

JANUARY 2026 | ISSUE #1(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”, №1(2) - 2026. 204 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, 2026

Article writers, 2026

Scientific public organization
“Professional science”, 2026

Table of contents

INTRODUCTION	5
ENVIRONMENT AND ECOLOGY.....	6
Piletskaya A.S. Processing of leaf litter as an ecological sorbent: technological aspects and application prospects.....	6
GEOLOGY AND GEOPHYSICS.....	14
Arno V.V., Kolesnichenko E.P., Garifullina I.Yu., Dolbin I.D. Remote Sensing Methods in Mine Surveying for Open-Pit Mining Operations: Application of GNSS, LiDAR, and UAVs for Monitoring Pit Slope Deformations	14
Arno V.V., Kolesnichenko E.P., Elnikova E.A., Remizov N.A. Optimization of drilling and blasting operations to reduce seismic impact on quarry walls	26
Arno V.V., Kolesnichenko E.P., Lunegova A.A., Guzenko A.D. How Permafrost is Changing on the Kolyma: Monitoring Well Data (Sokol, Palatka, Ust-Omchug, Magadan) and Implications for Construction"	37
Arno V.V., Kolesnichenko E.P., Semykin E.S., Remizov N.A. Optimal Parameters for Overburden and Ore Mining Operations at Magadan Mines by 2025.....	46
INDUSTRIAL RESEARCH AND PRODUCTION.....	55
Nuzhdin D. Managing high-performance teams in mobile development as a factor of sustainable digital product growth	55
Sarkisov A.M., Belov P.S., Belova Y.A., Nikiforov D.Y., Nikiforova O.V., Chorieva A.A. Innovative approaches to professional risk management at machine-building enterprises: Russian and international experience	65
MEDICAL RESEARCH AND HEALTHCARE	71
Batsunov M. A., Makarushina M.A., Bogacheva E.V. Emotional stress and its impact on the development of somatic diseases in medical university students.....	71
Belyaeva K.D., Vorivodina A.K., Radionov K.S., Bogacheva E.V. Studying the influence of stress factors on the physical health of N.N. Burdenko VSMU students using the example of 1st and 3rd year students.....	79
Gonzhenko I.A., Balinyan D.B. Chronic obstructive pulmonary disease as a comorbid condition in COVID-19	88
Ivanova A.D., Lapteva A.A., Anuchina N.N., Bogacheva E.V. Self-medication among medical university students	98
Izotov O.O., Shchepetkova M.A., Bogacheva E.V. The impact of sleep deprivation on students' health and academic performance.....	106
Khrustalev V.O., Osadchiy M.A., Chernikov E.A., Kuzmenko A.N., Bogacheva E.V. Risk Factor Analysis and Probability Assessment of Autonomic Dysfunction Development in Medical Students.....	123
Klimov S.I. Medicine 4.0: modern technologies protecting health	129
Morgacheva O.V., Velikoretskaya E.M., Anuchina N.N., Bogacheva E.V. Assessment of the dynamics of cardiovascular risk factors in medical students (using the example of 1st and 3rd year students VSMU named after N.N. Burdenko).....	134
Roshchupkina S.G., Zlobina E.I., Gridnev A.A., Shugai V.M., Bogacheva E.V. The impact of academic stress on the eating behavior of medical university students.....	140
Savchenkov N.A., Lipadkin Z.K., Bogacheva E.V. Digital Sleep Hygiene: How are gadgets stealing our vacation	147
Sukhoverkhova E.A., Khurda A.A., Bogachova E.V. Analysis of the use of vitamins and dietary supplements by medical university students.....	154

PHYSICAL SCIENCES	162
Golikov D.S. Lax pair of the fermion model system	162
SCIENTIFIC METHODS AND TECHNOLOGIES.....	166
Sysa V.E., Demikhov A.D., Bogacheva E.V. Common statistical analysis errors in scientific articles and how to avoid them	166
Zaytsev A. A methodological approach to solving the problem of designing information-computing knowledge processing systems	171
STANDARDIZATION AND QUALITY	180
Boyarshinova V.K., Leskina E.A. Using control methods to improve the quality of food services	180
TECHNOLOGICAL DEVELOPMENTS.....	185
Konovalov G.G. Modern trends in the use of artificial intelligence in software development	185
REVIEWS AND ANALYSIS.....	194
Wang Yiqiao. Retro and vintage in modern graphic design	194
CONCLUSION	202

INTRODUCTION

Dear colleagues and readers!

