., Shiryayev A.D. Training of personnel of the fuel and energy complex of the Russian Federation using virtual reality

Обучение персонала топливно-энергетического комплекса РФ с применением виртуальной реальности

Fedoruk Sofya Sergeevna,

Master's student at the Department of Heat Power Installations and Heat Engines,
St. Petersburg State University of Industrial Technologies and Design.
Higher School of Technology and Energy

Shiryayev Alexander Dmitrievich,

Assistant of the Department of Heat Power Installations and Heat Engines,
St. Petersburg State University of Industrial Technologies and Design.
Higher School of Technology and Energy

Федорук Софья Сергеевна,

Магистрант кафедры Теплосиловых установок и тепловых двигателей,
Санкт-Петербургский государственный университет промышленных технологий и дизайна.
Высшая школа технологии и энергетики

Ширяев Александр Дмитриевич,

Ассистент кафедры Теплосиловых установок и тепловых двигателей,
Санкт-Петербургский государственный университет промышленных технологий и дизайна.
Высшая школа технологии и энергетики

Abstract. This article discusses the possibility of introducing virtual reality (VR) technology in the training of personnel in the energy sector, which can significantly improve the effectiveness of employee training, reduce injuries and optimize production processes. The paper presents the advantages of VR systems, such as realistic simulations, scenario training and the possibility of remote monitoring of equipment. Examples of successful VR applications in energy companies of the Russian Federation are given, as well as the risks and problems associated with the integration of VR technologies are considered.

Keywords: digitalization, education, energy, software, virtual reality, educational process, personnel.

Аннотация. В данной статье рассматривается возможность внедрения технологии виртуальной реальности (VR) в обучении персонала энергетического сектора, что может значительно повысить эффективность подготовки сотрудников, снизить травматизм и оптимизировать производственные процессы. В работе приведены преимущества VR-систем, такие как реалистичные симуляции, сценарные тренировки и возможность удаленного мониторинга оборудования. Приводятся примеры успешного применения VR в энергетических компаниях Российской Федерации, а также рассматриваются риски и проблемы, связанные с интеграцией VR-технологий.

Ключевые слова: цифровизация, образование, энергетика, программное обеспечение, виртуальная реальность, учебный процесс, персонал.

Рецензент: Мартеха Александр Николаевич – кандидат технических наук, доцент.
Доцент ФГБОУ ВО «РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева»

Энергетика является фундаментом финансовой стабильности Российской Федерации и во многом определяет пути развития страны в политической и экономической сферах. Топливо-энергетический комплекс Российской Федерации включает в себя нефтяную, газовую, угольную и торфяную отрасли, электроэнергетику и теплоснабжение, играет ключевую роль в формировании доходов бюджетной системы Российской Федерации [1].

По данным на июль 2024 года, российской энергетике требуется не менее 200-300 тысяч работников в год при их общей численности в 2,7 миллиона человек [2]. На рынке труда энергетической отрасли Российской Федерации наблюдается кадровый голод, существует больше вакансий, чем специалистов. Вице-премьер РФ Александр Новак сообщил: «В энергетике, как и любой отрасли, сейчас нужны специалисты, в основном инженерно-технический персонал, ну и, конечно, рабочие кадры».

В последние десятилетия происходит компьютеризация топливо-энергетического комплекса Российской Федерации и увеличение веса информационных технологий в энергетике. Сегодняшний процесс цифровизации охватывает множество аспектов общественного прогресса.

В связи с тем, что энергетическая промышленность – это одно из самых сложных и в то же время важных направлений, в ней отмечается выраженная нехватка персонала, способного не только выполнять рядовые процессы, но и проводить ремонтные работы. Обучение в данном направлении достаточно затратное, но проблема в том, что знания, полученные в ходе работы с печатными материалами, не дают того опыта, который необходим на практике. Изменить ситуацию в энергетике позволят технологии виртуальной реальности (VR), представляющие собой созданный иллюзорный мир, который воспринимается участником посредством зрения, слуха и других чувств. В VR можно имитировать не только воздействие на те или иные предметы, но и обратную реакцию на это воздействие. Все процессы протекают в режиме реального времени. Достигается это за счет применения шлемов, очков, специального программного обеспечения. Дополнительно могут использоваться контроллеры, которые дают возможность человеку взаимодействовать с виртуальными элементами [3].

Управление кадрами в сфере энергетике отличается особыми требованиями из-за важности обеспечения безопасности, сложности технологических процессов и необходимости соблюдения строгих нормативов, помимо этого вопрос дефицита

специалистов высокой квалификации, который частично объясняется нехваткой современного оборудования для обучения персонала. Эта проблема недостаточной подготовки кадров может приводить к увеличению числа технологических ошибок, совершаемых сотрудниками.

Использование VR-технологий в сфере энергетики действительно может существенно изменить подход к обучению и повышению квалификации специалистов, позволит уменьшить временные и финансовые затраты на поддержание высокого уровня безопасности, при этом повысив этот стандарт по сравнению с классическими подходами. Несколько ключевых аспектов, которые подчеркивают важность использования VR-технологий приведены на рисунке 1.

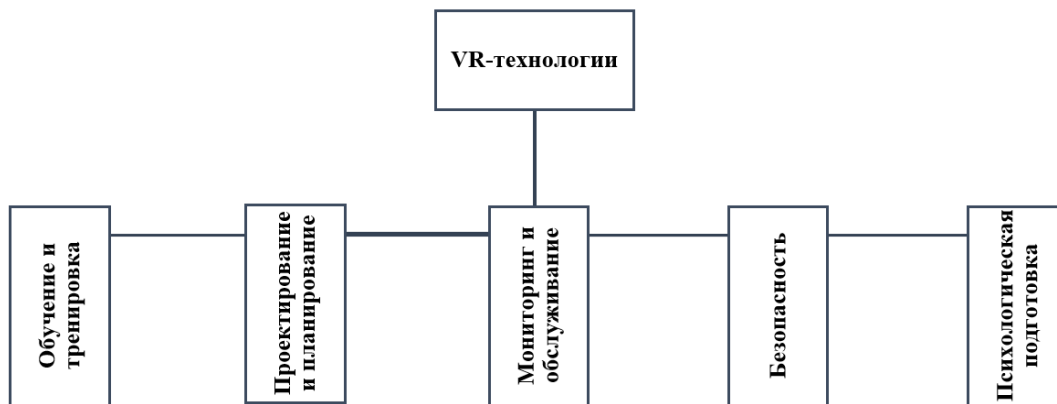


Рисунок 1. Аспекты использования VR-технологий

Обучение и тренировка персонала включает в себя:

1. Симуляции;

VR позволяет создать реалистичные симуляции работы с оборудованием, что помогает обучать сотрудников безопасным и эффективным методам работы.

2. Сценарные тренировки.

Сотрудники могут практиковаться в решении различных ситуаций, включая аварийные, что повышает их готовность к реальным вызовам.

Следующим аспектом VR-технологий является возможность проектировать и планировать:

1. Визуализация проектов;

Инженеры и проектировщики могут использовать VR для визуализации энергетических объектов еще до их строительства, что помогает выявить возможные проблемы и оптимизировать проект.

2. Анализ данных.

VR может интегрироваться с данными о производительности и состоянии оборудования, позволяя специалистам более эффективно анализировать и принимать решения.

Мониторинг и обслуживание представляет собой:

1. Удаленный доступ;

Специалисты могут использовать VR для удаленного мониторинга и диагностики оборудования, что позволяет сократить время простоя и повысить эффективность обслуживания.

2. Интерактивные инструкции.

Виртуальная реальность может предоставлять инструкции по ремонту и обслуживанию в реальном времени, что упрощает работу техников.

Важным аспектом в VR-технологиях является безопасность:

1. Обучение по охране труда;

VR-тренинги могут включать сценарии, связанные с безопасностью, позволяя сотрудникам учиться реагировать на потенциальные угрозы в контролируемой среде.

2. Оценка рисков.

Виртуальные симуляции могут помочь в оценке рисков и тестировании различных стратегий.

Помимо безопасности нельзя забывать про психологическую подготовку. Обучение в VR может помочь сотрудникам справляться с психологическими аспектами работы в условиях стресса, что особенно актуально в аварийных ситуациях.

При внедрении нового оборудования, его изучение также проводится с применением виртуальной реальности. Это более эффективно для персонала, так как все элементы они видят визуально, и безопасно для самого оборудования, так как неверное движение работника может привести к поломке агрегата. Например, специалисту поступает сообщение о неисправности в конкретном узле. Еще до того, как приступить к работе, он может посредством VR изучить объект, создать сценарий неисправности и выбрать способы решения проблемы. В сочетании с дополненной реальностью, когда созданная картинка накладывается на реальный объект посредством ранее установленных камер и мобильных устройств, можно даже руководить ремонтными работами удаленно.

Для оценки эффективности применения виртуальной реальности в сфере энергетики была рассмотрена ПАО «ТГК-1». Компания является ведущим производителем электрической и тепловой энергии в Северо-Западном регионе России, которая объединяет 52 электростанции в четырех субъектах РФ [4].

Был проведен анализ стратегии цифровой трансформации организации, в которой происходит активное внедрение цифровых решений в разнообразные аспекты деятельности. В частности, были исследованы три цифровые системы, применяемые для обучения и развития персонала:

1. Цифровая система «Мониторинг знаний персонала», которая направлена на улучшение профессиональных навыков оперативного персонала, поддержание актуальных знаний среди сотрудников и минимизацию числа инцидентов, вызванных человеческим фактором;

2. Цифровая система оценки «KPI», разработанная для мониторинга и улучшения производительности работников, их профессионального развития и отслеживания их достижений;

3. Мультимедийная платформа «Energy TV», предназначенная для распространения важной информации среди подразделений компании, напоминания о нормах охраны труда и проведения дистанционных трансляций обучающих материалов.

Важно отметить, что при внедрении таких технологий необходимо учитывать опыт как отечественных, так и зарубежных компаний.

На данный момент на международном рынке разработчиков VR обеспечения присутствует внушающее количество компаний. Рассмотрим необходимость внедрения виртуальных технологий с точки зрения разработчика. Как сообщает компания VRMADA, являющаяся разработчиком программного обеспечения для предприятий различных областей, функции демонстрации и показа позволяют виртуальной реальности играть ключевую роль в совершенствовании обучения работников энергетического сектора, делая это обучение повторяемым, более безопасным и развивающимся для удовлетворения потребностей бизнеса с проверенными результатами: на 40% увеличивается производительность предприятия; на 70% снижается травматизм на производстве [5].

Обратим внимание на мнение отечественных разработчиков. Компания «ПрограмЛаб» разрабатывает учебное виртуальное оборудование для энергетической промышленности. Виртуальные тренажеры позволяют проводить начальное обучение по управлению производственными инструментами, а также повышать квалификацию текущих специалистов компании.

Виртуальный учебный комплекс состоит из физического оборудования, разработанного программного обеспечения и руководства по использованию [6].

На данный момент «Кузбасский межотраслевой центр охраны труда» реализовал ряд проектов:

1. «Разработка образовательной видеоинформационной платформы для развития и контроля компетентности персонала в соответствии с требованиями безопасности труда с использованием виртуальной реальности»;

2. «Разработка платформенного решения ProExpVR для создания тренажеров виртуальной реальности с целью обучения методам безопасного выполнения работ на опасных производственных объектах, осуществляющих добычу полезных ископаемых подземным способом».

Компания отмечает высокую результативность обучения с применением иммерсивной реальности, а именно уровень компетентности растет на 83%, изученный материал сохраняется в памяти более чем на 3 года, уровень реального травматизма падает в 2,5 раза за 3 года [7].

Однако, говоря о преимуществах, нельзя игнорировать риски, связанные с интеграцией тренажеров в производственные процессы. К ним относятся технические сбои и неполадки в работе VR-оборудования, которые могут привести к потере данных и нарушению работы обучающих программ, а также риск утечки конфиденциальной информации во время использования VR-тренажеров и ограничения в их применении [8]. При внедрении VR-тренажеров могут возникнуть проблемы, среди которых сложность качественной оценки их эффективности. На данный момент наиболее объективным подходом к оценке является использование системы, основанной на четырех уровнях (см. рисунок 2).



Рисунок 2. Система оценки использования VR-тренажеров

Уровень «Реакция» отражает мнение участников о тренинге. Позитивное восприятие не гарантирует обучение, но негативное отношение может стать серьезным препятствием.

На уровне «Обучение» оценивается динамика увеличения знаний и улучшения навыков, которые следует измерять как до, так и после тренинга.

Уровень «Поведение» анализирует изменения в поведении, произошедшие в результате участия в тренинге. Для успешного изменения динамики необходимо, чтобы обучаемый хотел меняться, знал, что и как делать. Также важен поддерживающий рабочий климат, который способствует изменениям после обучения, и наличие вознаграждений за продемонстрированные изменения. Создание правильного рабочего климата зависит не только от процесса обучения, но и от других членов команды и непосредственного руководителя.

Уровень «Итог» является самым сложным для оценки, так как он напрямую влияет на экономическую эффективность и достижение целей на уровне организации.

Уровни 1 и 2 легче измерить сразу после обучения в виртуальной реальности, тогда как уровни 3 и 4 требуют более сложных измерений. Определение влияния обучения на безопасность, надежность и экономическую эффективность предприятия требует наблюдения за сотрудниками после их возвращения в рабочую среду. На использование знаний и навыков, полученных во время обучения, могут влиять множество других факторов.

Таким образом, внедрение VR-технологий в обучении на энергетических комплексах может привести к значительным улучшениям в качестве подготовки специалистов и эффективности работы, а также открывает новые возможности для оптимизации производственных процессов, повышения эффективности и улучшения безопасности труда сотрудников.

Библиографический список

1. Ширяев, А. Д. Актуальные проблемы кадрового обеспечения топливно-энергетического комплекса российской Федерации / А. Д. Ширяев, А. И. Соболевская // Молодежь, образование и наука XXI века : Материалы научно-практической конференции студентов и аспирантов, посвящённой памяти заслуженного деятеля науки РФ, профессора В.С. Соминского, Санкт-Петербург, 19 апреля 2023 года. – Санкт-Петербург: Санкт-Петербургский государственный университет промышленных технологий и дизайна, 2023. – С. 62-66. – EDN EMMКЕС.

2. Новак раскрыл, сколько работников нужно российской энергетике [Электронный ресурс]. URL: <https://1prime.ru/20240715/novak-850114715.html> (дата обращения 15.09.2024).

3. VR в энергетике [Электронный ресурс]. URL: <https://varwin.com/ru/vr-development/vr-energetika/> (дата обращения 18.09.2024).

4. О компании [Электронный ресурс]. URL: <https://www.tgc1.ru/about/> (дата обращения 20.09.2024).

5. Energy and Utilities [Электронный ресурс]. URL: <https://www.vrmada.com/en/sectors/energy-and-utilities> (дата обращения: 20.09.2024).

6. Энергетика и теплоснабжение [Электронный ресурс]. URL: <https://pl-lc.ru/catalog/energetika-i-teplosnabzhenie/> (дата обращения 05.10.2024).

7. Кузбасс- ЦОТ [Электронный ресурс]. URL: <https://kuzbasscot.ru/> (дата обращения 05.10.2024).

8. Fedyuchenko, N. R. Investigation of the influence of high-temperature viscosity of engine oil on operational and service life indicators of internal combustion engines / N. R. Fedyuchenko, M. S. Lipatov // International Journal of Professional Science. – 2024. – No. 3-2. – P. 49-53. – EDN EAFXBХ.

ENVIRONMENT AND ECOLOGY

UDC 504

Belyaeva N.B., Rogov M.O. Innovative Greening Methods in Finland Инновационные методы экологизации Финляндии

Belyaeva Nadezhda Borisovna

Associate Professor, Associate Professor, PhD in Economics
Saint Petersburg State University of Economics, Saint Petersburg

Rogov Maxim Olegovich

Student

Saint Petersburg State University of Economics, Saint Petersburg

Беляева Надежда Борисовна

Доцент, доцент, к.э.н.

Санкт-Петербургский государственный экономический университет, С.-Петербург

Рогов Максим Олегович

Студент

Санкт-Петербургский государственный экономический университет, С.-Петербург

Abstract. *The article examines the specific features of Finland's environmental policy. Innovative greening methods include CO₂ utilization in cement production, robotic plastic recycling, the use of its substitutes from secondary raw materials for packaging production, and the creation of carbon-neutral food based on biotechnology. The emphasis is on the need for environmental education of the population and support for its initiatives to ensure sustainable development.*

Keywords: *Finnish environmental policy, environmental innovations, plastic recycling, carbon-neutral food, CO₂ utilization in cement production*

Аннотация. В статье рассматриваются особенности экологической политики Финляндии. К инновационным методам экологизации относятся утилизация CO₂ в цементном производстве, роботизированная переработка пластика, использование его заменителей из вторичного сырья для производства упаковки, создание углеродно-нейтральной пищи на основе биотехнологий. Акцент делается на необходимость экологического просвещения населения и поддержания его инициатив по обеспечению устойчивого развития.

Ключевые слова: Экологическая политика Финляндии, экологические инновации, переработка пластика, углеродно-нейтральная пища, утилизация CO₂ в цементном производстве

Рецензент: Мартеха Александр Николаевич – кандидат технических наук, доцент.
Доцент ФГБОУ ВО «РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева»

В Финляндии экологическую политику устанавливает и осуществляет министерство окружающей среды во главе с Каем Мюккяненем. В настоящее время, Финляндия сталкивается с множеством экологических проблем, от решения которых зависит биологическое разнообразие, здоровье граждан и качество жизни будущих поколений.

Основными проблемами окружающей среды Финляндии являются: загрязнение воздуха в густонаселённых городах, загрязнение вод агрохимикатами. Утрата

привычных мест обитания отрицательно сказывается на дикой природе и биоразнообразии. Также Финляндия, как и остальные страны, решает глобальные экологические проблемы: загрязнение мирового океана пластиком, которое непосредственно влияет на морскую флору и фауну, выбросы парниковых газов, которые приводят к глобальному потеплению, а так же проблему зависимости от невозобновляемых энергетических ресурсов.

Стратегию, которую министерство окружающей среды Финляндии проводит, можно разделить на три направления:

1. Здоровая окружающая среда и природное разнообразие.

Это направление подразумевает осуществление действий, направленных на сокращение экологических рисков, их выявление, и дальнейшее устранение. Также она включает в себя экологизацию Балтийского моря, а именно: активную реализацию целей Хельсинской комиссии (международная комиссия по защите морской среды Балтийского моря) осуществляемые вместе с действиями, поддерживающими устойчивое состояние речного бассейна.

2. Углеродно-нейтральная цикличная экономика.

В Финляндии количество выбросов парниковых газов уже сокращено на 70% по сравнению с показателями за 1990 год, но политика министерства достаточно амбициозна в достижении Парижских соглашений. И к 2050 году, по словам представителей министерства окружающей среды, показатели сокращения выбросов достигнут 80-95%. До 2022 года Финляндия придерживалась среднесрочного плана климатической политики, направленного на сокращение выбросов парниковых газов и фторированных углеводородов от транспорта, жилищно-коммунального сектора, производства и агросектора, а также более тщательный контроль и мониторинг.