We present the new issue of the International Journal of Professional Science, No. 1(2), which summarizes the results of relevant interdisciplinary research covering a wide range of scientific fields, from applied ecology to digital technologies of the future.

The issue opens with a section on rational environmental management and geophysics. The authors address environmental safety issues, proposing innovative methods for recycling organic waste, and also examine modern technological approaches in the mining industry. Particular attention is paid to monitoring permafrost and optimizing resource extraction parameters in northern regions, which is critical for sustainable construction and industry.

A significant portion of the issue is comprised of a large-scale series of medical studies. Using a sample of students, the impact of stress, academic pressure, and digital hygiene on physical and mental health is analyzed in detail. Research on comorbidities in the context of the COVID-19 pandemic and the transition to the concept of "Medicine 4.0" reflect the global trend toward personalization and technologization of healthcare. Issues of management, quality assurance, and performance analysis are explored in articles devoted to risk management in mechanical engineering, the implementation of artificial intelligence, and statistical analysis methodology. The issue concludes with an analysis of aesthetic transformations in graphic design, emphasizing the inextricable link between technological progress and cultural context.

We wish the authors and readers productive work and inspiration for future scientific achievements!

With best wishes and warm regards,
Editor-in-Chief
International Journal of Professional Science
Krasnova N.A.

ENVIRONMENT AND ECOLOGY

UDC 628.543.665

Piletskaya A.S. Processing of leaf litter as an ecological sorbent: technological aspects and application prospects

Переработка листового опада в качестве экологического сорбента: технологические аспекты и перспективы применения

Piletskaya A.S.,

student of the St. Petersburg State University of Industrial Design Technologies. Higher School of Technology and Energy, St. Petersburg, Russia.

Пилецкая А.С.,

студент ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный университет промышленных технологий дизайна. Высшая школа технологии и энергетики», Россия, Санкт-Петербург.

Abstract. This article examines the pressing issue of leaf litter disposal, traditionally classified as municipal solid waste. The feasibility of processing it into a sorption material for removing pollutants from aquatic environments is substantiated. An analysis of literature data demonstrates that leaf litter has significant potential due to the presence of functional groups capable of ion exchange and sorption. Methods for material preparation, including grinding, chemical activation, and compaction, are discussed. Particular attention is paid to the experience of using similar plant materials as sorbents. Technological solutions for integrating leaf litter processing into enterprise wastewater treatment systems within the framework of the circular economy concept are proposed.

Keywords: leaf litter, sorbent, ion exchange capacity, waste recycling, water purification, circular economy, humic substances.

Аннотация. В статье рассматривается актуальная проблема утилизации листового опада, который традиционно относится к твёрдым коммунальным отходам. Обоснована целесообразность его переработки в сорбционный материал для очистки водных сред от загрязняющих веществ. На основе анализа литературных данных показано, что лиственный опад обладает значительным потенциалом благодаря наличию функциональных групп, способных к ионному обмену и сорбции. Рассмотрены методы подготовки материала, включая измельчение, химическую активацию и компактирование. Особое внимание уделено опыту использования аналогичных растительных материалов в качестве сорбентов. Предложены технологические решения по интеграции переработки листового опада в системы очистки сточных вод предприятий в рамках концепции циркулярной экономики.

Ключевые слова: лиственный опад, сорбент, ионообменная ёмкость, переработка отходов, очистка воды, циркулярная экономика, гуминовые вещества.