Применение краткосрочной и долгосрочной политики по уменьшению выбросов пластиковых отходов (так называемая пластиковая дорожная карта) означает сокращение пластикового мусора в окружающей среде и вызванного пластиковыми отходами вреда, уход от излишнего потребления продуктов из пластика, продвижение возможностей перерабатывать пластик, замена производств нового пластика из ископаемых материалов на перерабатываемый пластик или на производства из более устойчивого материала. В настоящий момент Финляндия планирует достичь 39%-го снижения выбросов пластиковых отходов к 2030 году.

3. Устойчивое городское развитие.

Развитие городов прочно привязано к акту о землепользовании и строительстве, реформе, принимающей во внимание изменения климата и построение цикличной экономики. В результате урбанизированные районы Финляндии демонстрируют

устойчивое развитие. В то же время Финляндия стремится к тому, чтобы домостроительные решения пересекались с потребностями разных групп населения. Поэтому различные виды жилья доступны на рынке, поддержка жилищных целей государством обеспечивает адекватную ценовую политику.

Благодаря политике министерства Финляндии признаётся мировым сообществом как один из «зеленых» лидеров в международных сравнениях. Стоит отметить также, что министерство старается поддерживать инициативы граждан по улучшению окружающей среды. Многие финны с юного возраста осознают важность переработки пластика и ясно видят угрозу глобального потепления, а колоссальные вложения в развитие человеческого капитала делают Финляндию одним из лидеров в сфере инновационных методов экологизации. Одним из таких инновационных методов можно считать производство углеродно-нейтрального бетона.

Цементная отрасль отвечает за 8% выбросов углекислого газа в атмосферу и непосредственно влияет на глобальное изменение мирового климата. Всемирная ассоциация производителей бетона и цемента обязала всех участников этой организации достичь нулевого уровня выбросов в этой сфере к 2050 году, что делает разработку инноваций в сфере производства «зелёного бетона» прибыльным, так как рынок этого продукта стремительно растёт и пока что никем не занят.

Финские лаборатории активно стремятся разработать новые технологические решения в этой активно развивающейся сфере.

Центр технических исследований Финляндии VTT предлагает множество решений в этой области, например, метод минерализации углерода: способ заключения углекислого газа в затвердевающий бетон. Европейская ассоциация технологий и исследований (EARTO) удостоила данную технологию по производству углеродно-негативного цемента первым местом в номинации «ожидаемый потенциал».

В марте 2024 года первый коммерческий продукт из бетона, в котором 40% цемента заменено на минерализованный CO₂, поступил на рынок и сейчас доступен к продаже. Поскольку большая цена бетона - это затраты на цемент, то производство зелёного бетона, в котором 40% цемента заменено углекислым газом, становится более дешёвым.

Дальнейшее развитие отрасли производства зелёного бетона потенциально поможет снизить выбросы углекислого газа в атмосферу на 8%.

В настоящий момент остро стоит задача добиться не углеродной отрицательности, а хотя бы углеродной нейтральности. И с этой задачей прекрасно может справиться инновационная технология производства топлива из улавливаемого из атмосферы CO₂. Так называемый процесс «Power-to-X» - это преобразование

электроэнергии, полученной на возобновляемых источниках, в альтернативную форму, которая может быть использована позднее и которую легче хранить, например, синтетическое топливо. Способ получения такого топлива – это разделение молекул воды H_2O на кислород и водород путём электролиза. А затем полученный водород соединяется с углекислым газом, добытым из воздуха, и получается топливо для машин и самолётов. Хотя технология и была разработана немецкой фирмой Sunfire, Финляндия активно дорабатывает эту технологию, ведь она может оказаться ключевым способом достижения цели стать углеродно-нейтральным государством к 2035 году.

Несмотря на то, что родиной углеродно-нейтрального топлива является Германия, в Финляндии разработали способ получения пищи из углерода. Бактерии «подкармливают» углекислым газом и питательными веществами такими как: азот, кальций, фосфор и калий. Эти бактерии размножаются и бродят, после чего микроорганизмы высыхают и превращаются в порошок (его назвали «Солеин»), который является съедобным и содержит много белка. Производством данной продукции занимается финская компания «Solar Foods». 25% выбросов парниковых газов приходится на продовольственный сектор, и данный способ потенциально может сократить количество, и, конечно же, положительно скажется на окружающей среде. Однако есть масса препятствий:

- большинством потребителей Солеин может быть встречен негативно, так сам принцип еды из воздуха, слишком выбивается от традиционного понимания пищи в человеческом обществе;

- невозможно обеспечить продовольствием, основываясь лишь на белке из высушенных бактерий, у каждого человека индивидуальные потребности в питании, витаминах и.т.д.;

- данный продукт не изучен, однако уже доступен на рынке.

С другой стороны, Солеин решает множество проблем в продовольственной сфере, с которыми человечество сталкивается в настоящий момент:

- Нулевое количество выбросов парниковых газов

- Отсутствие этических проблем, связанных со страданиями животных.

Налаженное производство Солеина может сделать его гораздо дешевле традиционной пищи и поможет решить не только проблемы окружающей среды, но и проблему голода в современном мире.

Картофель, попавший в Европу в XVI веке, также был встречен негативно, особенно в Российской империи (крестьянские бунты 1834 и 1840-1844 годов связанные с принуждением выращивания картофеля), но так или иначе картофель стал продуктом,

без которого невозможно представить современную кухню, и повседневную жизнь, возможно, и Солеин ждёт всеобщее признание.

Поддержка развития инноваций, связанных с сокращением выбросов парниковых газов в атмосферу в Финляндии - это одна из основ их устойчивого развития. Выход на рынок углеродно-отрицательного бетона, а также углеродно-нейтральной пищи и синтетического топлива означает, что у Финляндии есть потенциал стать не только углеродно-отрицательным государством, но и привнести вклад в борьбу человечества с глобальным потеплением.

В Финляндии есть интересные инновации также в сфере сокращения мусорных отходов. Финская компания DURAT с 1990 года занимается производством продукции, 30% которой состоит из переработанного пластика. Это говорит о том, что курс на сокращение пластиковых отходов в Финляндии установлен немного раньше других развитых стран. Сейчас Финляндия - это страна, в которой подавляющая часть населения знает, какой вред несёт пластик для окружающей среды, сортировка мусора стала для населения привычной практикой. В настоящий момент в Финляндии 25% всех пластиковых отходов идут на переработку.

С каждым днём мусорных отходов в мире становится всё больше. По разным подсчётам к 2050 году в мировом океане пластика будет больше, чем рыбы. Подобная ситуация несёт угрозу биоразнообразию, здоровью людей. Выйти из положения может помочь отдельный сбор мусора, благодаря которому можно использовать мусорные отходы повторно.

В 2022 году американская компания Terex выкупила финскую компанию Zenrobotics, производящую роботизированную технику для сортировки мусорных отходов с применением искусственного интеллекта. Продукция Zenrobotics способна сортировать мусорные отходы разных категорий, в том числе, и пластик с точностью до 99,9% и позволяет минимизировать человеческое участие в сложном и опасном для здоровья процессе сортировки мусорных отходов, а также способствует созданию вторичной переработки нового поколения.

Мусоросортировочный робот Fast Picker – самый быстрый робот, задействованный в переработке, сортирует пластик, волокна и металлы с помощью мощного вакуумного захвата.

Большие надежды возлагают на использование альтернатив пластику. На долю пластика приходится около 70 % всего мусора в Балтийском море у берегов Финляндии, и значительная часть этого мусора - упаковочная продукция. Поэтому остро стоит вопрос о биоразлагаемой альтернативе пластику. В Финляндии есть инновационное решение данной проблемы – Paptic. По некоторым оценкам, он считается лучшей

альтернативой пластику в области упаковки. Данный материал может быть повторно использован более десяти раз, а также для его производства не нужно создавать новую инфраструктуру, поскольку его можно производить на уже имеющихся бумаго перерабатывающих линиях. Экологическим преимуществом данного продукта в сфере упаковки - его биоразлагаемость, а также универсальность. Хозяйственные сумки, упаковка продуктов питания, конверты и многое другое может быть изготовлено из Raptic, что делает его одним из самых устойчивых продуктов в Финляндии. Он потенциально способен заменить вышеупомянутые продукты упаковки из первичного сырья.

Таким образом, инновационные методы борьбы с пластиковыми отходами разрабатываются и внедряются в Финляндии, помогая государству становиться более устойчивым, а также сохранять биоразнообразие и поддерживать здоровье населения.

Поддержка и развитие инициатив населения, огромные вложения в человеческий капитал, развитие экологической грамотности у населения с юного возраста - это то, что даёт почву для возникновения инноваций в финском обществе, обеспечивает устойчивое развитие и цикличную экономику. Внедряя инновации, Финляндия улучшает состояние окружающей среды, а также обеспечивает здоровье населения, что отчасти предопределяет лидирующие позиции Финляндии, оцениваемые всемирным индексом счастья и индексом экологической эффективности. Все это говорит об успешности экологической политики, проводимой правительством.

References

1. Бетон для устойчивого будущего: Финляндия переходит на «зеленый» цемент // Это Финляндия URL: <https://finland.fi/ru/biznes-i-innovatsii/beton-dlya-ustojchivogo-budushhego-finlyandiya-perehodit-na-zelenyj-tsement/> (дата обращения: 01.05.2024).
2. Три финских компании, чьи решения делают планету более чистой // это Финляндия URL: <https://finland.fi/ru/biznes-i-innovatsii/tri-finskih-kompanii-chi-resheniya-delayut-planetu-bolee-chistoj/> (дата обращения: 01.05.2024).
3. Let your imagination run free // DURAT URL: <https://durat.com/en> (дата обращения: 01.05.2024).
4. A better environment for future generations // Министерство Окружающей среды Финляндии URL: <https://ym.fi/en/strategy-and-goals> (дата обращения: 01.05.2024).
5. Финские инновации: белок и энергия прямо из воздуха // Это Финляндия URL: <https://finland.fi/ru/biznes-i-innovatsii/finskie-innovatsii-belok-i-energiya-priamo-iz-vozduha/> (дата обращения: 01.05.2024).

6. Finland // EPI URL: <https://epi.yale.edu/epi-results/2022/country/fin> (дата обращения: 01.05.2024).
7. Tiny steps towards sustainable life // environment.fi URL: <https://www.ymparisto.fi/en> (дата обращения: 01.05.2024).
8. Организация // HELCOM URL: <https://helcom.fi/about-us/organisation/> (дата обращения: 01.05.2024).
9. Финляндия в реализации глобальной климатической повестки // РСМД URL: <https://russiancouncil.ru/analytics-and-comments/columns/ecology/finlyandiya-v-realizatsii-globalnoy-klimaticheskoy-povestki/> (дата обращения: 01.05.2024).
10. Report on the implementation of the 2030 agenda for sustainable development // Офис премьер министра URL: https://julkaisut.valtioneuvosto.fi/bitstream/handle/10024/162268/VNK_2020_8_Voluntary_National_Review_Finland.pdf?sequence=4&isAllowed=y (дата обращения: 01.05.2024).
11. Introduction to decarbonized construction // eoppiva.fi URL: <https://www.eoppiva.fi/en/courses/introduction-to-decarbonized-construction/> (дата обращения: 01.05.2024).
12. Innovations and measurements to create a sustainable world // VTT URL: <https://www.vttresearch.com/en/innovations-and-measurements-to-create-sustainable-world> (дата обращения: 01.05.2024).
13. Sustainability is at the core of all VTT operations // VTT URL: <https://www.vttresearch.com/en/about-us/sustainability-core-all-vtt-operations> (дата обращения: 01.05.2024).
14. First products utilizing Carbonaide's technology hit the market – 40% of cement replaced with CO₂ // carbonaide URL: <https://carbonaide.com/news/first-products-utilizing-carbonaides-technology-hit-the-market-40-of-cement-replaced-with-co%e2%82%82/> (дата обращения: 01.05.2024).
15. Introducing Solein® // Solar foods URL: <https://solarfoods.com/solein/> (дата обращения: 01.05.2024).
16. Может ли «blue crude» спасти климат? // deutschland.de URL: <https://www.deutschland.de/ru/topic/ekonomika/mozet-li-blue-crude-spasti-klimat> (дата обращения: 01.05.2024).
17. About Us // Paptic URL: <https://paptic.com/company/> (дата обращения: 01.05.2024).

MEDICAL RESEARCH AND HEALTHCARE

UDC 614.253.1

Markosyan Z.S., Kozhevnikov V.V., Chernykh E.A., Shchetinina N.A., Popov A.A. Informed voluntary consent as an effective tool for doctor-patient interaction

Информированное добровольное согласие как эффективный инструмент
взаимодействия врача и пациента

Markosyan Zaruhi Samvelovna

Kozhevnikov Vitaly Vladimirovich

Chernykh Ekaterina Alekseevna

Shchetinina Nadezhda Alexandrovna

Assistants of the Department of Healthcare Management
Voronezh State Medical University named after N.N. Burdenko

Popov Alexander Andreevich

Assistant of the Department of Hospital Therapy
and Endocrinology

Voronezh State Medical University named after N.N. Burdenko

Маркосян Заруи Самвеловна

Кожевников Виталий Владимирович

Черных Екатерина Алексеевна

Щетинина Надежда Александровна

ассистенты кафедры управления в здравоохранении

Воронежский государственный медицинский университет им. Н.Н. Бурденко

Попов Александр Андреевич

Ассистент кафедры госпитальной терапии и эндокринологии

Воронежский государственный медицинский университет им. Н.Н. Бурденко

Abstract. *The normative legal regulation of Informed voluntary consent is regulated by Federal Law 323 "On the Basics of protecting the health of citizens in the Russian Federation" Article 19, paragraph 9, which says that the patient has the right to compensation for harm caused to health when providing him with medical care [1]. By Order of the Ministry of Health of the Russian Federation No. 785 "On approval of requirements for the organization and conduct of internal quality control and safety of medical activities" the task is to ensure and assess compliance with the rights of citizens in the field of health protection in the implementation of medical activities.*

Keywords: *informed voluntary consent; patient, treatment; state of health.*

Аннотация. *Нормативно-правовое регулирование Информированного добровольного согласия, регулируется ФЗ 323 «Об основах охраны здоровья граждан в Российской Федерации» статья 19 пункт 9, в котором написано что, пациент имеет право на возмещение вреда, причиненного здоровью при оказании ему медицинской помощи [1]. Приказом МЗ РФ № 785 «Об утверждении требований к организации и проведению внутреннего контроля качества и безопасности медицинской деятельности» задачей: обеспечение и оценка соблюдения прав граждан в сфере охраны здоровья при осуществлении медицинской деятельности.*

Ключевые слова: *информированное добровольное согласие; пациент, лечение; состояние здоровья.*

Рецензент: Кулаченко Марина Петровна - кандидат педагогических наук, доцент, доцент кафедры психологии и педагогики. ФГБОУ ВО «Орловский государственный университет имени И. С. Тургенева»

Введение. Нормативно-правовое регулирование Информированного добровольного согласия, регулируется ФЗ 323 «Об основах охраны здоровья граждан в Российской Федерации» статья 19 пункт 9, в котором написано что, пациент имеет право на возмещение вреда, причиненного здоровью при оказании ему медицинской помощи. Приказом МЗ РФ № 785 «Об утверждении требований к организации и проведению внутреннего контроля качества и безопасности медицинской деятельности» задачей: обеспечение и оценка соблюдения прав граждан в сфере охраны здоровья при осуществлении медицинской деятельности.

Целью работы является донести информацию до врачей и пациентов о важности подписания информированного добровольного согласия, так как правильно оформленный документ может обезопасить как врача, так и пациента.

Материалы и методы: медицинские документации, исторический анализ, контент-анализ медицинской документации и официальных информационных источников.

Порядок оформления информированного добровольного согласия: пациенты дают ИДС в соответствии с процедурой, если проводятся дополнительные процедуры и виды лечения, требующие отдельного согласия, существует единообразная схема документирования ИДС. Так же в ИДС, указываются лица, которым в интересах пациента может быть передана информация о состоянии его здоровья, в том числе после смерти.

Для врачей важно признать, что информация и возможности, которыми врач делится с пациентами в процессе информированного согласия, часто являются отражением собственных ценностей, приоритетов и культуры врача, и они не всегда совпадают с ценностями, приоритетами и культурой пациентов. Пациент и врач должны принимать совместное решение, так как это ориентировано на индивидуальный подход на пациента.

Информированное согласие

Это практическое применение принципа биоэтики уважения автономии и самоопределения пациента, а также законного права пациента на физическую неприкосновенность

Врачи несут этические обязательства в отношении информированного согласия.

Уважение к автономии пациента является одним из четырех столпов медицинской этики, основанной на следующих принципах-автономия, милосердие, непричинение

вреда, справедливость. Причем, уважение к автономии пациента считается «первым среди равных» из этих четырех принципах.

Цель информированного согласия-предоставить пациентам информацию, которая необходима и важна для принятия ими решения (включая риски и преимущества принятия или отказа от рекомендованного лечения), а также помочь пациентам определить наилучший план действия для оказания им медицинской помощи.

Совместное принятие решений - ориентированный на пациента индивидуальный подход к процессу информированного согласия, который включает обсуждение преимуществ и рисков доступных вариантов лечения в контексте ценностей и приоритетов пациентов.

Адекватность информации

Самый высокий этический стандарт адекватности клинической информации требует, чтобы объем и сложность информации соответствовали потребностям пациента и способности пациента понимать эту информацию.

Правовой стандарт адекватности объема клинической информации или контента, предоставляемого пациенту в процессе получения информированного согласия, может варьироваться.

Преимущества информированного согласия

1. Защита прав пациента на самоопределение
2. Вовлечение пациента в заботу о здоровье.
3. Улучшение отношений между врачом и пациентом.
4. Поощрение врачей к тщательному изучению особенностей состояния здоровья пациента.
5. Уменьшение неудовлетворенности и судебных тяжб при возникновении осложнений.

Виды согласий

1. Явное согласие-когда пациент напрямую сообщает о своем положительном и явном согласии врачу. Обычно это делается в письменной форме, его так же можно поддержать устным общением с врачом. Выраженное согласие не ограничено по времени, если пользователь не отзовет свое согласие.

2. Подразумеваемое согласие-врач может предположить, что пациент согласится, исходя из предложения, что ни один разумный человек не откажется от процедуры в этих обстоятельствах. Труднее доказать, чем явное согласие, подразумеваемое согласие происходит через действие или поведение пациента, а не через прямое общение посредством слов.

3. Суррогатное решение играет важную роль, когда состояние пациента требует интенсивной терапии, которая временно снижает способность пациента принимать решение (ст. 20 ФЗ 323 «Об основах охраны здоровья граждан РФ».

Помимо информированного добровольного согласия есть информированный отказ.

- пациенту должна быть объяснена необходимость лечения, в том числе обсуждены риски и преимущества лечения, альтернативы лечению, а также риски и возможные последствия отказа от рекомендованного лечения

- письменный отказ

- причины (если таковые имеются), указанные пациентом для отказа.