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

Ежегодный осенний листопад создает масштабную проблему утилизации органических отходов в урбанизированных ландшафтах. Традиционно опавшие листья, классифицируемые как твердые коммунальные отходы (ФККО 7 31 300 02 20 5), направляются на полигоны или подвергаются сжиганию, что приводит к дополнительной экологической нагрузке: выбросам парниковых газов при разложении, загрязнению

атмосферы продуктами горения и безвозвратной потере потенциально ценного ресурса. Параллельно сохраняется устойчивая потребность в эффективных, экономичных и экологических технологиях очистки водных сред, особенно от таких загрязнителей, как ионы тяжелых металлов и стойкие органические соединения.

В контексте циркулярной экономики и поиска «зеленых» решений листовой опад перестает рассматриваться как отход и становится перспективным возобновляемым сырьем. Его химический состав, включающий целлюлозу, лигнин, гемицеллюлозы и комплекс гуминовых веществ, обеспечивает наличие многочисленных функциональных групп (карбоксильных, гидроксильных, фенольных), способных к ионному обмену, комплексообразованию и физико-химической сорбции. Исследования подтверждают значительный потенциал листьев различных древесных пород в качестве сорбционного материала, эффективность которого может регулироваться изменением pH среды.

Значимость разработки технологий переработки листового опада определяется их двойной экологической выгодой. Во-первых, это прямая утилизация сезонных органических отходов, переводящая их из категории экологической проблемы в категорию ресурса. Во-вторых, создаваемый сорбент способен заменить или дополнить более дорогие и энергоёмкие синтетические материалы в системах водоподготовки, очистки промышленных и ливневых стоков. Успешный опыт использования других вторичных продуктов, а также доказанная эффективность природных сорбентов (торфа, мхов) для связывания загрязнителей служат убедительным прецедентом и подтверждают технико-экономическую целесообразность подобных решений.

Таким образом, разработка целостной технологической цепочки – от сбора и подготовки листового опада до получения на его основе стандартизированного сорбента – представляет собой актуальную научно-прикладную задачу. Её решение способствует реализации принципов ресурсосбережения, снижению антропогенной нагрузки на окружающую среду и созданию новых природоохранных технологий в рамках концепции устойчивого развития.

Согласно действующей практике, основными способами обращения с листовым опадом в городских условиях являются захоронение на полигонах и сжигание. Оба метода имеют существенные недостатки с точки зрения экологии и экономики. Захоронение приводит к долгосрочному изъятию земель и в условиях полигонов, где часто отсутствует управляемый аэробный процесс, провоцирует образование фильтрата и эмиссию метана. Сжигание, даже в современных установках, сопряжено с энергетическими затратами, выбросами CO₂ и риском образования диоксинов при неконтролируемом горении. Альтернативный метод – компостирование – является более экологичным, но требует длительного времени, значительных площадей и не создает

продукта с высокой добавленной стоимостью. Как следствие, лиственный опад остается малоиспользуемым ресурсом, хотя его потенциал для создания продуктов с функциональными свойствами, в частности сорбентов, документально подтвержден.

Опыт использования растительных материалов в качестве природных сорбентов.

История применения природных органических материалов для очистки вод насчитывает десятилетия. Наиболее изученными и широко применяемыми являются торф и сфагновые мхи. Их высокая эффективность обусловлена развитой пористой структурой и присутствием гуминовых и фульвокислот, обладающих выраженными ионообменными и комплексообразующими свойствами. Аналогичные компоненты входят в состав листового опада. Исследования также демонстрируют потенциал других отходов агро- и лесопромышленного комплексов: лузги, опилок, коры, соломы. Их общим преимуществом является низкая себестоимость и возобновляемость. Однако для многих таких материалов характерны проблемы, связанные с механической прочностью, высокой плавучестью или вымыванием окрашивающих веществ (гуминовых соединений). Это требует дополнительной стадии модификации или применения в составе композитных материалов.