Пациенты могут отозвать свое согласие в любой момент во время процедуры, и затем врач должен начать обсуждение нового информированного согласия (или информированного отказа)

Выводы: получения информированное добровольное согласие одновременно являются и соблюдение основополагающих прав пациента, и обеспечение безопасности лечащего врача и медицинской организации, оказывающей медицинскую услугу.

Часто пациенты после хирургического вмешательства (в том числе стоматологического) не помнят, что их предупреждают о возможных осложнениях в случае отказа от вмешательства, и в их документах нет записей о таких предупреждениях.

References

1. Информированное добровольное согласие на медицинское вмешательство как обязательный предварительный документ при оказании медицинских услуг: значение, проблемы Абакарова В.В. Устойчивое развитие науки и образования. 2022. № 10 (73). С. 26-30.

2. Качественный и достоверный статистический учет в медицинской организации /Маркосян З.С., Кожевников В.В., Черных Е.А., Щетинина Н.А. // International Journal of Professional Science. – 2022. № 5. – С. 51-54.

3. Development and preliminary evaluation of modern automated technologies training manual skills for dental specialties in the module "unremovable prosthesis" /Esaulenko I.E., Shumilovich B.R., Kosolapov V.P., "..., et al"// Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences. 2018. Т. 9. № 3. С. 652-662.

4. Об основах охраны здоровья граждан в Российской Федерации: Федеральный закон от 21 ноября 2011 г. № 323-ФЗ // Собр. законодательства Рос. Федерации. - 2011. - № 48, ст. 6724.

REVIEWS AND ANALYSIS

UDC 339.138

Fomicheva E. B2B marketing in the United States: effective strategies for attracting target customers and building long-term partnerships

Fomicheva Ekaterina

master's degree, State University of Management

Abstract. *The article presents an analysis of effective B2B (business-to-business) marketing strategies employed in the United States for attracting target clients and establishing long-term partnership relations. The specific features of the B2B market, key factors influencing organizational success, and modern tools for promoting goods and services are examined. Particular attention is devoted to the significance of communication personalization, the role of content marketing, and the integration of advanced digital technologies in the B2B segment to enhance competitiveness. The critical importance of forming trust-based relationships with clients and a strategic focus on long-term cooperation is emphasized as the foundation for stable development and business growth in a dynamic market environment.*

Keywords: *B2B (business-to-business) marketing, target customers, long-term partnerships, marketing strategies, United States.*

Рецензент: Пучкова Ольга Сергеевна – кандидат экономических наук. Доцент кафедры прикладной информатики. ФГБОУ ВО «РГАУ – МСХА имени К.А. Тимирязева»

Introduction

B2B (business-to-business) marketing plays a crucial role in the development of business and the formation of sustainable partnerships between companies. In the United States, one of the largest and most developed B2B markets in the world, the effective application of marketing strategies is the key to success in attracting target customers and building long-term cooperation.

The relevance of the research topic is due to the growing competition in the United States B2B market and the need for effective marketing strategies to attract and retain customers. The purpose of this article is to analyze the features of the United States B2B market and identify effective strategies for attracting target customers and forming long-term partnerships. To achieve this goal, the following research areas have been identified: considering the specifics of the United States B2B market, to study the key success factors and promotion tools, and to highlight the role of personalization, content marketing, and digital technologies in the B2B segment.

Main part. Features of the B2B market in the United States

According to research, the volume of B2B e-commerce sales in the United States in 2022 amounted to \$1,84 trillion [1], and the total volume of the B2B marketing market is estimated at \$26,7 billion as of 2023 (fig. 1).

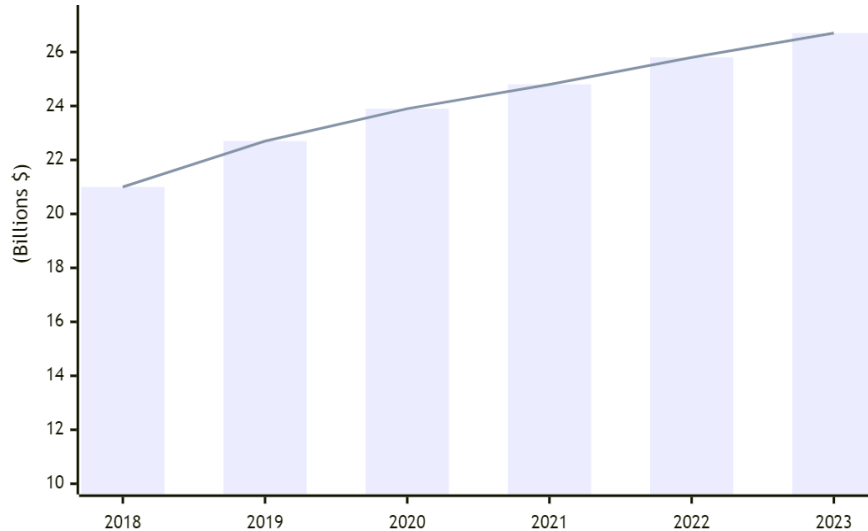


Figure 1. Dynamics of the marketing market in the United States 2018-2023 [2]

The United States B2B market is characterized by high competition and a focus on building long-term relationships with customers. One of the key features is **the lengthy sales cycle**, which can take several months or years. This is due to the complexity of products, high contract costs, and the need to agree on terms between multiple decision-makers. For example, **Boeing**, one of the largest manufacturers of aviation equipment, may negotiate the supply of aircraft for several years before concluding a contract with an airline.

Another important characteristic of the United States B2B market is **a high degree of personalization**. Customers expect an individual approach and solutions tailored to their specific needs [3]. Companies strive to deeply understand their customers, their business objectives, and pain points in order to offer them the most relevant products and services. Personalization of communications, customization of offers, and the provision of additional value are key success factors in the American B2B market.

ROI (Return On Investment) orientation is also a distinctive feature of the American B2B market. Buyers make decisions based on an assessment of the return on investment and the long-term benefits of cooperation. According to a survey conducted by the Association of National Advertisers (ANA), 85% of B2B buyers in the United States consider ROI a key factor when choosing a supplier [4]. For example, when selling industrial equipment, **General Electric** focuses on reducing operating costs and increasing production efficiency for its customers.

Demonstration of specific indicators of economic efficiency and examples of successful implementations are powerful arguments in favor of choosing a particular supplier.

The importance of digital technologies in the B2B market is steadily increasing. Online channels have become integral tools for communication and sales in the B2B sector. According to a report by McKinsey & Company, 70-80% of B2B buyers in the United States prefer digital methods of interaction with suppliers (table 1).

Table 1

Preferences of B2B buyers in the United States in digital interaction channels [5]

Interaction channel	Share of B2B buyers who prefer the channel	Change in preferences compared to the pre-pandemic period
Online catalogs and supplier sites	70%	+11%
Video conferencing and webinars	53%	+23%
Online chat on the supplier's website	41%	+15%
Mobile applications for interaction with the supplier	30%	+8%

Companies invest in the development of digital platforms that provide a seamless customer experience and automate marketing processes. For example, the implementation of e-commerce systems, chatbots, and virtual assistants allows for accelerating the ordering process, providing customers with prompt support, and personalizing interactions.

The application of advanced technologies, such as **artificial intelligence (AI) and machine learning (ML)**, opens up new opportunities for optimizing business processes and making data-driven decisions. For instance, the use of AI for monitoring and optimizing IT infrastructure unveils new economic prospects for implementing predictive analytics in the operational activities of enterprises [6]. Analyzing big data on customer behavior and preferences enables the creation of more targeted marketing campaigns and the offering of personalized solutions.

Another important feature of the United States B2B market is the **high significance of a company's brand and reputation**. Having a strong brand associated with quality, reliability, and expertise is an essential factor in customer trust and loyalty. Companies invest in marketing communications, PR, and loyalty programs to strengthen their brand and build long-term relationships with customers.

For example, **Caterpillar**, one of the leading manufacturers of specialized equipment, actively promotes its brand through sponsorship of sports events, social initiatives, and educational programs for equipment operators. Such activities not only increase brand

awareness but also demonstrate the company's commitment to its customers and the industry as a whole.

Thus, the United States B2B market is characterized by high competition, a focus on personalization and customer-centricity, as well as the active adoption of digital technologies. Companies that take these features into account and adapt their strategies to market needs have a greater chance of success in attracting and retaining customers, as well as building long-term partnerships.

Effective B2B marketing strategies

Companies are increasingly focusing on personalization and segmentation to gain a deeper understanding of their target customers and to apply an individualized approach in marketing communications. Audience segmentation enables the creation of targeted campaigns and the provision of relevant content for each customer group. According to Adobe's report, companies that prioritize personalization and the enhancement of customer experience are more likely to outperform competitors and achieve business objectives [7]. For example, **Cisco Systems** utilizes a personalized approach in its marketing campaigns, considering the industry specifics and business size of its clients. Creating informative and useful materials within the framework of **content marketing**, such as blog posts, white papers, and case studies, helps attract potential customers, demonstrate the company's expertise, and foster trust. According to a report by the Content Marketing Institute, 91% of B2B marketers in the United States use content marketing to achieve their goals [8]. **HubSpot**, a developer of software for marketing and sales, actively uses content marketing by publishing educational articles, research, and webinars for its target audience.

The strategic approach of **Account-Based Marketing (ABM)** involves concentrating marketing and sales efforts on the most valuable and promising customers. ABM allows building deep relationships, providing customized solutions, and accelerating the sales cycle. **Salesforce**, a leader in CRM systems, successfully applies ABM to work with large corporate clients, providing them with personalized solutions and services.

Another strategy for attracting target clients and building long-term partnerships is the use of **digital technologies and marketing automation**. Tools such as CRM systems, marketing automation, and predictive analytics help personalize customer interactions, optimize resources, and increase communication efficiency. **Oracle**, one of the largest providers of business software, offers comprehensive solutions for marketing automation and customer experience management.

Companies focus not only on attracting new customers but also on **retaining and developing existing partnerships**. Long-term cooperation allows increasing the customer lifecycle, generating repeat sales, and receiving recommendations. **General Electric** actively

develops loyalty programs and provides its customers with additional services, such as staff training and technical support, to strengthen long-term partnerships.

Challenges and prospects for B2B marketing development in the United States

Despite significant potential, B2B marketing in the United States faces a number of challenges. One of them is the need to adapt strategies to the specifics and complexities of individual regions of the country. Launching new services and building partnerships in complex regions of the United States requires considering local peculiarities and careful planning [9]. Companies need to conduct detailed market analysis, take into account cultural differences, and adapt their offerings to the needs of customers in each region.

Another challenge is the growing competition in the United States B2B market. The emergence of new players and the development of technologies force companies to constantly improve their marketing strategies and seek innovative ways to attract and retain customers. Under these conditions, the ability of companies to quickly adapt to market changes and offer unique value to their customers becomes particularly important.

The prospects for the development of B2B marketing in the United States are associated with the further implementation of digital technologies and the personalization of customer experience. The use of AI, ML, and big data will allow companies to better understand the needs of their customers and provide them with relevant offers at the right time. The development of omnichannel strategies and the integration of online and offline communication channels will also contribute to strengthening relationships with customers and increasing the effectiveness of marketing campaigns.

In addition, the importance of **social responsibility and sustainable development** in B2B marketing is expected to grow. Companies that demonstrate commitment to ethical principles and make a positive contribution to society and the environment will have a competitive advantage and win customer loyalty. Investments in «green» technologies, support for social initiatives, and transparency in conducting business will become important success factors in the B2B marketing of the future.

Conclusion

B2B marketing in the United States requires the application of effective strategies to attract target customers and form long-term partnerships. The key success factors are personalization, content marketing, ABM, the use of digital technologies, and a focus on long-term cooperation. Companies that adapt their marketing approaches to the specifics of the B2B market and customer needs have the greatest chances of success in building strong partnerships.

American B2B companies, such as Boeing, General Electric, Cisco Systems, HubSpot, Salesforce, and Oracle, demonstrate the successful application of various marketing

strategies to attract and retain customers. Their experience can serve as an example for other market players seeking to strengthen their positions and build long-term partnerships with customers.

Further research in the field of B2B marketing in the United States can be aimed at studying new trends and technologies, such as the use of AI and ML for the personalization of marketing communications, as well as analyzing the effectiveness of various strategies depending on industry specifics and business size. An important direction is also the study of the impact of social responsibility and sustainable development on the success of B2B marketing in the long term.

References

1. Estimated sales of business-to-business (B2B) e-commerce in the United States from 2021 to 2027 / Statista // URL: <https://www.statista.com/statistics/1341242/btob-ecommerce-sales-united-states/> (date of application: 07.10.2024).
2. The State of Marketing Report / HubSpot // URL: <https://www.hubspot.com/marketing-statistics> (date of application: 10.10.2024).
3. Alkobaisi F. S., Al Mubarak M. The Impact of Technological Advancements on B2B Marketing Strategies for Sustainable Economic Growth // Business Development via AI and Digitalization: Volume 1. – Cham : Springer Nature Switzerland, 2024. P. 397-413.
4. The New B2B Growth Equation / McKinsey & Company // URL: <https://www.mckinsey.com/capabilities/growth-marketing-and-sales/our-insights/the-new-b2b-growth-equation> (date of application: 11.10.2024).
5. The B2B digital inflection point: How sales have changed during COVID-19 / McKinsey & Company // URL: <https://www.mckinsey.com/business-functions/marketing-and-sales/our-insights/the-b2b-digital-inflection-point-how-sales-have-changed-during-covid-19> (date of application: 12.10.2024).
6. Bushuev S. Application of AI for monitoring and optimizing IT infrastructure: economic prospects for implementing predictive analytics in enterprise operations // International Journal of Humanities and Natural Sciences. 2024. T. 8-3. № 95. P. 125-128.
7. Digital Trends Report / Adobe // URL: <https://www.adobe.com/ru/offer/digital-trends-2021.html> (date of application: 13.10.2024).
8. B2B Content Marketing 2023: Benchmarks, Budgets, and Trends / Content Marketing Institute // URL: <https://contentmarketinginstitute.com/wp-content/uploads/2022/10/b2b-2023-research-final.pdf> (date of application: 13.10.2024).
9. Dudaiti G. Launching services in complex regions: Strategies and challenges for ride-hailing businesses in USA // Sciences of Europe. 2024. № 146. P. 19-22.

TECHNOLOGICAL DEVELOPMENTS

UDC 628.517.2

Dragina O.G., Kupriyanova O.P., Ryabikova M.S., Nekrasov S.M., Osipov D.Y. Noise measurement at the milling site of the machine assembly shop

Измерение шума на участке фрезерной обработки механосборочного цеха

Dragina Olga Gennadiевна

Candidate of Technical Sciences, Associate Professor
Head of the Department «Technology, Equipment and Automation of Machine-building industries»,

Kupriyanova Olga Pavlovna

Candidate of Technical Sciences, Associate Professor
Associate Professor of the Department «Technology, Equipment and Automation of Machine-building industries»,

Ryabikova Margarita Sergeevna

Master's student of the Moscow State Technical University «STANKIN»,

Nekrasov Savely Mikhailovich

Student

Osipov Dmitry Yurievich

Student

Yegoryevsk Institute of technology (branch)
Moscow State University of Technology «STANKIN»
Yegoryevsk, Russia

Драгина Ольга Геннадьевна

Кандидат технических наук, доцент
Заведующий кафедрой «Технология, оборудование и автоматизация машиностроительных производств»

Куприянова Ольга Павловна

Доцент кафедры «Технология, оборудование и автоматизация машиностроительных производств»

Рябикова Маргарита Сергеевна

Магистрант ФГБОУ ВО «МГТУ «СТАНКИН»

Некрасов Савелий Михайлович

Студент

Осипов Дмитрий Юрьевич

Студент

Егорьевский технологический институт (филиал)
ФГБОУ ВО МГТУ «СТАНКИН»

Егорьевск, Россия

Abstract. *The article discusses the main characteristics of industrial noise, as well as the method of measuring noise at the workplaces of the machining shop at the milling processing site of the branch of JSC "UEC" VMZ Salyut.*

Keywords: *noise, measurement, machining, workshop, production, characteristics, vertical CNC milling machine*

Аннотация. *В статье рассмотрены основные характеристики производственных шумов, а также методика измерения шума на рабочих местах механообрабатывающего цеха на участке фрезерной обработки филиала АО «ОДК» «ВМЗ «Салют».*

Ключевые слова: *шумы, измерение, механообрабатывающий, цех, производство, характеристики, вертикально-фрезерный станок с ЧПУ*

Рецензент: Торопцев Василий Владимирович - кандидат технических наук, доцент.
ФГБОУ ВО «РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева»

Шумом называются звуковые колебания различной интенсивности и частоты, оказывающих вредное или опасное воздействие на организм человека. Самыми распространенными проявлениями воздействия шума на работника машиностроительного предприятия являются: снижение разборчивости речи, утомляемость и снижение производительности труда, появление шумовой патологии (тугоухости) [1-6].

В связи с увеличением производственных мощностей, количества средств технологического оснащения (металлорежущих станков) на участке фрезерной обработки механообрабатывающего цеха АО «ОДК» «ВМЗ «Салют» задача борьбы с производственным шумом остается актуальной. В статье авторами рассмотрен один из способов повышения эффективности оценки механического шума за счет внедрения методики измерения.

По природе возникновения производственный шум можно разделить на механический, аэродинамический, гидравлический, электромагнитный (рис. 1).



Рисунок 1 - Классификация производственных шумов по природе возникновения

Согласно приведенному в СП 51.13330.2011 определению допустимый уровень шума представляет собой «уровень, который не вызывает у человека значительного беспокойства и существенных изменений показателей функционального состояния систем и анализаторов его организма, чувствительных к шуму».

Нормируемыми параметрами постоянного шума на рабочих местах являются:

– *уровни звукового давления* L_p , дБ, в октавных полосах со среднегеометрическими частотами 31,5; 63; 125; 250; 500; 1000; 2000; 4000; 8000 Гц, определяемые по формуле:

$$L_p = 20 \lg P / P_0, \text{ дБ},$$

где P — среднее квадратическое значение звукового давления в определенной полосе частот, Па; $P_0 = 2 \cdot 10^{-5}$ Па — исходное значение звукового давления в воздухе;

– *уровень звука* L_A , дБА, определяемый по формуле:

$$L_A = 20 \lg P_A / P_0,$$

где P_A — среднее квадратическое значение звукового давления с учетом коррекции «А» шумомера, Па.

Оценка постоянного шума на соответствие предельно допустимым уровням должна проводиться как по уровням звукового давления, так и по уровню звука, которые приведены в таблице 1.

Нормируемыми параметрами непостоянного шума на рабочих местах являются:

– *эквивалентный (по энергии) уровень звука* непостоянного шума — уровень звука постоянного широкополосного шума, который имеет такое же среднее квадратическое звуковое давление, что и данный непостоянный шум в течение заданного интервала времени, дБА;

– *максимальный уровень звука*: для колеблющегося во времени и прерывистого шума в дБА; для импульсного шума — в дБА1.