Листовой опад представляет собой сложную гетерогенную систему. Его органическая матрица состоит из полимеров клеточных стенок: целлюлозы (придающей структурный каркас), гемицеллюлоз и лигнина (ароматического полимера, ответственного за прочность). В процессе старения и частичного разложения листьев на поверхности и в толще тканей образуются гуминовые вещества – высокомолекулярные соединения, содержащие карбоксильные, фенольные, хинонные и другие функциональные группы. Именно эти группы являются основными центрами сорбции катионов металлов за счет механизмов ионного обмена и хелатирования. Исследование кислотно-основных свойств поверхности листового опада методом потенциометрического титрования показывает, что материал обладает амфотерным характером, а его обменная емкость варьируется в зависимости от pH среды. Это позволяет селективно настраивать процесс сорбции. В отличие от торфа, лиственный опад, как правило, имеет меньшую зольность и более однородный морфологический состав, что может упростить процесс его подготовки и стандартизации как сорбента. Таким образом, литературные данные подтверждают принципиальную возможность и техническую целесообразность переработки листового опада в эффективный сорбционный материал для решения задач водоочистки.

Методология исследования.

Данное исследование построено на принципах системного анализа и сравнительной оценки, направленных на разработку концепции технологии переработки листового опада в сорбент. Работа носит обзорно-аналитический характер с элементами синтеза на основе вторичных данных.

Основу методологии составил критический анализ научных публикаций и экспериментальных данных. Ключевыми источниками выступили исследования в области оценки ионообменных свойств листового опада, технологий использования золы-уноса в качестве композиционного реагента, а также химического состава и сорбционных характеристик мха и торфа. Анализ проводился с учетом нормативных документов, регламентирующих требования к коагулянтам и классификацию биотоплива.

Для объективной оценки потенциала листового опада как сорбента были определены и применены следующие критерии:

Сорбционная эффективность: Способность к снижению цветности воды и удалению маркерных загрязнителей, выраженная в процентах.

Влияние pH среды: Анализ зависимости ионообменной ёмкости от кислотности водной фазы как ключевого фактора, определяющего состояние функциональных групп и механизм сорбции.

Технологичность подготовки: Сравнение стадий обработки листового опада с известными методами активации других природных сорбентов и получения композиционных реагентов из отходов.

Эколого-экономическая целесообразность: Качественная оценка на основе принципа цикличности – перевода отходов в ресурс, снижения затрат на утилизацию и потенциального замещения коммерческих реагентов.

Интеграция данных из различных источников осуществлялась с помощью метода сравнительно-сопоставительного анализа. Это позволило экстраполировать установленные для гуминовых веществ в торфе и мхе сорбционные механизмы на химически схожие компоненты листового опада, а также перенести успешные технологические принципы активации и применения других видов вторичного сырья на процесс подготовки листового материала. Сформулирована обобщенная технологическая схема, объединяющая этапы сбора, подготовки, активации и применения сорбента.

Разработка технологии переработки листового опада в сорбент требует создания стандартизированной цепочки операций, обеспечивающей стабильность качества конечного продукта. На основе анализа методов обработки аналогичных материалов можно выделить следующие ключевые стадии.

Сбор, сушка и подготовка сырья.

Оптимальным периодом сбора является фаза массового листопада, что обеспечивает максимальный выход сырья. Для предотвращения начала процессов анаэробного разложения и развития патогенной микрофлоры собранные листья должны быть подвергнуты первичной обработке в кратчайшие сроки. Первоначальная подготовка включает удаление крупного мусора (веток, камней) и равномерную сушку до постоянной массы при температуре, не превышающей 60–70°C, для сохранения термолабильных органических соединений. Сушка на воздухе также допустима, но требует больше времени и контролируемых условий для исключения заплесневения.

Механическая обработка (измельчение, просеивание).

Для увеличения удельной поверхности и ускорения последующих физико-химических процессов сырье необходимо измельчить. Оптимальный размер частиц зависит от целевого способа применения сорбента: для засыпных фильтров подходит фракция 1–5 мм, для использования в виде суспензии или в реакторах с перемешиванием – менее 1 мм. Измельчение может осуществляться с помощью роторных, молотковых или ножевых дробилок. Последующее просеивание позволяет получить фракцию с заданным гранулометрическим составом, что важно для обеспечения предсказуемой гидродинамики в фильтрующих системах.

Химическая и термохимическая активация.