Оценка непостоянного шума на соответствие предельно допустимым уровням должна проводиться как по эквивалентному, так и по максимальному уровням звука (в дБА или дБА1).

Предельно допустимые уровни должны в соответствии с ГОСТ 12.1.003 и СанПиН 2.2.4/2.1.8.10-32-2002 приниматься:

– для тонального и импульсного шума на *5 дБ (дБА) меньше значений*, указанных в таблице 1;

– для шума, создаваемого в помещениях установками кондиционирования воздуха, вентиляции и воздушного отопления, — на 5 дБ (дБА) меньше фактических уровней шума в этих помещениях, если последние не превышают значений, указанных в таблице 1.

При уровне шума выше 80 дБ становится трудно разговаривать, уровень шума 120 дБ вызывает ощущение давления в ушах, при 130-140 дБ шум создает болевое ощущение, при 160 дБ и выше происходит механическое повреждение органов слуха и внутренних органов, при уровнях порядка 180 дБ начинают разрушаться металлические соединения (заклепочные и сварочные швы). Максимальный уровень звука для колеблющегося и прерывистого шума не должен превышать 110 дБА, а для импульсного шума — 125 дБА. Запрещается даже кратковременное пребывание в зонах с уровнем звука или уровнем звукового давления в любой октавной полосе свыше 135 дБА (дБ) [7,9,11,13].

Таблица 1

Допустимые уровни звукового давления, уровни звука на рабочих местах, в
производственных помещениях и на территории предприятия

Рабочие места	Уровень звукового давления, дБ, в октавных полосах со среднегеометрическими частотами, Гц								Уровень звука дБА
	63	125	250	500	1000	2000	4000	5000	
Помещения конструкторских бюро, лабораторий для обработки экспериментальных данных	71	61	54	49	45	42	40	38	50
Помещения управления, рабочие комнаты	79	70	68	58	55	52	50	49	60
Помещения лабораторий для проведения экспериментальных работ	94	87	82	78	75	73	71	70	80
Постоянные рабочие места и рабочие зоны в производственных помещениях и на территории предприятий	99	92	86	83	80	78	76	74	80

При обработке изделий на вертикально-фрезерном станке с ЧПУ МА-655 возникают механические шумы. Причины их появления следующие: наличие в механизмах инерционных возмущающих сил, возникающих из-за движения деталей механизма с переменными ускорениями; соударение деталей в сочленениях вследствие неизбежных зазоров; трение в сочленениях деталей механизмов; ударные процессы и ряд других. [8,12,14]

Допустимые шумовые характеристики металлорежущих станков отдельно регламентируются межгосударственным стандартом ГОСТ 12.2.107-85.

Измерение шума на рабочих местах механообрабатывающего цеха на участке фрезерной обработки проводилось по методике измерений (МИ) эквивалентного уровня звука на рабочем месте на основе стратегии рабочей операции МИ ПКФ-14-011 с изменением № 1 от 09.02.2018 [10].

Настоящий документ разработан в соответствии с ГОСТ Р 8.563-09 Методики выполнения измерений, ГОСТ Р 54500.1-2011/Руководство ИСО/МЭК 98-1:2009 Неопределенность измерения. Часть 1. Введение в руководство по неопределенности измерения, ГОСТ Р 54500.3-2011/Руководство ИСО/МЭК 98-1:2008 Неопределенность измерения. Часть 3. Руководство по выражению неопределенности измерения, РМГ 91-2009 Совместное использование понятий «погрешность измерения» и «неопределенность измерения». Общие принципы.

Методика применима для контроля шума на рабочем месте в помещении предприятия и на территории и предназначена для использования испытательными лабораториями и центрами, выполняющими инструментальный контроль уровней шума с целью гигиенической оценки и специальной оценки условий труда.

Общие сведения:

- Измеряемая величина: скорректированные по А эквивалентные уровни звука на рабочем месте.

- Диапазоны измерения:

- с микр. 14 мВ/Па: 30-151 / 33-150 дБА (зависит от СИ);

- с микр. 50 мВ/Па: 18-140/ 22-139 дБА (зависит от СИ).

- Показатели точности:

- Погрешность измерения в КТ: $\pm 0,7$ дБ (без импульсов), $\pm 1,1$ дБ (при наличии импульсов).

- Расширенная неопределенность УЗ на РМ не превышает 3дБ.

Последовательность измерений:

- Рабочую смену разбивают на несколько операций или технологических циклов известной продолжительности.

- Для каждой рабочей операции проводят серию однократных измерений LAT.

- Рассчитывают эквивалентный уровень звука каждой операции.

- Рассчитывают эквивалентный уровень звука на рабочем месте и оценочный уровень.

Проведение измерений:

- КТ – в месте расположения головы или рядом с ухом.

- Однократные измерения LAT согласно РЭ.

- Серия из не менее 3 измерений (суммарно не менее 10% продолжительности операции).

- Максимальный разброс в серии 3 дБ.

- Длительность однокр. измерения не менее 5 мин до стабилизации LAT (+/-0,2дБ за 10с).

- Идентификация импульсного и (или) тонального шума.

Точность измерений эквивалентного уровня звука в контрольной точке рабочей зоны по данной МИ характеризуется абсолютной погрешностью. Погрешность измерения эквивалентного уровня звука в контрольной точке по данной МИ не превышает +/- 0,7 дБ для шума, не содержащего коротких импульсов, и +/- 1,1 дБ для шума, состоящего из импульсов длительностью от 5 до 100 мс.

Точность измерения эквивалентного уровня звука на рабочем месте по данной МИ характеризуется расширенной неопределенностью при коэффициенте охвата 2, соответствующего уровню доверия 95%. Расширенная неопределенность измерения эквивалентного уровня звука на рабочем месте по данной МИ не превышает 3,0 дБ. Указанные показатели точности установлены из предположения, что продолжительность каждой технологической операции в течение рабочей смены точно определена на основании анализа технологического процесса.

При выполнении измерений на рабочих местах механообрабатывающего цеха на участке фрезерной обработки применялись следующие средства измерения и вспомогательные устройства (табл. 2).

Таблица 2

Средства измерения и сведения о государственной проверке

Наименование средств измерений		Заводской номер средств измерения	Свидетельство о проверке средств измерений, проверено до	Погрешность СИ	Значения параметров окружающей среды в соответствии с рабочими условиями эксплуатации применяемых СИ
Наименование	Тип (модель)				
Шумомер-вибромметр анализатор спектра	ОКТАВА-110А	А 092030	№ С-ГУЦ/25-01-2024/127326092 до 24.01.2025	0,7 дБА	От -10 до +40°С до 90% при +40°С (без конденсата). От 86 до 108 кПа (от 645 до 810 мм рт.ст)

Наименование средств измерений		Заводской номер средств измерения	Свидетельство о проверке средств измерений, проверено до	Погрешность СИ	Значения параметров окружающей среды в соответствии с рабочими условиями эксплуатации применяемых СИ
Наименование	Тип (модель)				
Измеритель параметров микроклимата с шаровым термометром (сфера Вернона)	Метеоскоп-М	38612	№ 207/20-09315п до 02.11.2025	±0,2 °С, ±3%, ±(0,05+0,05V) м/с	Условия эксплуатации измерительно-индикаторного блока: от 20 до +55 °С; от 3 до 90 %. Условия эксплуатации сенсометрического щупа: от 40 до 85 °С; от 9 до 97 %
Дальномер лазерный	Mettro Control 60	00019123	№ С-МА/28-01-2024/127303391 до 27.01.2025	±1,5 мм	От 0 до +40 °С
Калибратор акустический	CAL 200	10169	№ С-Т/27-01-2024/127160946 до 26.01.2025	±0,1 дБ	От -10 до +50°С; От 1% до 90% (без конденсата); 650-1080 мбар (от 487,5 до 810 мм рт.ст.)

Условия окружающей среды в исследуемых помещениях при проведении измерений представлены в таблице 3.

Таблица 3

Условия окружающей среды на рабочих местах механообрабатывающего цеха на
 участке фрезерной обработки

Наименования рабочей зоны	Параметры окружающей среды при проведении измерений
Цех	Температура воздуха: 19,1 °С Атмосферное давление: 756 мм рт.ст. Относительная влажность воздуха: 34 %
Механический участок фрезерной обработки	Температура воздуха: 18,2 °С Атмосферное давление: 730 мм рт.ст. Относительная влажность воздуха: 40 %

Предельно допустимые уровни (ПДУ) шума установлены в соответствии с:

1. СанПиН 1.2.3685-21 [1].
2. МИ ПКФ-14-010 [3].

Отнесение условий труда на рабочем месте к классам (подклассам) условий труда осуществляется в соответствии с пунктами 34-38 и Приложением № 11 к Методике проведения социальной оценки условий труда, являющейся Приложением № 1 к Приказу Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 24 января 2014 № 33н [2, 3].

Результаты измерений (дата проведение измерений 05.08.2024) шума на рабочих местах участка фрезерной обработки механообрабатывающего цеха на приведены в табл. 4.

Таблица 4

Результаты измерений

№ п/п	Наименование фактора, источник, место проведения измерений	Продолжительность воздействия в течении раб. смены 8ч.	Временная характеристика	ПДУ (дБ)	Результаты измерений	Эквивалентный уровень звука в течении раб. смены 8ч.
					(дБ)	(дБ)
1.	Шум: Выполнение всех видов работ на рабочих местах Источник: Производственное оборудование (цех)	12,5%	Непостоянный – колеблющийся во времени	80	83,9	83,4
					82,7	
					83,5	
2.	Шум: Выполнение всех видов работ на рабочих местах Источник: Производственное оборудование (механический участок)	75,0%	Непостоянный – колеблющийся во времени	80	78,8	79,1
					79,7	
					78,9	

Закключение о соответствии требованиям:

Значение показателя 1 (таблица 4) превышает норму. Источником шума по данному показателю является слесарный участок, на котором производится зачистка сварных швов после сварочных операций. Данный участок граничит с участком фрезерного оборудования. Загрузка слесарного участка незначительная, порядка 20%, шум непостоянный, колеблющийся во времени, продолжительность воздействия 12,5% от 8-часовой рабочей смены, эквивалентный уровень звука 83,4 дБ. Согласно карте специальной оценки условий труда, на данной участке применен 3.1 класс (подкласс) условий труда. [15] При выполнении работ работники слесарного участка используют средства индивидуальной защиты (СИЗ).

Измерение показателя 2 проводилось непосредственно на рабочем месте станочника на вертикально-фрезерном станке механообрабатывающего цеха. Значения показателя 2 находятся в норме (таблица 4). Загрузка фрезерного участка составляет 80%, продолжительность воздействия 75% от 8-часовой рабочей смены, эквивалентный уровень звука 79,1 дБ. Согласно карте специальной оценки условий труда, на данной участке применен 2 класс (подкласс) условий труда. [15] Рабочие (фрезеровщики) при выполнении работ СИЗ не используют.

Так как по планировке цеха слесарный участок, граничит с участком фрезерной обработки рекомендациями к снижению шума на пути его распространения могут служить: использование кожухов, экранов; установка звукоизолирующих перегородок между станками и помещениями; размещение на потолке и верхних частях стен помещений звукопоглощающих облицовок.

References

1. The Influence of Occupational Noise Exposure on Cardiovascular and Hearing Conditions among Industrial Workers / X. Li, Q. Dong, B. Wang, H. Songan, B. Zhu // Sci. Rep. – 2019. – Vol. 9. – P. 11524. DOI: 10.1038/541598-019-47901-2
2. Hearing Loss Characteristics of Wokers with Hypertension Exposed to Occupational Noise: A Cross-Sectional Study of 270,033 Participants / B. Wang, L. Han, S. Dai, X. Li, W. Cai, D. Yang, L. Chen, N. Wang, B. Zhu, J. Zhang // Hindawi BioMed Research International. – 2018. – Vol. 2018. – P. 7. DOI: 10.1155/2018/8541638
3. Ciuman R.R. Stria vascularis and vestibular dark cells: characterisation of main structures responsible for homeostasis, and their pathophysiological relations // The Journal of Laryngology & Otology. – 2009. – Vol. 123, № 2. – P. 151–162. DOI: 10.1017/S0022215108002624

4. Dobie R.A. The burdens of age-related and occupational noise-induced hearing loss in the United States // Ear Hear. – 2008. – Vol. 29, № 4. – P. 565–577. DOI: 10.1097/AUD.0b013e31817349ec
5. Kim T.S., Chung J.W. Associations of Dietary Riboflavin, Niacin, and Retinol with Age-related Hearing Loss; An Analysis of Korean National Health and Nutrition Examination Survey Data // Nutrients. – 2019. – Vol. 11, № 4. – P. 896. DOI: 10.3390/nu11040896
6. Spankovich C., Li Prell C.G. Healthy diets, healthy hearing: National health and nutrition examination survey, 1999–2002 // Int. J. Audiol. – 2013. – Vol. 52, № 6. – P. 369–376. DOI: 10.3109/14992027.2013.780133
7. СанПиН 1.2.3685-21 «Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания» // СПС КонсультантПлюс.
8. Технологическое обеспечение качества / В. А. Макаров, О. Г. Драгина, М. И. Седых, П. С. Белов. – Москва; Берлин : ДиректМедиа, 2015. – 101 с. – ISBN 978-5-4475-4080-7. – EDN UDINFF.
9. Приказ Минтруда России от 24.01.2014 N 33н (ред. от 27.04.2020).
10. МИ ПКФ-14-011. Методика измерений эквивалентного уровня звука на рабочем месте на основе стратегии рабочей операции.
11. Девисилов В. А. Охрана труда: учебник. — 3-е изд., испр. и доп. — М.: ФОРУМ: ИНФРА-М, 2013. — 448 с.
12. Рябов, С.А. Современные фрезерные станки и их оснастка: учеб. Пособие; ГУ КузГТУ. - Кемерово, 2006. – 102 с.
13. ГОСТ 12.1.003-2014 Система стандартов безопасности труда. Шум. Общие требования безопасности. — М.: Стандартиформ, 2014 — 45 с.
14. Асташков В.А., Миканов А.П. Исследование шума в механических цехах // Машиностроитель. 2002. - №8. - С.50-52
15. Федеральный закон от 28.12.2013 N 426-ФЗ (ред. от 24.07.2023) "О специальной оценке условий труда" (с изм. и доп., вступ. в силу с 01.09.2023)

UDC 681.3:004.6

Israfilov A. Development of multifactor authentication technologies and their impact on information system security

Israfilov Anar,
master's degree,
Cyberoon Enterprise

***Abstract.** Technologies of multifactor authentication (MFA), which combine multiple identification factors, provide effective protection of data against unauthorized access. This article examines the development of MFA and its impact on enhancing the security level of information systems. The main focus is on modern MFA methods, including biometrics, tokens, and one-time passwords, as well as their integration into corporate and user systems. The risks and vulnerabilities associated with MFA implementation are also discussed. The necessity for further research aimed at improving the user experience and increasing the resilience of MFA technologies against cyberattacks and privacy threats is emphasized.*

***Keywords:** multifactor authentication (MFA), information security, cyber threats, biometrics, tokens, one-time passwords.*

Introduction

In the context of the rapid development of technologies and the constant rise of cyber threats, the security of information systems has become a top priority for organizations and individual users. Traditional authentication methods that rely solely on passwords often fail to provide the necessary level of protection.

Multifactor authentication (MFA) is a method of confirming a user's identity that requires the presentation of more than one factor for access to a system or service. This method offers an effective solution to this problem by combining several means of verifying a user's identity, such as knowledge (e.g., passwords), possession (tokens or mobile devices), and biometric data (fingerprints, facial recognition). This significantly enhances security and complicates unauthorized access to systems.

However, the implementation of MFA is associated with certain challenges, such as the need for additional investments, integration complexities, and potential inconveniences for users. The aim of this research is to analyze the development of MFA technologies and their impact on the security of information systems, as well as to identify existing issues and possible directions for further research in this area.

Main part. Core concepts and principles of MFA

As previously mentioned, **MFA** is a method of confirming a user's identity that requires the presentation of one or more factors for access to a system. The main factors can be divided into three categories [1]. One of the most common factors is **something the user knows** – this can be a password, PIN code, or answer to a security question. This factor is traditionally the most vulnerable, as passwords can be stolen through phishing, data leaks, and other methods.

There is also a factor that represents **something the user possesses** – this can be a physical device, such as a mobile phone, token, or smart card. The user needs to have this device during authentication, which adds an additional level of security.

Another method of MFA involves **something that is the user**. This includes biometric data such as fingerprints, facial recognition, or iris recognition. Biometric methods provide a high level of security since they are unique to each individual.

The principle behind MFA is that, for successful authentication, the user must go through several levels of verification. This creates a **multilayered defense**, which significantly complicates the task for intruders. For example, even if a user's password is stolen, access to the system will be hindered without the second factor.

Among the most common solutions based on MFA are **one-time passwords (OTP)** – passwords generated on the user's device, sent via SMS or email, and valid only for a limited time. They reduce the risk of compromising account credentials, as even if an intruder gains access to the password, they will not be able to use the OTP, which expires quickly. There are also **tokens and smart cards** – devices that require the user's physical presence. For instance, RSA tokens or YubiKey can be used in conjunction with a password. This significantly complicates the task for intruders, as they cannot gain access remotely [2].

The development of MFA can be divided into several stages. In the early 2000s, the focus was on passwords as the sole means of authentication. However, with the rise in cyberattacks and data leaks, the need for more secure methods became evident. During this time, technologies such as one-time passwords and tokens began to emerge.

According to a report by the FIDO Alliance [3], there has been a significant increase in the use of biometric methods from 2010 to 2017. This is attributed to improvements in technology and the availability of devices capable of performing biometric authentication (fig.1).

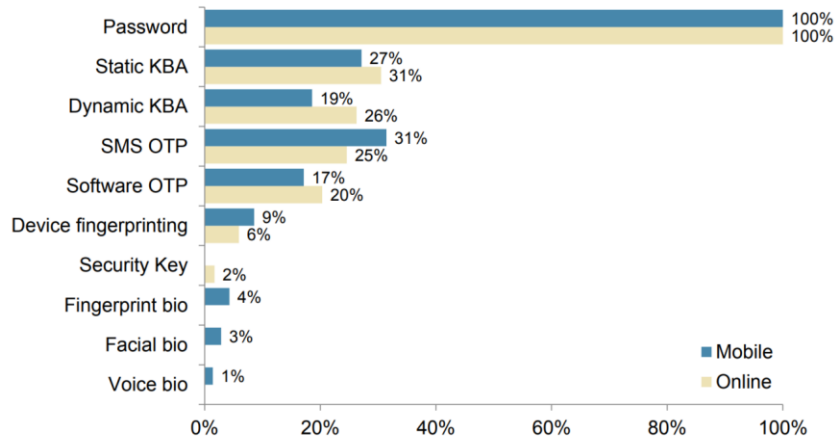


Figure 1. The ratio of different authentication methods from 2010 to 2017 [3]

Current trends in information security are leading organizations to increasingly favor comprehensive solutions that incorporate multiple authentication methods. For example, contextual authentication, which takes into account the user's location, device type, and access time, is becoming more popular.