Данная стадия направлена на увеличение количества активных центров сорбции и повышение общей емкости материала. На основе опыта активации углеродных сорбентов и минеральных отходов для листового опада могут быть предложены следующие методы:

Щелочная обработка (растворами NaOH или KOH умеренной концентрации): способствует растворению части гемицеллюлоз, «раскрытию» структуры и увеличению доступности функциональных групп гуминовых веществ.

Кислотная обработка (растворами HCl или H₂SO₄): применяется для удаления части минеральных примесей, стабилизации материала и модификации поверхностных свойств. Может проводиться по аналогии с кислотным «вскрытием» золы для перевода компонентов в активное состояние.

Термическая обработка в инертной атмосфере (карбонизация): Нагревание до температур 300–500°C позволяет получить пористый углеродный материал с развитой поверхностью, однако при этом происходит частичное разрушение гуминовых кислот.

Выбор метода активации определяется целевыми загрязнителями и экономическими соображениями. Наиболее простым и экономичным для стартового применения представляется щелочная или кислотная обработка.

Формование и гранулирование сорбента.

Для удобства транспортировки, дозирования и использования в промышленных аппаратах сыпучий сорбент целесообразно переводить в гранулированную форму. Гранулирование может осуществляться методом прессования (экструзии) с добавлением связующих веществ (например, крахмала, лигносульфонатов) или без них, если материал обладает достаточной связующей способностью после активации. Альтернативой является создание композитных фильтрующих блоков или матов, где листовой опад выступает в качестве наполнителя, а связующим – полимерная матрица.

Сорбционные свойства листового опада.

Эффективность листового опада как сорбента определяется комплексом его физико-химических характеристик, главные из которых – ионообменная ёмкость и зависимость сорбции от условий среды.

Листовой опад является полифункциональным ионитом. Его обменная ёмкость обусловлена наличием карбоксильных ($-\text{COOH}$) и фенольных ($-\text{OH}$) групп в составе гуминовых кислот и лигнина. Значение ёмкости варьируется для разных пород деревьев. Как правило, листья широколиственных пород (клён, дуб, липа) демонстрируют более высокие показатели по сравнению с хвойными, что связано с различиями в составе и структуре лигнина.

Ключевым фактором, регулирующим сорбцию, является pH водной среды. В кислой среде ($\text{pH} < 5$) карбоксильные группы протонированы ($-\text{COOH}$), что ограничивает обмен катионов, но может способствовать сорбции анионов за счет электростатического притяжения. При повышении pH (6–8) карбоксильные группы диссоциируют ($-\text{COO}^-$), превращаясь в активные центры для связывания катионов металлов (Pb^{2+} , Cu^{2+} , Cd^{2+} , Zn^{2+}) по механизму ионного обмена. Таким образом, управляя pH, можно направленно очищать стоки от определенного типа загрязнителей.

Органическая матрица листового опада проявляет активность по отношению к широкому спектру поллютантов:

Тяжелые металлы: Сорбция протекает преимущественно за счет хелатирования и ионного обмена. Наибольшую эффективность материал показывает в отношении ионов свинца, меди и кадмия. Ёмкость может достигать 0.5–1.5 мг-экв/г в зависимости от предобработки.

Органические соединения (красители, фенолы, нефтепродукты): Сорбция в этом случае обусловлена как гидрофобными взаимодействиями с лигнином и битумными компонентами, так и образованием водородных связей. Гуминовые кислоты способны также вступать в реакции окисления-восстановления с некоторыми органическими загрязнителями.

По величине сорбционной ёмкости лиственной опад уступает специально синтезированным ионообменным смолам или активированным углям, но сопоставим или превосходит многие природные аналоги (некоторые виды глин, неактивированный торф). Его ключевое преимущество – предельно низкая стоимость сырья и возможность использования в «непривелигированных» условиях, например, в пассивных системах очистки ливневых вод или для доочистки слабоконцентрированных стоков. По сравнению с мхом или торфом, лиственной опад, как правило, имеет более предсказуемый состав и не требует добычи, нарушающей природные экосистемы.