Moreover, the rise of mobile devices and cloud services is driving demand for solutions that ensure data security without compromising the user experience [4]. This creates a need for the development of more user-friendly and intuitive interfaces for authentication.

The impact of MFA on the security of information systems

Technologies MFA significantly enhance the security of account credentials and systems. However, some authentication methods have their vulnerabilities that can be exploited by malicious actors. For example, the transmission of **one-time passwords (OTP)** via SMS is susceptible to **man-in-the-middle (MITM)** attacks and interception. According to guidance from the **Cybersecurity and Infrastructure Security Agency (CISA)**, SMS and voice calls are not recommended as secondary factors due to the vulnerabilities of communication protocols [5]. The report also emphasizes that even with MFA in place, **phishing attacks** can be used to trick users into providing a second form of authentication.

Social engineering remains one of the most effective methods for bypassing MFA. Attackers can employ phishing techniques or fake confirmation requests to deceive users into providing additional data. For instance, in cases involving push notifications, users sometimes automatically approve requests without verifying their authenticity, which attackers can exploit [6].

Incorporating **biometric data** into authentication systems introduces a distinct set of risks due to the unique and permanent nature of this information. In cases of a biometric data breach, the consequences can be far more severe and lasting than with other forms of

authentication, such as passwords. Unlike a password, which can be reset or changed in response to a security compromise, biometric data – such as fingerprints, facial recognition, or iris patterns – are intrinsic and unalterable attributes of an individual. This limitation creates a long-term vulnerability, as compromised biometric data cannot be «reset» in the traditional sense, leaving affected users at perpetual risk of identity misuse. Consequently, while biometrics offer a high level of security, the potential for irreversible impact in the event of a leak necessitates additional safeguards and secure handling protocols for these sensitive identifiers.

The use of MFA based on hardware tokens and biometrics requires protection at both the device and software levels. Recent studies show that vulnerabilities can arise in the devices themselves, such as in tokens or biometric authentication devices, necessitating constant software updates and monitoring for potential threats. To better understand the strengths and weaknesses of various authentication approaches, the following table 1 provides a detailed comparison of authentication mechanisms for personal devices and online resources.

Table 1

Comparison of authentication mechanisms for personal devices and online resources [7]

Criterion	Personal devices	Online resources
Types of authentication factors	Password, biometrics, PIN, token.	Password, one-time code (OTP), biometrics, push notifications.
Ease of use	High for biometrics and PIN; moderate for passwords.	High for push notifications; moderate for OTP and passwords.
Security level	High with biometrics; moderate with PINs and passwords.	High with two-factor authentication; moderate with passwords.
Susceptibility to attacks	Physical access can simplify a breach.	Phishing, MITM attacks for passwords and one-time codes.
Advantages	Fast access, no reliance on network connection.	Enables remote authentication, user-friendly.
Disadvantages	Risk of device loss; vulnerability in case of data theft.	Potential compromise via phishing and data interception.
Frequency of updates	Not required for biometrics; necessary for passwords.	Regular updates to enhance security.
Examples of Solutions	Touch ID, Face ID, PIN codes, physical tokens (YubiKey).	Two-factor authentication, OTP, push notifications.

Although MFA significantly enhances security, it is important to remember that it is not a universal solution. To maximize its effectiveness, organizations should implement additional security measures alongside MFA, such as regular monitoring of authentication logs to detect any unusual login patterns. Policies for prompt response to security incidents, including immediate revocation of compromised credentials, are also essential. Moreover, integrating

MFA with other protective technologies, like secure access gateways and encryption, can help further protect sensitive data.

Prospects for the development of MFA in the context of digital transformation

The rapid digital transformation across various industries has created new challenges and opportunities for enhancing the security of information systems. MFA is increasingly recognized as a critical component in building secure digital infrastructures, and its future development promises to address both security demands and usability challenges within this evolving landscape [8].

One of the primary trends in MFA development is the shift **towards passwordless authentication**. Traditional password-based methods, long vulnerable to brute-force attacks, phishing, and poor management, are gradually being replaced by solutions that use biometric verification, device-based identification, and cryptographic keys. These innovations streamline the authentication process while effectively reducing risks related to password misuse and theft. With entities like the FIDO Alliance promoting standards for passwordless technologies, these methods are anticipated to gain traction, particularly in sectors requiring high security, such as finance, healthcare, and government.

Artificial Intelligence (AI) and Machine Learning (ML) are playing an increasingly central role in MFA, enhancing adaptability through what is known as adaptive authentication. By evaluating contextual data – such as user behavior, device location, and network conditions – AI-driven MFA systems can analyze patterns and detect anomalies to adjust authentication requirements based on perceived risk. This approach not only strengthens security but also maintains a user-friendly experience, particularly valuable in detecting sophisticated threats and dynamically adapting to diverse user environments.

Biometric authentication is also advancing rapidly, with **new technologies such as voice and gait recognition** emerging alongside more traditional methods like facial recognition, fingerprint scanning, and iris recognition. Multi-biometric systems, which combine two or more biometric factors, offer higher accuracy and security by overcoming the limitations of a single biometric modality. These advancements address existing challenges, such as privacy concerns and spoofing vulnerabilities, through secure encryption, dedicated storage, and enhanced liveness detection, potentially expanding biometric applications across a range of sectors.

In addition to biometric innovation, **blockchain** technology offers promising potential for decentralized MFA solutions. Blockchain's distributed ledger can store identity verification data in a secure and transparent manner, removing reliance on a central authority and significantly reducing the risk of single points of failure. Decentralized authentication systems built on blockchain could enhance user privacy while providing a tamper-proof method of

verifying identities across multiple platforms. This development may also facilitate interoperability across different MFA systems, laying the groundwork for a unified digital identity infrastructure. However, to realize the full potential of blockchain-based authentication, efforts toward standardization and collaboration will be essential.

The development of MFA technologies also includes a stronger focus on user-centric security, particularly as the demand for intuitive, accessible security solutions grows. Usability remains a critical factor for the adoption of MFA, especially in the consumer sector, where users may resist overly complex authentication procedures. Future developments are likely to prioritize streamlined experiences, minimizing authentication steps while integrating MFA directly into user devices and applications. For instance, wearable devices and continuous biometrics may provide seamless verification throughout a session, enhancing both security and user convenience.

As digital threats evolve, **hybrid MFA** systems that combine different authentication factors offer increased flexibility and a more adaptive security model. This approach allows organizations to implement customized security protocols tailored to varying levels of risk, user preferences, and specific situations, thereby ensuring both security and scalability. Hybrid MFA systems that incorporate both on-premises and cloud-based elements are well-suited for organizations with diverse security needs, enabling modular architectures that can adapt to emerging threats.

Conclusion

The development of MFA technologies significantly impacts the enhancement of information systems' security. MFA provides reliable data protection by combining several identification factors, thereby making unauthorized access more difficult. Although the implementation of multi-factor authentication requires additional investments and may present some challenges for users, its advantages significantly outweigh potential drawbacks.

Analysis of existing solutions has shown that a combination of different authentication factors, including one-time passwords, biometric data, and tokens, provides layered security. However, to counter the growing cyber threats, organizations must not only utilize MFA but also implement comprehensive security measures, such as regular software updates and user training. In conclusion, it can be noted that multi-factor authentication continues to evolve, and further research in this area will focus on improving and enhancing the user experience without compromising security.

References

1. Mwaheb A. Blockchain-based multi-factor authentication: A systematic literature review // Internet of Things. – 2023. – № 23.
2. Sidorov D. Asynchronous programming techniques and their impact on user experience in modern web applications // Znanstvena misel journal. – 2024. – № 94. – P. 62-65.
3. The-State-of-Authentication-Report / Fido Alliance // URL: <https://fidoalliance.org/wp-content/uploads/The-State-of-Authentication-Report.pdf> (date of application: 03.10.2024).
4. Dudak A.A. Review of approaches to the development of scalable project management systems based on modern frontend technologies // Trends in the development of science and education. – 2024. – No. 113(6). – P. 22-25.
5. Multi-Factor Authentication / CISA // URL: <https://www.cisa.gov/sites/default/files/publications/cisa-multi-factor-authentication.pdf> (date of application: 07.10.2024).
6. Kanojia B. Authentication Bypass Through Social Engineering // Cybercrime in Social Media. – 2023. – 1st Edition. – P. 20.
7. Mohammed A. H. Y., Dziauddin R. A., Latiff L. A. Current multi-factor of authentication: Approaches, requirements, attacks and challenges // International Journal of Advanced Computer Science and Applications. – 2023. – V. 14. – №. 1.
8. Kantipudi R., Mallavarapu A. S. K., Rajagopal S. M., Kagolanu M. A Comprehensive Analysis on using Multifactor Authentication System for Three Level Security // 2024 2nd International Conference on Intelligent Data Communication Technologies and Internet of Things (IDCIoT). – IEEE, 2024. – P. 498-503.

UDC 621.391.8

Kachnov A.V., Prasolov A.A., Roshchinsky R.S., Sopov D.A. Development of mobile network analyzer

Разработка анализатора сетей сотовой связи

Kachnov Andrey Vladimirovich,

Senior instructor of the Department of Wireless Technologies and Systems, SPbSUT

Prasolov Alexander Alexandrovich,

Cand. of Eng. Sc., Asc. Prof. of the Department of Wireless Technologies and Systems, SPbSUT

Roshchinsky Roman Sergeevich,

Assistant of the Department of Wireless Technologies and Systems, SPbSUT

Sopov Dmitry Alexandrovich,

Lecturer of the Department of Wireless Technologies and Systems, SPbSUT

Качнов Андрей Владимирович,

Старший преподаватель кафедры Беспроводных Технологий и Систем,

СПбГУТ им. проф. М.А. Бонч-Бруевича

Прасолов Александр Александрович,

к.т.н., Доцент кафедры Беспроводных Технологий и Систем,

СПбГУТ им. проф. М.А. Бонч-Бруевича

Рощинский Роман Сергеевич,

Ассистент кафедры Беспроводных Технологий и Систем,

СПбГУТ им. проф. М.А. Бонч-Бруевича

Сопов Дмитрий Александрович,

Преподаватель кафедры Беспроводных Технологий и Систем,

СПбГУТ им. проф. М.А. Бонч-Бруевича

Abstract. *The issue of radio measurement is a hot topic, as the quality of a deployed or planned network affects the ability of subscribers to make calls, send text messages and use the mobile internet. To solve these problems, measurement systems have been developed that can help telecom operators or industry enterprises to solve the necessary problems. This paper presents the development of a measurement device to address the issues of mobile network coverage quality, and subsequently to assess the quality of services provided.*

Keywords: *cellular communication, measurements, communication quality, SIMCOM, signal levels*

Аннотация. *Вопрос проведения радиоизмерений является весьма актуальным вопросом, так как качество развернутой или планируемой сети влияет на возможность абонентов совершать звонки, отправлять текстовые сообщения и использовать мобильный интернет. Для решения этих задач разработаны измерительные комплексы, способные помочь операторам связи или отраслевым предприятиям решать необходимые задачи. В данной работе представлена разработка измерительного устройства, для решения вопросов качества покрытия сетей сотовой связи, а в дальнейшем и оценки качества предоставляемых услуг.*

Ключевые слова: *сотовая связь, измерений, качество связи, SIMCOM, уровни сигналов*

Рецензент: Торопцев Василий Владимирович - кандидат технических наук, доцент.
ФГБОУ ВО «РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева»

С 2019 года ведутся работы по разработке макетов для измерения параметров сетей сотовой связи. В работе [1] был представлен один из первых прототипов, в котором описаны общая структурная схема измерительного устройства и способы подключения радиомодуля. Приведена сравнительная характеристика различных радиомодулей и модулей обработки информации. На основе полученных данных было принято решение разработать устройство на базе микрокомпьютера Raspberry Pi 3 Model и радиомодуля SIMCom SIM7600E-H.

Следующим этапом стала разработка программного обеспечения для абонентских терминалов под управлением операционной системы Android. В работах [2–3] представлена сравнительная характеристика измерительных комплексов и описана собственная разработка. Однако при апробации программного обеспечения были выявлены проблемы, которые могут повлиять на точность получаемых результатов.

С учётом двух реализованных прототипов было принято решение усовершенствовать вариант анализатора сетей сотовой связи на основе микрокомпьютера Raspberry Pi 3 Model.

Структурная схема, показанная на рисунке 1, содержит общие элементы с работой [2], но вместо одного радиомодуля было решено использовать несколько. Это решение позволит сократить объём работы и время на проведение измерений по исследуемому маршруту. Например, в макете могут быть задействованы три модема, работающие в сети LTE, но подключённые к различным операторам связи.

Модемы SIMCom SIM7600E-H подключены к USB-хабу, который позволяет использовать до шести модемов. Седьмой порт хаба используется для резервного питания сенсорного экрана. Взаимодействие с модемами осуществляется через AT-команды, описанные в документации [4]. Электропитание обеспечивается внешним аккумулятором ёмкостью 50 000 мА*ч.

Корпус макета был напечатан на 3D-принтере, его габариты составляют 280×170×240 мм. Поскольку используются несколько модемов, антенные выходы были размещены с разносом в четверть длины волны. Для управления устройством используется 7-дюймовый сенсорный IPS/TN AIDA64 ЖК-дисплей, прикреплённый к передней части устройства.

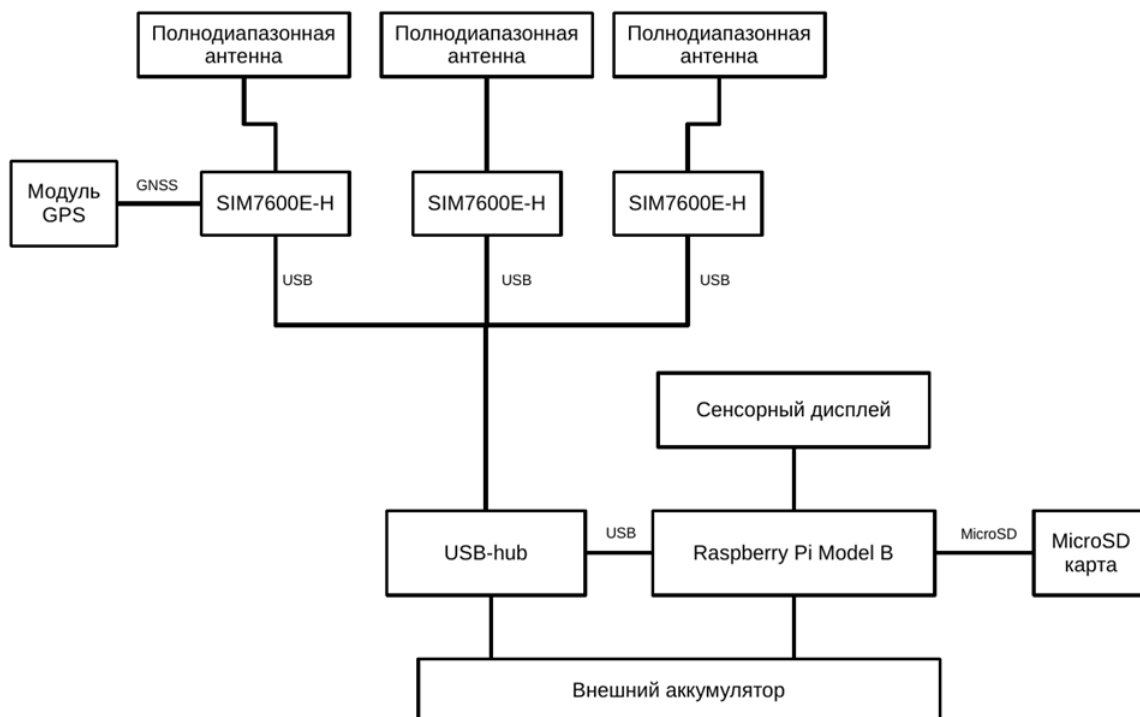


Рисунок 1. Структурная схема разработанного измерительного устройства

Программная часть макета была разработана на языке C++ в среде Qt Creator. В качестве эталона функционала выбрана программа для абонентских терминалов, которая выводит параметры сотовой сети, записывает лог-файлы и позволяет менять предпочтительную сеть. Были реализованы следующие функции: GeoPositionInfo, ModemControl и SearchSerialPort. Блок-схема программы представлена на рисунке 2.

- **SearchSerialPort** отвечает за поиск доступных серийных портов, связанных с модемом, и проверку модемов по IMEI.
- **ModemControl** управляет модемом, отправляет AT-команды, обрабатывает ответы и работает с сессией GPS. В настоящее время используются команды для получения информации о сотах, выбора предпочтительной сети и частотного диапазона и совершения звонка.
- **GeoPositionInfo** обеспечивает работу с GPS, чтение и обработку данных о местоположении.

Для фиксации параметров сети сотовой связи был реализован функционал записи лог-файлов в формате CSV.

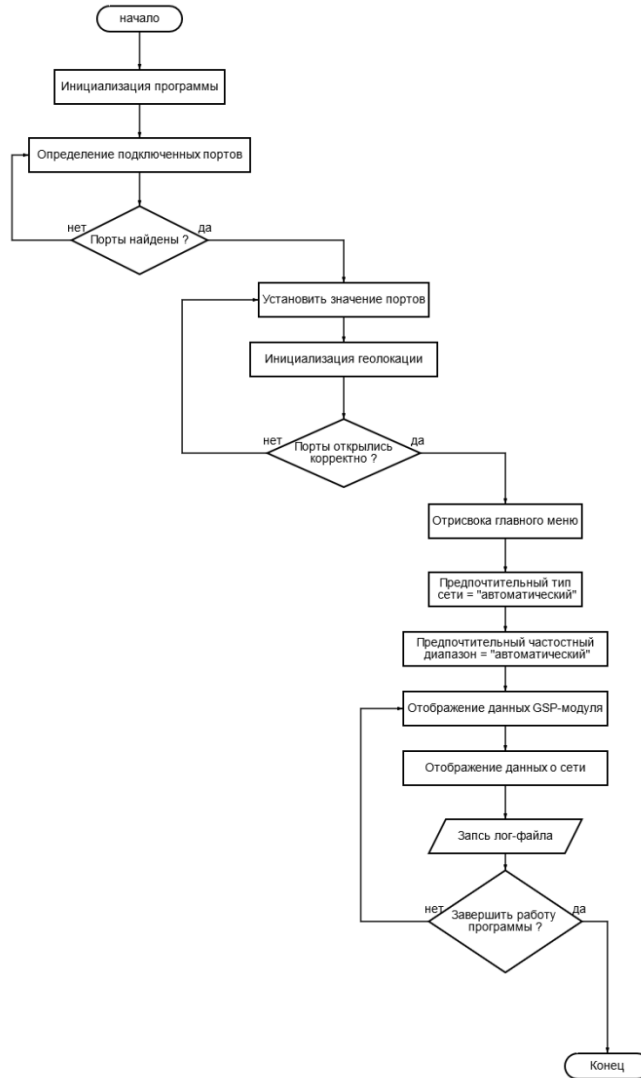


Рисунок 2. Блок-схема разработанного программного обеспечения

Интерфейс устройства состоит из одного информационного окна, в котором отображается функционал программы. На рисунке 3 представлено основное рабочее окно программы с двумя активными модемами. Реализованы кнопки для начала записи лог-файлов, смены типа сети и выключения устройства. При смене типа сети открывается отдельное окно для выбора модема, на котором необходимо изменить настройки. Пример интерфейса для смены настроек модема представлен на рисунке 4.