Практическое применение и технологические решения. Внедрение сорбента на основе лиственного опада требует разработки конкретных инженерных решений, интегрированных в существующие или создаваемые технологические процессы.

- Использование в системах очистки сточных вод предприятий

На промышленных предприятиях, особенно лесоперерабатывающего комплекса, подготовленный лиственной опад может найти применение:

В качестве фильтрующей загрузки на стадии доочистки для удаления остаточных ионов металлов и органики после основных стадий очистки.

Как сорбционная добавка в аэротенки или отстойники для интенсификации процесса извлечения загрязнений (по аналогии с применением порошкообразных активных углей).

Для локальной очистки отдельных потоков, например, промывных вод или конденсатов.

- Применение в ливневой канализации и фильтрах доочистки

Наиболее перспективной и малозатратной сферой применения является очистка поверхностного стока. Сорбент может использоваться:

В качестве засыпного материала в дождеприемных колодцах или сорбционных биофильтрах (bioretention cells).

Для изготовления фильтрующих патронов или бонов, устанавливаемых на выходе из ливневых коллекторов перед сбросом в водоемы.

В составе дренажных слоев на автостоянках, АЗС, складах для улавливания нефтепродуктов и тяжелых металлов.

Подводя итоги можно сказать, что лиственной опад, являясь массовым сезонным отходом, обладает значительным потенциалом в качестве сырья для производства сорбционных материалов благодаря богатому содержанию гуминовых веществ, лигнина и целлюлозы с реакционноспособными функциональными группами.

Предложена обобщенная технологическая цепочка переработки, включающая

стадии сбора, сушки, измельчения, химической активации и формования. Наибольший эколого-экономический эффект ожидается от применения относительно простых методов активации (кислотная или щелочная обработка).

Сорбент на основе листового опада демонстрирует выраженную зависимость эффективности от pH среды, что позволяет использовать его для направленного извлечения катионов тяжелых металлов в нейтрально-щелочном диапазоне, а также для сорбции органических соединений.

Наиболее перспективными областями применения являются системы доочистки промышленных и, особенно, ливневых сточных вод, где требования к сорбционной емкости не столь критичны, а важны низкая стоимость и простота использования.

Внедрение технологии способствует решению двух задач в рамках циркулярной экономики: утилизации органических отходов и созданию недорогого инструмента для природоохранных целей, обеспечивая тем самым двойную экологическую выгоду.

Перспективы дальнейших исследований включают проведение масштабных лабораторных испытаний сорбционной емкости в отношении конкретных загрязнителей, оптимизацию параметров активации для разных видов листового опада, разработку технических регламентов и пилотное апробирование технологии на реальных объектах.

References

1. Пилецкая А.С., Смирнова А.И., Дягилева А.Б. Исследование ионообменных свойств листового опада рекреационной зоны северо-западного региона // Научный журнал. 2025.
2. Дягилева А.Б., Смирнова А.И., Пилецкая А.С. Технологические решения использования золы-уноса в качестве композиционного реагента для очистки воды от лигногуминовых веществ природного и техногенного происхождения // Российский журнал прикладной экологии. 2025. №1. С. 50–59.
3. Пилецкая А.С. Химический состав и сорбционные характеристики мха и торфа // International Journal of Professional Science. 2025. №2(2). С. 6–13.
4. Шаймарданова А.Ш., Степанова С.В., Шайхиев И.Г. Исследование возможности многократного использования листового опада в качестве сорбционного материала по отношению к ионам железа // Известия вузов. Прикладная химия и биотехнология. 2017. №2 (21). С. 164–172.