Также, реализована возможность совершать звонки с определенного модема, для оценки качества сети в исследуемых маршрутах, однако данная функция находится в разработке и постепенно отлаживается.

The screenshot displays the main interface of the application. At the top, it shows the time and date as 21.10.2024, 21:16:06, and the speed as 0.00 км/ч. Below this, the coordinates are listed as latitude: 60.0526629667 and longitude: 30.4350789000. The interface is divided into two columns for Modem 1 and Modem 4, each displaying detailed network parameters such as Network Type, MCC_MNC, Cell ID, TAC, Band, BW, Uplink, Downlink, RSSI, RSRP, RSRQ, and SNR. At the bottom, there are five buttons: 'Начать запись', 'Позвонить', 'Завершить вызов', 'Настройки', and 'Выход'.

Рисунок 3. Основное окно программы

This screenshot shows a configuration menu for network settings. It starts with a dropdown menu for 'Выберите модем:' set to 'Модем 1'. Below it is another dropdown for 'Выберите режим сети:' set to 'Автоматический'. The main section is titled 'Выбор Band' and is organized into three columns: 'GSM и WCDMA', 'LTE FDD', and 'LTE TDD (пока пусто)'. Under 'GSM и WCDMA', there are two options: 'GSM DCS 1800 (7 бит)' and 'GSM EGSM 900 (8 бит)'. Under 'LTE FDD', there are three options: 'EUTRAN BAND 1 (0 бит)', 'EUTRAN BAND 3 (2 бит)', and 'EUTRAN BAND 7 (6 бит)'. At the bottom of the menu, there are two buttons: 'Применить' and 'По умолчанию'.

Рисунок 4. Меню смены режима сети и выбора частотного диапазона

Заключительным этапом разработки макета стало тестирование его функционала в реальных условиях. После подачи питания начинается инициализация программного обеспечения, далее происходит определение задействованных портов. Если порты найдены, информация начинает отображаться на экране. На рисунке 5 представлен собранный макет.

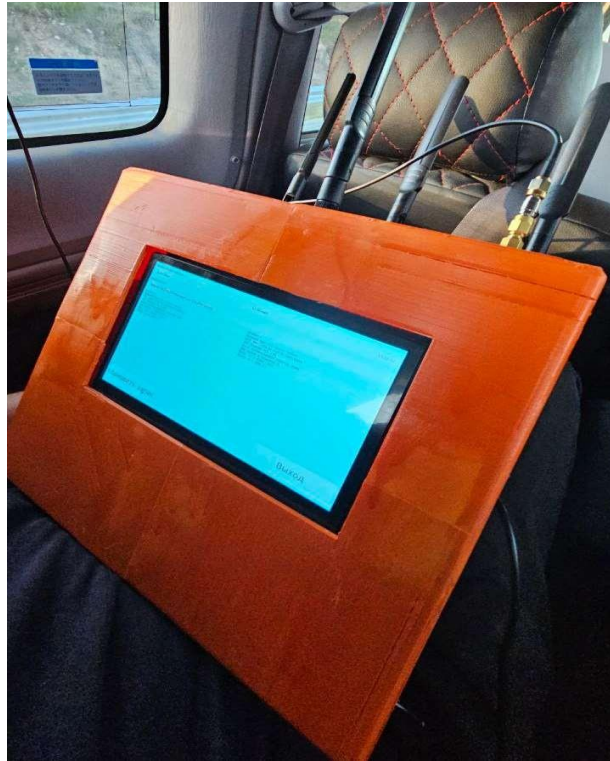


Рисунок 5. Собранный макет анализатора сетей радиосвязи

На данном этапе итогом работы комплекса является формирование лог-файла с записью всей полученной информации с модемов. Пример итогового лог-файла приведён на рисунке 6.

Band	Bandwidths MHz	Earfcn	Uarfcn	Arfcn	UL MHz	DL MHz	PCI	PSC	RNC	BSIC	RSSI dBm	RSRP dBm	RSCP dBm	RSRQ dB	SNR dB
EUTRAN-BAND7	Uplink: 5 Downlink: 5	2850-	-	-	-	-	202-	-	-	-	-48	-79.3	-	-11.3	13
EUTRAN-BAND7	Uplink: 5 Downlink: 5	2850-	-	-	-	-	202-	-	-	-	-47.3	-79.2	-	-11.7	13
EUTRAN-BAND7	Uplink: 5 Downlink: 5	2850-	-	-	-	-	202-	-	-	-	-46.8	-78.2	-	-11.1	12
EUTRAN-BAND7	Uplink: 5 Downlink: 5	2850-	-	-	-	-	202-	-	-	-	-44.9	-76.3	-	-11.2	15
EUTRAN-BAND7	Uplink: 5 Downlink: 5	2850-	-	-	-	-	202-	-	-	-	-44.9	-76.3	-	-11.2	15
EUTRAN-BAND7	Uplink: 5 Downlink: 5	2850-	-	-	-	-	202-	-	-	-	-44.9	-76.3	-	-11.2	15
EUTRAN-BAND7	Uplink: 5 Downlink: 5	2850-	-	-	-	-	202-	-	-	-	-44.9	-76.3	-	-11.2	15
EUTRAN-BAND7	Uplink: 5 Downlink: 5	2850-	-	-	-	-	202-	-	-	-	-33.7	-63.7	-	-10.8	19
EUTRAN-BAND7	Uplink: 5 Downlink: 5	2850-	-	-	-	-	202-	-	-	-	-33.2	-65.9	-	-12	17
EUTRAN-BAND7	Uplink: 5 Downlink: 5	2850-	-	-	-	-	202-	-	-	-	-42.9	-74.8	-	-11.1	15
EUTRAN-BAND7	Uplink: 5 Downlink: 5	2850-	-	-	-	-	202-	-	-	-	-	-48	-79-	-11.4	12
EUTRAN-BAND7	Uplink: 5 Downlink: 5	2850-	-	-	-	-	202-	-	-	-	-48.6	-80.6	-	-12.7	9
EUTRAN-BAND7	Uplink: 5 Downlink: 5	2850-	-	-	-	-	202-	-	-	-	-46.4	-77.9	-	-11.4	12
EUTRAN-BAND7	Uplink: 5 Downlink: 5	2850-	-	-	-	-	202-	-	-	-	-44.7	-76.4	-	-11.6	11
EUTRAN-BAND7	Uplink: 5 Downlink: 5	2850-	-	-	-	-	202-	-	-	-	-46.9	-78.8	-	-11.6	12
EUTRAN-BAND7	Uplink: 5 Downlink: 5	2850-	-	-	-	-	202-	-	-	-	-49.4	-80.7	-	-12.1	12
EUTRAN-BAND7	Uplink: 5 Downlink: 5	2850-	-	-	-	-	202-	-	-	-	-48.8	-81.8	-	-13	13
EUTRAN-BAND7	Uplink: 5 Downlink: 5	2850-	-	-	-	-	202-	-	-	-	-46.9	-80.6	-	-13.4	11
EUTRAN-BAND7	Uplink: 5 Downlink: 5	2850-	-	-	-	-	202-	-	-	-	-	-48	-80.9	-13	12
EUTRAN-BAND7	Uplink: 5 Downlink: 5	2850-	-	-	-	-	202-	-	-	-	-50.2	-82-	-	-13.2	9
EUTRAN-BAND7	Uplink: 5 Downlink: 5	2850-	-	-	-	-	202-	-	-	-	-50.3	-83.2	-	-12.7	10
EUTRAN-BAND7	Uplink: 5 Downlink: 5	2850-	-	-	-	-	202-	-	-	-	-47.5	-80.2	-	-12.7	11
EUTRAN-BAND7	Uplink: 5 Downlink: 5	2850-	-	-	-	-	202-	-	-	-	-48.7	-80.7	-	-12.2	11
EUTRAN-BAND7	Uplink: 5 Downlink: 5	2850-	-	-	-	-	202-	-	-	-	-47.5	-80.4	-	-13.4	10

Рисунок 6. Пример итогового лог-файла

Таким образом, поставленная цель была достигнута и новый макет анализатора сетей радиосвязи не только обладает функциями не уступающим предыдущим версиям, но и обладает определенными преимуществами.

- отображение данных о принимаемых сигналах;
- отображение информации об обслуживающей базовой станции;
- изменение предпочтительного типа сети;
- изменение предпочтительного частотного диапазона;
- реализация возможности совершения звонков;
- использование одновременно до 6 модемов с различными настройками;
- запись получаемой информации в реальном времени и сохранение в базу данных с последующей возможностью редактирования и анализа всех активным модемов;

Научная статья подготовлена в рамках прикладных научных исследований СПбГУТ, регистрационный номер 1023031600087-9-2.2.4;2.2.5;2.2.6;1.2.1;2.2.3 в ЕГИСУ НИОКТР.

References

1. Бабанов, И. А., Прасолов, А. А., Федоров, А. С., & Воробьев, О. В. (2020). Разработка многоцелевого тестера мобильной связи. *International journal of professional science*, (12), 89-99.
2. Прасолов, А. А., Рощинский, Р. С., Федоров, А. С., & Чудинов, Д. М. (2023). АНАЛИЗ УРОВНЯ РАЗВИТИЯ И РЕАЛИЗАЦИИ РОССИЙСКИХ И ЗАРУБЕЖНЫХ СИСТЕМ ПРОВЕДЕНИЯ РАДИОИЗМЕРЕНИЙ И ОЦЕНКИ КАЧЕСТВА ПОКРЫТИЯ СЕТЕЙ МОБИЛЬНОЙ СВЯЗИ. In СБОРНИК МАТЕРИАЛОВ (тезисов) 52-Й МЕЖДУНАРОДНОЙ КОНФЕРЕНЦИИ «МОБИЛЬНЫЙ БИЗНЕС: ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ И РЕАЛИЗАЦИИ СИСТЕМ РАДИОСВЯЗИ В РОССИИ И ЗА РУБЕЖОМ» (р. 13).
3. Прасолов, А. А., Рощинский, Р. С., Федоров, А. С., & Чудинов, Д. М. (2023). ОБЗОР СИСТЕМ ПРОВЕДЕНИЯ РАДИОИЗМЕРЕНИЙ И ОЦЕНКИ КАЧЕСТВА ПОКРЫТИЯ СЕТЕЙ МОБИЛЬНОЙ СВЯЗИ. *Экономика и качество систем связи*, (4 (30)), 85-102.
4. SIM7500_SIM7600 Series_AT Command Manual [Электронный ресурс]. URL: https://simcom.ee/documents/SIM7600C/SIM7500_SIM7600%20Series_AT%20Command%20Manual_V1.01.pdf (дата обращения 20.10.2024)

UDC 621.391.8

Kachnov A.V., Prasolov A.A., Roshchinsky R.S., Sopov D.A. Comparative analysis of cellular networks parameters based on subscriber terminals and proprietary measurement layout

Сравнительный анализ параметров сетей сотовой связи на основе абонентских
терминалов и собственного измерительного макета

Kachnov Andrey Vladimirovich,

Senior instructor of the Department of Wireless Technologies and Systems, SPbSUT

Prasolov Alexander Alexandrovich,

Cand. of Eng. Sc., Asc. Prof. of the Department of Wireless Technologies and Systems, SPbSUT

Roshchinsky Roman Sergeyeovich,

Assistant of the Department of Wireless Technologies and Systems, SPbSUT

Sopov Dmitry Alexandrovich,

Lecturer of the Department of Wireless Technologies and Systems, SPbSUT

Качнов Андрей Владимирович,

Старший преподаватель кафедры Беспроводных Технологий и Систем,

СПбГУТ им. проф. М.А. Бонч-Бруевича

Прасолов Александр Александрович,

к.т.н., Доцент кафедры Беспроводных Технологий и Систем,

СПбГУТ им. проф. М.А. Бонч-Бруевича

Рощинский Роман Сергеевич,

Ассистент кафедры Беспроводных Технологий и Систем,

СПбГУТ им. проф. М.А. Бонч-Бруевича

Сопов Дмитрий Александрович,

Преподаватель кафедры Беспроводных Технологий и Систем,

СПбГУТ им. проф. М.А. Бонч-Бруевича

Abstract. The article considers solutions for radio measurements, their capabilities and functionality. Two software products were developed on the basis of the conducted research: one for measurements and data recording of cellular networks, the second - for post-analysis of the results. The paper also presents the results of testing of devices based on SIMCom SIM7600E-H modems and Samsung S23 Ultra phone, which provides access to a larger number of radio channel parameters. The accuracy of GPS coordinates and signal quality parameters such as RSSI, RSRP, RSRQ and SNR between the two devices were compared. Both devices showed comparable accuracy in signal strength measurements. The main focus is on analyzing the acceptable error, which varies depending on the parameter and measurement conditions, and the importance of signal quality assessment in determining network coverage.

Keywords: radio measurements, cellular, measurements, LTE, SIM7600E-H, signal quality

Аннотация. В статье рассмотрены решения для проведения радиоизмерений, их возможности и функционал. На основе проведенных исследований были разработаны два программных продукта: один для измерений и записи данных сетей сотовой связи, второй – для пост-анализа результатов. В работе также представлены результаты тестирования устройств на основе модемов SIMCom SIM7600E-H и телефона Samsung S23 Ultra, который обеспечивает доступ к большому числу параметров радиоканала. Проведено сравнение точности GPS-координат и параметров качества сигнала, таких как RSSI, RSRP, RSRQ и SNR, между двумя устройствами. Оба устройства продемонстрировали сопоставимую точность измерений уровня сигнала. Основной акцент сделан

на анализ допустимой погрешности, которая варьируется в зависимости от параметра и условий измерений, а также на важность оценки качества сигнала для определения покрытия сети.

Ключевые слова: радиоизмерения, сотовая связь, измерений, LTE, SIM7600E-H, качество сигнала

Рецензент: Торопцев Василий Владимирович - кандидат технических наук, доцент.
ФГБОУ ВО «РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева»

В работах [1–4] рассмотрены решения для проведения радиоизмерений, их возможности и функционал. На основе этих исследований было разработано два программных обеспечения: первое — для проведения радиоизмерений и записи в лог-файл первичных параметров сетей сотовой связи, второе — для пост-анализа полученных данных [5–6]. Программные продукты дорабатывались, в них добавлялись новые функции, однако при апробации были выявлены недостатки и ограничения.

В работе [7] были проанализированы различные абонентские терминалы, на которых проводилось тестирование программного обеспечения. В ходе исследования было выявлено, что большинство терминалов не предоставляет доступ ко всей информации о сети, что может повлиять на результаты измерений. В качестве вывода была предложена разработка собственного измерительного макета на основе модемов SIMCom Wireless Solutions модели SIM7600E-H. Эти модемы поддерживают все необходимые диапазоны частот: LTE-FDD, LTE-TDD, HSPA+, UMTS, EDGE, GPRS и GSM, аналогично абонентским терминалам.

Разработанный макет будет сравниваться с телефоном Samsung S23 Ultra, поскольку, как показано в работе [7], данный телефон предоставляет доступ к большинству параметров радиоканала, за исключением некоторых. Кроме того, выбранный абонентский терминал оснащён чипсетом Qualcomm Snapdragon 8 Gen 2. Модем SIM7600E-H построен на базе процессора ARM Cortex-A7 1.3GHz, также от Qualcomm. Данные условия позволяют обоснованно сравнивать два устройства.

Для сравнения макета на базе модемов и абонентского терминала необходимо реализовать минимальный функционал, существующий в текущем программном обеспечении: вывод уровней сигналов, информацию об обслуживающей базовой станции, получение координат, запись лог-файлов и переключение предпочтительного типа сети. Часть этого функционала реализована с помощью AT-команд, предоставленных в документации [8]. Разработанный функционал представлен в таблице 1, где приведена сравнительная характеристика получаемых параметров.

Таблица 1

Сравнительная характеристика макета и абонентского терминала

Параметр	Разработанный макет	Samsung S23 Ultra
Долгота	Есть	Есть
Широта	Есть	Есть
Оператор	Нет	Есть
Тип сети	Есть	Есть
MCC	Есть	Есть
MNC	Есть	Есть
Дуплекс	Нет	Есть
TAC/LAC	Есть	Есть
CID	Есть	Есть
eNB	Нет	Есть
Band	Есть	Есть
Частота	Нет	Есть
Полоса	Есть	Есть
Абсолютная частота	Есть	Есть
PCI	Есть	Есть
PSC	Есть	Есть
RNC	Нет	Есть
BSIC	Нет	Есть
RSSI	Есть	Есть
RSRP	Есть	Есть
RSRQ	Есть	Есть
SNR	Есть	Есть
Ec/No	Есть	Есть
BER	Есть	Есть
CQI	Нет	Нет
TA	Нет	Нет

В разработанном макете отсутствуют команды для определения используемого оператора, дуплекса, eNB и частот. Эти параметры можно вычислить путём перерасчёта из других получаемых данных. В статье [9] они были классифицированы как псевдопрямые параметры, которые определяются на основе первичных. Параметры RNC и BSIC невозможно получить с помощью AT-команд.

Для сравнения полученных параметров был выбран маршрут в городе Мурино, представленный на рисунке 1, общей длиной 456 метров. Измерения проводились в сети LTE в течение нескольких дней для получения усредненных значений.

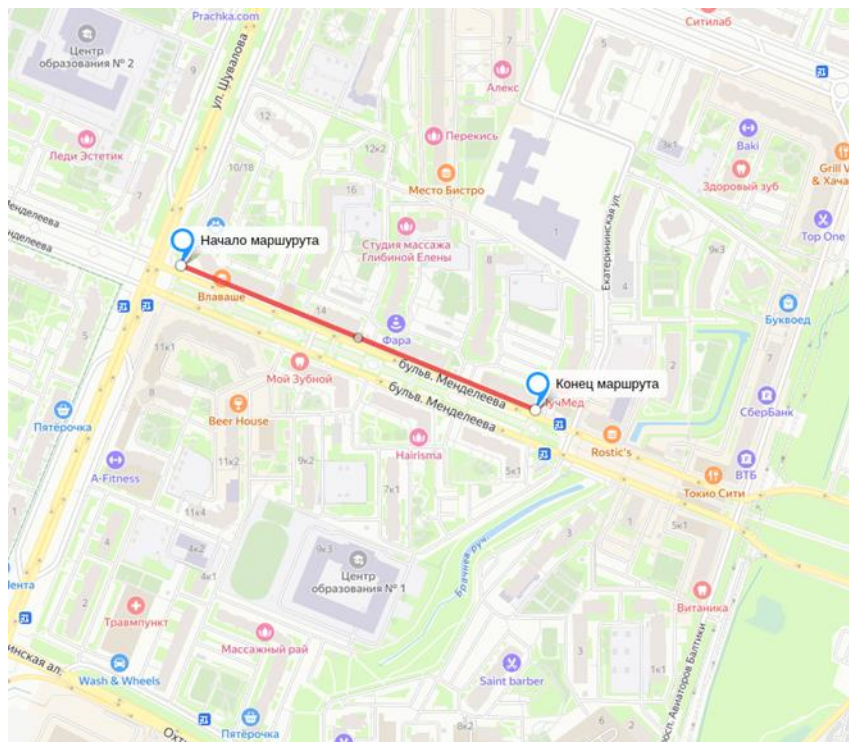


Рисунок 7. Исследуемый маршрут

Оба устройства используют GPS, так как в лог-файле к каждой точке фиксируются значения сетей сотовой связи. Точки фиксируются каждые 5 метров. Для первого сравнения двух устройств было решено оценить погрешность получения GPS-координат. Относительно прямого маршрута было рассчитано отклонение. Среднеквадратическая погрешность для координат, полученных с абонентского терминала, составила 6,56 м, а для разрабатываемого макета — 6,33 м. На рисунке 2 представлен график, отображающий отклонения от маршрута.