GEOLOGY AND GEOPHYSICS

UDC 525.88

Arno V.V., Kolesnichenko E.P., Garifullina I.Yu., Dolbin I.D. Remote Sensing Methods in Mine Surveying for Open-Pit Mining Operations: Application of GNSS, LiDAR, and UAVs for Monitoring Pit Slope Deformations

Дистанционные методы зондирования Земли в маркшейдерском обеспечении открытых горных работ: применение GNSS, LiDAR и БПЛА для мониторинга деформаций бортов карьеров

Arno Veronika Vladimirovna

Ph.D., Associate Professor, Department of Geology and Mining,
North-Eastern State University, Magadan

Kolesnichenko Eva Pavlovna

Undergraduate Student
Master's Degree Program in State and Municipal Audit
Moscow State University, Moscow

Garifullina Irina Yurievna,

Ph.D., Associate Professor, Department of Geology and Mining,
North-Eastern State University, Magadan

Dolbin Ivan Dmitrievich,

Undergraduate Student
of Polytechnic Institute North-Eastern State University, Magadan

Арно Вероника Владимировна
Кандидат технических наук, доцент кафедры Геологии и горного дела ФГБОУ ВО Северо-Восточный государственный университет, г. Магадан
Колесниченко Ева Павловна,
Студентка 3 курса

направления подготовки «Государственный и муниципальный аудит»
ВШГА МГУ им. М.В. Ломоносова, г. Москва

Гарифуллина Ирина Юрьевна,
Кандидат технических наук, доцент кафедры Геологии и горного дела ФГБОУ ВО Северо-Восточный государственный университет, г. Магадан
Долбин Иван Дмитриевич,
Студент 3 курса

Политехнический институт
ФГБОУ ВО «Северо-Восточный государственный университет

Abstract. This article addresses the integration of modern remote sensing methods (RS) – GNSS, LiDAR, and unmanned aerial vehicles (UAVs) – into mine surveying operations for open-pit mining. Using the Natalkinskoe gold deposit (Magadan, Russia) and coal mines in Kuzbass as case studies, we demonstrate the effectiveness of RS methods for real-time monitoring of excavation volumes, bench and pit slope deformations, particularly under permafrost conditions. Analysis of error theory, physical modeling, and practical applications shows that RS reduces labor costs by 67%, collapse risks by 40–

45%, and achieves payback within 3–6 months. We present formulas for volume calculation using digital elevation models (DEM), criteria for selecting positioning correction methods (RTK/PPK), and methodology for geomechanical monitoring using point cloud processing software.

Keywords: remote sensing, GNSS, LiDAR, UAV, mine surveying, deformation monitoring, permafrost, open-pit mining, digital elevation model, pit slope stability.

Аннотация. Статья посвящена интеграции современных дистанционных методов зондирования Земли (ДЗЗ) – GNSS, LiDAR и беспилотных летательных аппаратов (БПЛА) – в маркшейдерское обеспечение открытых горных работ. На примере Наталкинского ГОКа (Магадан) и месторождений Кузбасса продемонстрирована эффективность методов для оперативного мониторинга объемов выемки, деформаций уступов и бортов, особенно в условиях многолетней мерзлоты. Анализ теории погрешностей, физического моделирования и практических кейсов показывает, что ДЗЗ снижает трудозатраты на 67%, риски обрушений на 40–45% и окупается за 3–6 месяцев. Представлены формулы расчета объемов по цифровым моделям рельефа (ЦМР), критерии выбора методов коррекции позиционирования (RTK/PPK), и методика геомеханического мониторинга с использованием программ обработки облаков точек.

Ключевые слова: дистанционное зондирование, GNSS, LiDAR, БПЛА, маркшейдерское обеспечение, мониторинг деформаций, мерзлота, открытые горные работы, цифровая модель рельефа, устойчивость бортов карьеров.

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

Введение. Актуальность проблемы - маркшейдерское обеспечение открытых горных работ традиционно опирается на контактные методы измерений (тахеометрия, нивелирование), обеспечивающие точность 20–50 мм. Однако современные карьеры характеризуются критическими условиями: глубина достигает 300–500 м, скорость деформаций бортов 10–40 мм/мес., особенно в зонах многолетней мерзлоты (Колыма, Якутия). Традиционные методы показывают низкую эффективность: трудозатраты на контрольные измерения составляют 40–80 дней/цикл, риск несчастных случаев при работе в каньонах бортов остается высоким. Дистанционные методы зондирования Земли (ДЗЗ) — GNSS в режиме реального времени (RTK), лазерное сканирование (LiDAR) и фотограмметрия с БПЛА — предлагают альтернативу с плотностью облака точек 10–100 тыс./м² и точностью 1–20 мм при снижении трудозатрат на 67%.