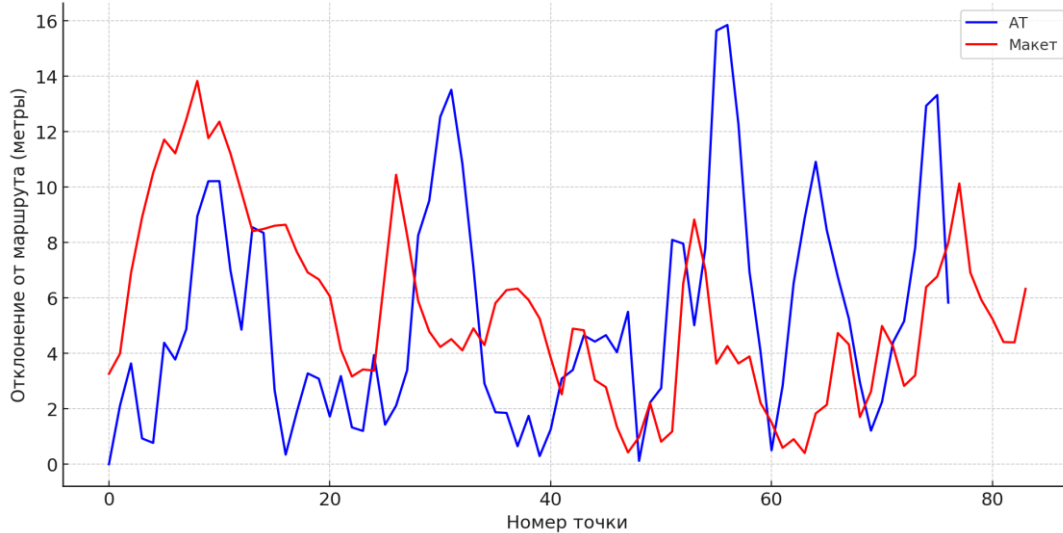


Рисунок 8. Отклонение координат от маршрута

Из сравнения графиков отклонений двух маршрутов можно сделать несколько выводов:

- АТ (синяя линия) показывает стабильные отклонения от маршрута с некоторыми небольшими вариациями, в среднем удерживаясь около 5 метров и достигая максимума около 15 метров. Это указывает на высокую точность измерений для данного маршрута, с незначительными колебаниями в пределах допустимых погрешностей;
- Макет (красная линия) также показывает аналогичные результаты, с отклонениями, близкими к значению в 5 метров, и с максимумом, чуть ниже 14 метров. Данные макета соответствуют маршруту с той же степенью точности, как и данные АТ, что указывает на хорошее соответствие маршруту и стабильность измерений.

Оба набора данных демонстрируют стабильное отклонение от маршрута в пределах 5-15 метров, что подтверждает высокую точность и надежность координат. Небольшие колебания на протяжении маршрута незначительны и не приводят к существенному изменению в общем качестве данных. Для потребительских GPS-устройств, таких как навигаторы в телефонах и автомобилях, стандартная погрешность составляет около 5-10 метров при идеальных условиях, без каких-либо внешних корректировок. Это связано с ограниченной точностью самих спутниковых сигналов и влиянием окружающей среды, таких как объекты городской инфраструктуры, подстилающая поверхность или метеорологические условия. В большинстве бытовых

приложений такая погрешность считается приемлемой, поскольку она лишь незначительно влияет на задачи навигации и общего мониторинга [10].

Полученные данные о погрешностях GPS показывают, что точность варьируется в зависимости от условий. Однако для комплексной оценки покрытия сети важно учитывать параметры качества сигнала: RSRP, SNR, RSSI, и RSRQ, которые позволяют анализировать, насколько стабильной является связь в различных условиях и насколько высокое качество передаваемого сигнала. На рисунках 3, 4, 5 и 6 представлены результаты измерений параметров качества сигнала соответственно на абонентском терминале и разрабатываемом макете.

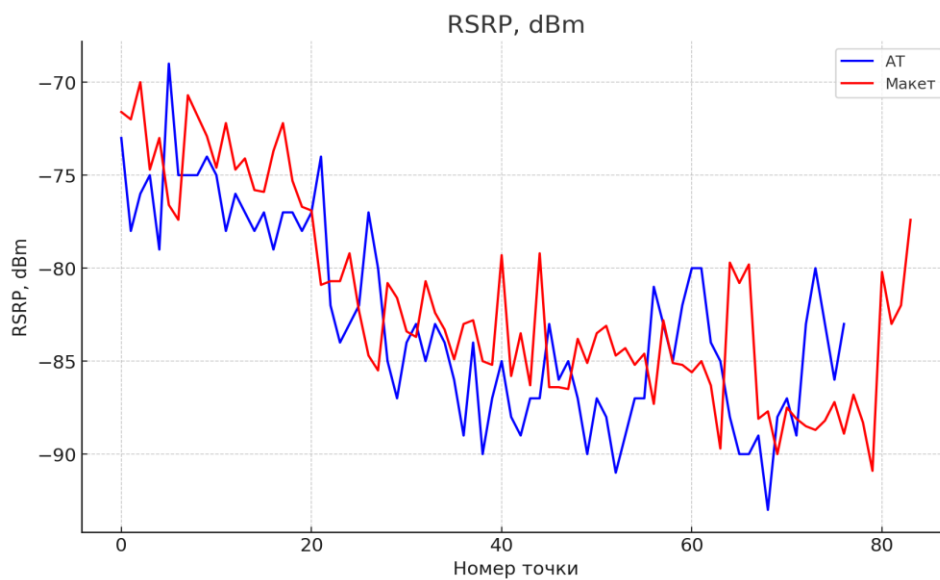


Рисунок 9. Сравнение значений RSRP

RSRP:

- Для первого маршрута (синий график): **-82.62 dBm**.
- Для второго маршрута (красный график): **-81.79 dBm**.

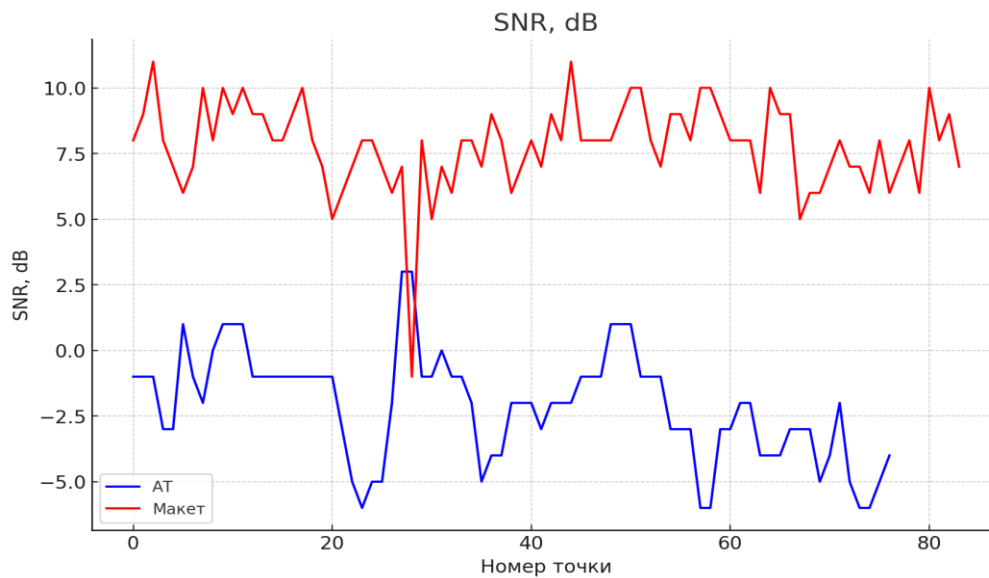


Рисунок 10. Сравнение значений SNR

SNR:

- Первый маршрут: **-2.17 dB.**
- Второй маршрут: **7.81 dB.**

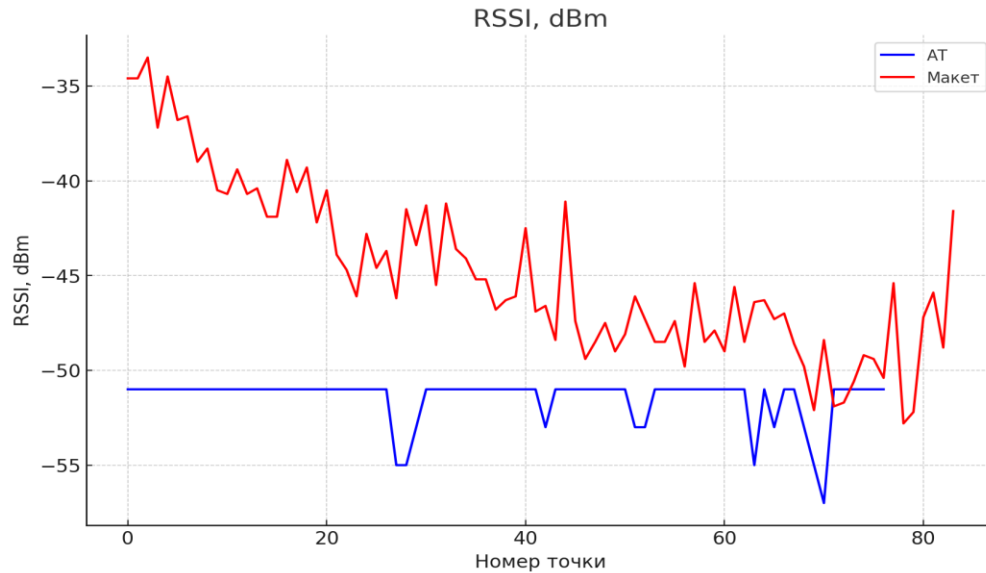


Рисунок 11. Сравнение значений RSSI

RSSI:

- Первый маршрут: **-51.40 dBm**.
- Второй маршрут: **-44.82 dBm**.

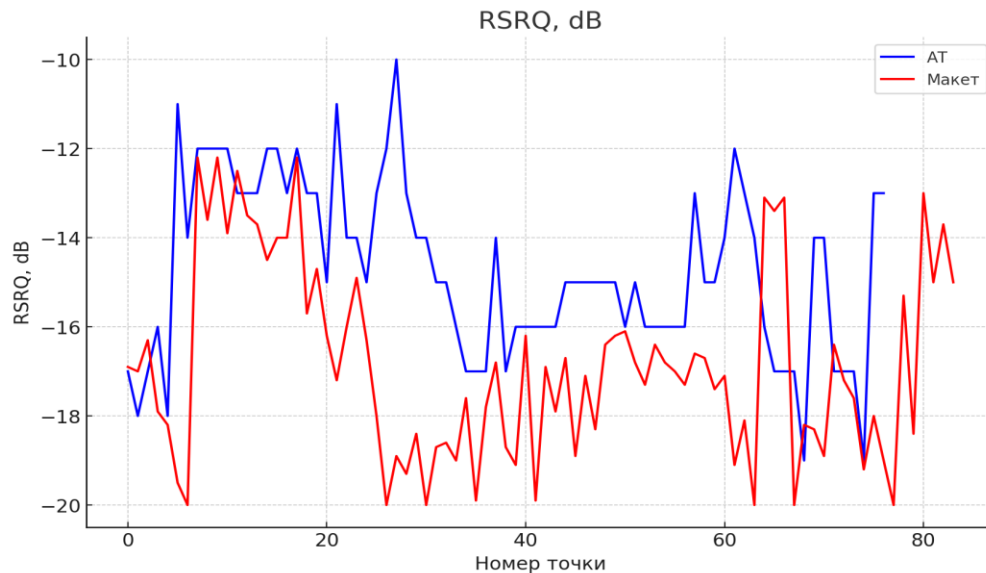


Рисунок 12. Сравнение значений RSRQ

RSRQ:

- Для первого маршрута: **-14.62 dB**.
- Для второго маршрута: **-16.83 dB**.

В условиях отсутствия эталонного устройства для калибровки и верификации данных, анализ допустимой погрешности измерений играет ключевую роль. Данное исследование нацелено на оценку параметров уровня сигнала и качества связи двух устройств, которые рассматриваются как контрольные в процессе измерения. Основными показателями служат RSSI, RSRP, RSRQ и SNR, описывающие уровень сигнала, его устойчивость и частоту.

Относительно каждого из параметров можно предложить следующие допустимые значения погрешности, исходя из аналитических данных и результатов исследования. Погрешность измерений связи зачастую не имеет строгих нормативов, так как качество измерений подвержено влиянию факторов внешней среды и технических характеристик устройства. Опираясь на общепринятые нормативы и

учитывая практическое применение, в данном исследовании были приняты следующие допуски:

- Для уровня сигнала — до 10%: значение погрешности для RSSI и RSRP остается в рамках допустимого (рис. 3, рис. 4), что подтверждается близостью средних значений и сравнительно низкими дельтами (до 6.6 дБм для RSSI, до 1 дБм для RSRP).
- Для качества сигнала — до 20%: параметры RSRQ и SNR более чувствительны к внешним шумам и интерференциям, что может увеличивать расхождение. Результаты анализа показали относительную погрешность для RSRQ в пределах 14% (рис. 5), что также находится в допустимых пределах. Однако для SNR отмечено значительное отклонение в 468% (рис. 6), что связано с низким средним значением на устройстве "АТ" и подверженностью шумам.

Средние значения RSSI и RSRP для обоих устройств остаются стабильными и показывают отклонения в пределах допустимой погрешности. Данные подтверждают, что оба устройства надежно фиксируют уровень сигнала, позволяя судить о его устойчивости. Высокая относительная погрешность для SNR связана с техническими характеристиками устройства "АТ", что приводит к значительным колебаниям при низких значениях параметра. Это указывает на чувствительность к шумам, и данные по SNR следует учитывать осторожно при отсутствии эталонного устройства.

Анализ данных обоих устройств показал схожие результаты для параметров RSSI и RSRP, подтверждая стабильность уровня сигнала и его допустимую погрешность в рамках 10%. Для RSRQ допустимо отклонение до 20% из-за его чувствительности к внешним факторам, что также подтверждено результатами исследования. Показатель SNR требует особого внимания: высокая погрешность объясняется низкими значениями и большим количеством шумов, что делает его менее надежным без дополнительной калибровки и верификации.

Научная статья подготовлена в рамках прикладных научных исследований СПбГУТ, регистрационный номер 1023031600087-9-2.2.4;2.2.5;2.2.6;1.2.1;2.2.3 в ЕГИСУ НИОКТР.

References

1. Прасолов А.А., Рощинский Р.С., Федоров А.С. Обзор программного обеспечения абонентских устройств для сбора первичных данных сетей сотовой связи // Актуальные проблемы инфотелекоммуникаций в науке и образовании. XII Международная научно-техническая и научно-методическая конференция; сб. науч. ст. в 4 т., 2023. - Т. 3. - С. 448-453.
2. Прасолов, А. А., Рощинский, Р. С., Федоров, А. С., & Чудинов, Д. М. (2023). АНАЛИЗ УРОВНЯ РАЗВИТИЯ И РЕАЛИЗАЦИИ РОССИЙСКИХ И ЗАРУБЕЖНЫХ

СИСТЕМ ПРОВЕДЕНИЯ РАДИОИЗМЕРЕНИЙ И ОЦЕНКИ КАЧЕСТВА ПОКРЫТИЯ СЕТЕЙ МОБИЛЬНОЙ СВЯЗИ. In СБОРНИК МАТЕРИАЛОВ (тезисов) 52-Й МЕЖДУНАРОДНОЙ КОНФЕРЕНЦИИ «МОБИЛЬНЫЙ БИЗНЕС: ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ И РЕАЛИЗАЦИИ СИСТЕМ РАДИОСВЯЗИ В РОССИИ И ЗА РУБЕЖОМ» (р. 13).

3. Прасолов, А. А., Рощинский, Р. С., Федоров, А. С. (2024). АНАЛИЗ И СРАВНИТЕЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА СИСТЕМ ПРОВЕДЕНИЯ РАДИОИЗМЕРЕНИЙ. In СБОРНИК МАТЕРИАЛОВ (тезисов) 53-Й МЕЖДУНАРОДНОЙ КОНФЕРЕНЦИИ «МОБИЛЬНЫЙ БИЗНЕС: ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ И РЕАЛИЗАЦИИ СИСТЕМ РАДИОСВЯЗИ В РОССИИ И ЗА РУБЕЖОМ»

4. Прасолов, А. А., Рощинский, Р. С., Федоров, А. С., & Чудинов, Д. М. (2023). ОБЗОР СИСТЕМ ПРОВЕДЕНИЯ РАДИОИЗМЕРЕНИЙ И ОЦЕНКИ КАЧЕСТВА ПОКРЫТИЯ СЕТЕЙ МОБИЛЬНОЙ СВЯЗИ. Экономика и качество систем связи, (4 (30)), 85-102.

5. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2023683409 Российская Федерация. Программа для проведения пост-анализа результатов измерений параметров сетей сотовой связи: № 2023680399: заявл. 04.10.2023: опубл. 07.11.2023 / А. А. Прасолов, Р. С. Рощинский, А. С. Федоров, Д. М. Чудинов; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М.А. Бонч-Бруевича». – EDN QVTLNR.

6. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2023683408 Российская Федерация. Программа для сбора первичных данных сетей сотовой связи на абонентских устройствах: № 2023680398: заявл. 04.10.2023: опубл. 07.11.2023 / А. А. Прасолов, Р. С. Рощинский, А. С. Федоров, Д. М. Чудинов; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М.А. Бонч-Бруевича». – EDN VNMYRC.

7. Прасолов А.А., Рощинский Р.С., Федоров А.С. Сравнительный анализ результатов измерений параметров радиоканала сетей сотовой связи с использованием различных абонентских терминалов // Актуальные проблемы инфотелекоммуникаций в науке и образовании. XIII Международная научно-техническая и научно-методическая конференция; сб. науч. ст. в 4 т., 2024. - Т. 4. - С. 383-388.

8. SIM7500_SIM7600 Series_AT Command Manual [Электронный ресурс]. URL: https://simcom.ee/documents/SIM7600C/SIM7500_SIM7600%20Series_AT%20Command%20Manual_V1.01.pdf (дата обращения 20.10.2024)

9. Прасолов А.А., Рощинский Р.С., Федоров А.С. Классификация параметров радиоканала в сетях сотовой связи для оценки качества предоставляемых услуг // Актуальные проблемы инфотелекоммуникаций в науке и образовании. XIII Международная научно-техническая и научно-методическая конференция; сб. науч. ст. в 4 т., 2024. - Т. 4. - С. 373-376.

10. Hofmann-Wellenhof, B., Lichtenegger, H., & Collins, J. (2012). Global positioning system: theory and practice. Springer Science & Business Media.

UDC 004.8: 336.76

Pshichenko D. The role of AI in risk management on stock markets

Pshichenko Dmitrii

Associate professor,
National Research University Higher School of Economics

***Abstract.** This paper examines the role of artificial intelligence (AI) in risk management on stock markets. The focus is on key AI methods and technologies such as machine learning (ML), neural networks, deep learning, algorithmic trading, and big data analytics, which enable the prediction of market fluctuations, the assessment of volatility, and the reduction of potential financial risks. It analyzes ML models, including linear regression, random forest, recurrent neural networks, and others, as well as their practical application for stock price prediction and risk minimization.*

***Keywords:** artificial intelligence (AI), stock markets, risk management, predictive models, algorithmic trading, big data, machine learning (ML), volatility.*

Рецензент: Пучкова Ольга Сергеевна – кандидат экономических наук. Доцент кафедры прикладной информатики. ФГБОУ ВО «РГАУ – МСХА имени К.А. Тимирязева»

1. Introduction

Artificial intelligence (AI) transforms numerous industries, and its application in the financial sector, particularly in stock market risk management, becomes increasingly prominent. Stock markets are inherently volatile, influenced by a complex array of factors, including economic conditions, investor sentiment, geopolitical events, and technological disruptions. Traditionally, managing risks in such an environment required the expertise of financial analysts and the use of statistical models. The rise of AI introduces new methodologies that allow for the rapid analysis of vast amounts of data and offers predictive insights and automated decision-making tools that surpass human capabilities.

Systems powered on AI in stock markets are now capable of analyzing both structured and unstructured data, including financial statements, market reports, social media trends, and even global news events, to predict market movements and assess risks with a high degree of accuracy. Machine learning models, neural networks, and deep learning techniques are leveraged to continuously adapt and improve these predictions based on historical and real-time data. Algorithmic trading, driven by AI, has also gained traction as it automates trading strategies to minimize risks and maximize profits. The goal of this paper – to explore the role of AI in enhancing risk management strategies on stock markets.

2. Main part. Analysis of methods and technologies of AI in risk management

The application of AI in stock market risk assessment involves various advanced methods and technologies that empower analysts and investors to predict, monitor, and

mitigate risks. These methods go beyond traditional statistical approaches, leveraging vast amounts of structured and unstructured data to generate insights in real time [1]. The integration of diverse technologies is important for enhancing the efficiency of economic institutions and operations, as it enables more accurate decision-making and optimizes performance in a rapidly changing financial landscape [2].

Machine learning (ML) is at the core of AI applications in stock market risk management. ML algorithms allow systems to automatically learn from historical data, improving their predictions without explicit human intervention. In risk management, ML models analyze massive datasets from various sources, such as price history, financial statements, and market sentiment, to identify patterns and anomalies. Two prominent types of ML used in stock markets are **supervised learning** and **unsupervised learning**.

- Supervised learning algorithms are trained on labeled datasets, where input data (e.g., past stock prices) is linked to known outcomes (e.g., stock movements). These models are used for predictive tasks such as forecasting price trends, assessing market volatility, and calculating risk exposure.
- Unsupervised learning identifies hidden patterns in unlabeled data, making it useful for anomaly detection and clustering. It helps detect unusual market behaviors, such as irregular trading volumes or sudden shifts in market sentiment, that may signal risk [3].

These models continuously evolve and learn from both historical data and real-time market movements to provide increasingly accurate risk assessments. The growth in the share of ML, along with natural language processing (NLP), which is also a popular tool, indicates a steady and significant increase in the use and investment in these technologies (fig. 1).

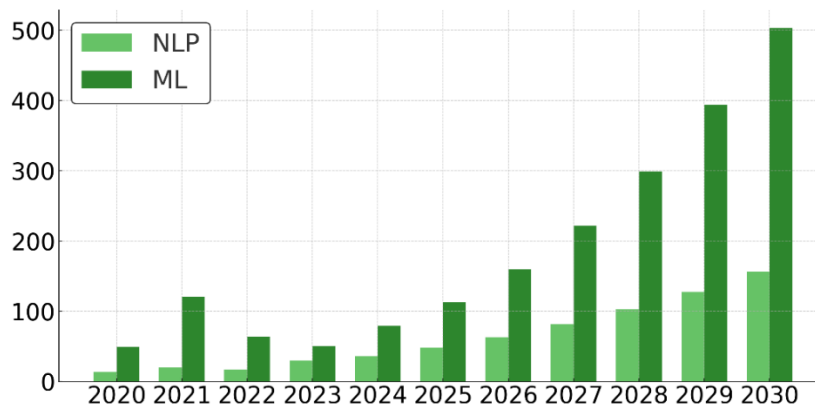


Figure 1. Worldwide market size of ML and deep learning technologies, billion dollars [4]

An AI technology that enables machines to interpret and process human language is **NLP**. In stock market risk management, NLP is primarily used to extract insights from unstructured data sources such as news articles, financial reports, social media, and regulatory filings. These algorithms can automatically scan news headlines and assess their potential impact on stock prices. By analyzing the tone, frequency, and relevance of the news, NLP models can gauge market sentiment and identify possible risks. Such models can track social media trends to detect shifts in investor sentiment, such as increased negative discussions about a particular stock, which may suggest an upcoming sell-off.

Deep learning (DL), a subset of ML, utilizes neural networks to analyze and process vast amounts of data with multiple layers of abstraction. It is especially useful for tasks that involve large, complex datasets such as high-frequency trading, financial news analysis, or social media sentiment tracking (fig. 2).

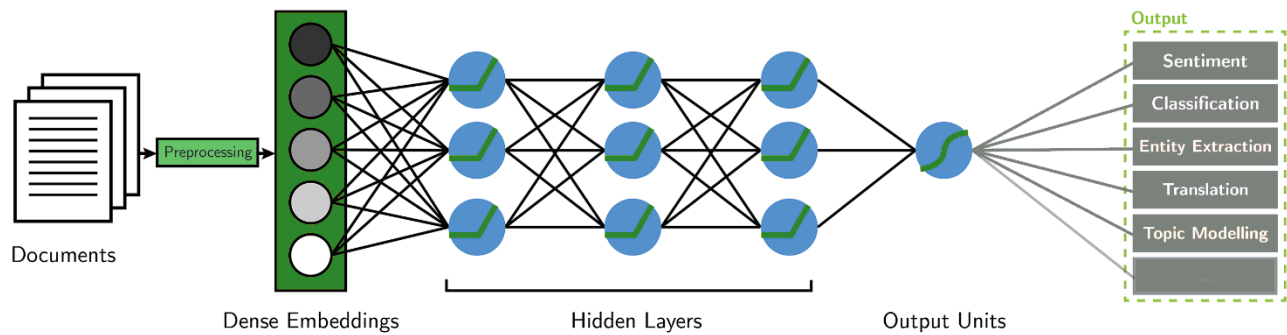


Figure 2. DL scheme

In stock markets, DL models can recognize intricate patterns and correlations across numerous data points, helping investors identify hidden risks and opportunities. A DL model can analyze millions of data points related to economic indicators, geopolitical events, and market fluctuations to predict downturns or surges in asset prices.

Predictive analytics encompasses a wide range of AI techniques aimed at forecasting future outcomes based on historical and real-time data. It is a critical component of risk management on stock markets, where anticipation of market movements, price fluctuations, and volatility is key to mitigating risks (fig. 3).

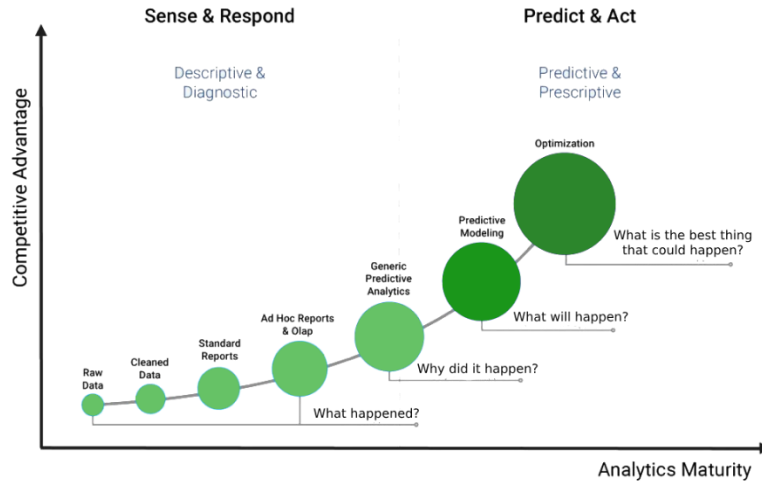


Figure 3. Predictive analytics scheme

Predictive models are built using ML, deep learning, and statistical methods, offering insights into future stock price trends, potential market crashes, and economic downturns. These models take into account various factors, including historical price data, macroeconomic indicators, and market sentiment, to generate probabilistic risk forecasts.

Algorithmic trading, also known as «algo-trading», uses AI-powered algorithms to execute trades at high speeds based on predefined criteria. These algorithms are designed to analyze real-time market data, identify favorable trading opportunities, and make decisions in milliseconds. AI-based algorithms are capable of making complex, high-frequency trades while simultaneously minimizing risks and maximizing returns. AI-powered algorithmic trading systems excel in risk management by dynamically adjusting their trading strategies in response to real-time market changes.

Big data analytics refers to the use of AI techniques to process and analyze massive volumes of data that exceed the capacity of traditional systems. In stock market risk management, big data plays a pivotal role in uncovering patterns and trends that may not be visible through traditional data analysis. AI technologies, particularly in combination with big data, enable the processing of diverse data types, including market transactions, news events, financial reports, and even sentiment analysis from social media. By integrating these sources, AI systems can offer a more comprehensive risk assessment, helping investors identify both long-term risks and short-term opportunities.

The combination of AI methods and technologies, including ML, deep learning, NLP, predictive analytics, algorithmic trading, and big data analytics, has revolutionized risk management in stock markets. These tools allow for more accurate predictions, faster response times, and better decision-making in the face of market volatility. As AI continues to

evolve, its role in managing financial risks is likely to expand, offering even more sophisticated and reliable solutions for investors and financial institutions.

3. Analysis of ML models performance for risk management in stock markets

Models based on ML have become essential tools for risk management in stock markets due to their ability to analyze large datasets, recognize patterns, and make accurate predictions. These models enable investors and analysts to assess market risks more effectively by using historical data, real-time information, and sophisticated algorithms to identify trends and potential threats.

Linear Regression (LR) is one of the simplest statistical models used in stock market prediction. It attempts to model the relationship between a dependent variable (e.g., stock prices) and one or more independent variables (e.g., time, economic factors) by fitting a linear equation to observed data.

Random Forest (RF) is an ensemble learning method that builds multiple decision trees and merges them together to create a more accurate and stable prediction. It reduces overfitting and increases accuracy. It is used to analyze large datasets with multiple variables, such as stock prices, trading volume, and economic indicators. It is highly effective for feature selection, portfolio optimization, and risk assessment by predicting stock performance based on historical and current data [5].

Neural networks (NN), especially deep learning models, are highly flexible and capable of capturing complex patterns in financial data. They consist of layers of artificial neurons that mimic the structure of the human brain, making them well-suited for tasks such as stock price prediction, sentiment analysis, and volatility forecasting. In risk management, NN are often used to model non-linear relationships between various market indicators, such as stock prices, trading volumes, and economic variables. A 2023 study conducted a comparative assessment of the accuracy of LR and NN for American corporate stocks in February 2023 [6]. It was shown that NN had higher accuracy in predicting prices compared to LR, demonstrating its high effectiveness in evaluating stock market metrics (table 1).

Table 1

The predicted stock prices for Microsoft, Amazon, and Google on February 29, 2023, by the LR and NN, and the average percent errors

Company	Linear Regression	Neural Network	Actual price	Linear Regression error	Neural Network error
Microsoft	\$250,10	\$250,76	\$250,76	0,54%	0,29%
Amazon	\$93,76	\$93,80	\$93,87	0,62%	0,47%
Google	\$89,75	\$89,85	\$90,16	1,83%	1,38%

There are several types of NN models. **Recurrent Neural Networks (RNN)** are a class of neural networks specifically designed for processing sequences of data. They are particularly effective when dealing with time-series data, as they have the ability to remember previous inputs and use them in their decision-making process. They are used for predicting stock prices because of their ability to learn from historical stock price data over time. **Convolutional Neural Networks (CNN)** are mostly known for their use in image processing, but they can also be applied to time-series data like stock prices. By focusing on patterns and structures within data, CNN can efficiently extract key features.

Gradient Boosting Machine (GBM) is an ensemble learning technique that builds models sequentially, with each model trying to correct the errors of its predecessor. It focuses on minimizing errors, making it a powerful method for predictions. **Gaussian Naive Bayes (GNB)** is a classification model based on Bayes' Theorem, assuming that the features follow a Gaussian (normal) distribution. It is efficient but may not always perform well with highly correlated features or non-Gaussian data. **Bernoulli Naive Bayes (BNB)** is another Naive Bayes variant that works with binary/Boolean features. It is useful for datasets where the features are binary but may not capture relationships as effectively as other models.

Support Vector Machines (SVM) are supervised learning models used for classification and regression tasks. In the context of stock market predictions, SVM are primarily employed to classify stocks based on their risk levels, movements (upward or downward), or other financial characteristics. SVM are widely used for their ability to handle both linear and non-linear data, making them useful in classifying market trends. According to 2024 research [7], SVM is the most cited and studied model for assessing stock market risk, appearing in 25 % of all related studies. The effectiveness of SVM is demonstrated by a study conducted in 2021 [8], which examined the performance of various ML models. The highest accuracy was observed in SVM, followed by LR and RF (fig. 4).

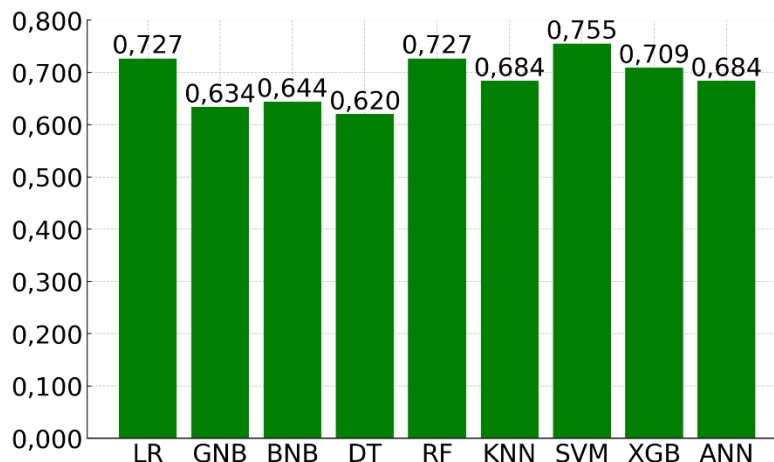


Figure 4. Accuracy performance of various ML models

Models based on ML offer a wide range of tools for stock market risk management, from simple linear regression to complex neural networks and reinforcement learning systems. Investors and financial institutions can make more informed decisions, anticipate financial risk, and develop strategies to mitigate potential losses with the implementation of these models.

4. Conclusion

The incorporation of AI into stock market risk management significantly changes how investors and financial institutions address uncertainty and handle market volatility. By leveraging advanced ML models, such as linear regression, support vector machines, random forests, and deep learning architectures, AI systems can process vast amounts of data, identify hidden patterns, and generate accurate predictions that help mitigate risks. These AI-driven models provide investors with powerful tools to make informed decisions, automate trading strategies, and optimize portfolios in real-time.

References

1. Bobunov A. Adaptation and implementation of international software quality standards in financial institutions // The scientific online journal "Stolypinsky Bulletin". – 2024. – № 9/2024.
2. Verner D. Economic aspects of implementing cloud solutions in business operations // Znanstvena Misel. – 2024. – № 94. – C. 30-33.
3. Jain R., Rakesh V. Emerging Trends in AI-Based Stock Market Prediction: A Comprehensive and Systematic Review // Engineering Proceedings. – 2023. – Vol. 56. – № 1. – P. 254.
4. Artificial Intelligence – Worldwide / Statista // URL: <https://www.statista.com/outlook/tmo/artificial-intelligence/worldwide> (date of application: 17.09.2024).
5. Sonkavde G., Dharrao D.S., Bongale A.M., Deokate S.T., Doreswamy D., Bhat S.K. Forecasting stock market prices using machine learning and deep learning models: A systematic review, performance analysis and discussion of implications // International Journal of Financial Studies. – 2023. – Vol. 11. – № 3. – P. 94.
6. Cilingiroglu E. Artificial Intelligence in the Stock Market: Quantitative Technical Analysis, Model Weight Optimization, and Financial Sentiment Evaluation to Predict Stock Prices // Intersect: The Stanford Journal of Science, Technology, and Society. – 2023. – Vol. 17. – № 1.
7. Lin C.Y., Marques J.A. Stock market prediction using Artificial Intelligence: A systematic review of Systematic Reviews // Social Sciences & Humanities Open. – 2024. – Vol. 9. – P. 100864.
8. Mokhtari S., Yen K., Liu J. Effectiveness of Artificial Intelligence in Stock Market Prediction based on Machine Learning // International Journal of Computer Applications. – 2021. – Vol. 183. – P. 1-8.

CONCLUSION

As we conclude Issue 10(2) of the International Journal of Professional Science, we acknowledge the significant contributions of the authors whose research forms the core of this edition. These ten articles represent not only current achievements across various scientific fields but also underscore the necessity of international cooperation and the sharing of best practices. Each article adds unique insights to the scientific discourse, whether through new methods in environmental research, the integration of modern technology in educational processes, or social studies aimed at improving quality of life.

We express our sincere gratitude to all authors who prepared these articles, as well as to the reviewers whose objective evaluations ensured the high scientific standards of the journal. We hope the materials presented here will inspire further research and the practical application of new knowledge.

In closing, we invite our readers to engage in the discussion of the presented ideas and to participate actively in building an international scientific community dedicated to addressing global challenges together.

Warm regards,
Krasnova N.
Editor-in-Chief
International Journal Of Professional Science

Electronic scientific editions

International journal of Professional Science

international scientific journal
№10(2)/2024

Please address for questions and comments for publication as well as suggestions
for cooperation to e-mail address mail@scipro.ru



Format 60x84/16. Conventional printed
sheets 3,0
Circulation 100 copies
Scientific public organization
“Professional science”