Состояние проблемы - в российской маркшейдерской практике ДЗЗ интегрируются фрагментарно. Нормативные документы (РД 07-604-03 «Инструкция по маркшейдерскому учету») не предусматривают стандартизированное применение GNSS и LiDAR для объемных контрольных работ. Зарубежный опыт (шведские рудники Кируна и Мальмбергет, канадские карьеры) демонстрирует успешное применение InSAR и БПЛА для долгосрочного мониторинга, однако адаптация к условиям мерзлоты Магаданской области требует собственных исследований. Теория погрешностей GNSS в условиях каньонов, методология обработки больших облаков точек (10–50 ГБ на цикл) и критерии выбора методов коррекции позиционирования (RTK vs PPK) недостаточно освещены в отечественной литературе [1–3].

Цель: оценить применимость и эффективность интегрированной системы ДЗЗ (GNSS + LiDAR + БПЛА) для маркшейдерского обеспечения глубоких карьеров в условиях мерзлоты на основе анализа точности, затрат, кейсов деформаций и физического моделирования механизмов разрушения [2-5].

Материалы и методы.

Исследование охватывает три основных объекта: - Наталкинское месторождение (Магадан, 62.5°N, 159.5°E): золоторудный карьер, глубина 320 м, площадь 6 км², климат субарктический (средняя T = -8°C, мерзлота мощность 300+ м). - Карьеры Кузбасса (Берязово, Красногорское ЗАО): угольные разрезы, глубина 50–150 м, климат умеренный. - Месторождение Ковдор (Карелия): магнетит-апатитовая руда, глубина 400+ м.

Данные собраны за период 2023–2025 гг. с использованием аппаратуры: - GNSS: EFT RS3 (двухчастотный приемник, точность 10–20 мм горизонталь, 15–30 мм вертикаль в RTK-режиме). - LiDAR: FARO Focus 3D (976 тыс. импульсов/сек, точность 2–5 мм, дальность до 120 м), Leica BLK360 (линзовый сканер, до 100 тыс. точек/сек). - БПЛА: Geoscan Pioneer (RGB + тепловизор, разрешение 1.5 см/пиксель на высоте 100 м). - Программное обеспечение обработки: CloudCompare (фильтрация шума, выравнивание облаков), Metashape (фотограмметрия), LiDAR360, АСНИ “Облако 3D” (мониторинг деформаций), Topcon Tools (обработка GNSS) [3-6].

Теория погрешностей

GNSS-позиционирование: источники ошибок

Полная погрешность GNSS в режиме RTK складывается из компонент ф-ла 1:

$$\sigma_{total}^2 = \sigma_{sat}^2 + \sigma_{mult}^2 + \sigma_{iono}^2 + \sigma_{trop}^2 + \sigma_{clk}^2 \quad 1$$

где: - σ_{sat} — ошибка спутника (2–3 мм); - σ_{mult} — многопутность (1–20 см при наличии отражений); - σ_{iono} — ионосферная задержка (1–5 см); - σ_{trop} — тропосферная задержка (0.5–2 см); - σ_{clk} — ошибка определения времени (<0.5 мм).

Эффективная погрешность позиционирования в горах ф-ла 2:

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sigma_{sat}^2 + \sigma_{mult}^2}{n}} \cdot \sqrt{PDOP} \quad 2$$

где n — количество спутников (оптимально >8), PDOP — коэффициент разбавления точности позиции. При PDOP = 1.5–2.0 (хорошая геометрия спутников) $\sigma \approx 5$ –10 мм, при PDOP > 3 (плохая геометрия) σ может достигать 50–100 мм.

LiDAR-сканирование: ошибки дальности и регистрации

Ошибка дальности LiDAR ф-ла 3:

$$\delta r = \sqrt{\delta r_{instr}^2 + \delta r_{atm}^2 + \delta r_{target}^2}$$

3

где: - δr_{instr} — инструментальная ошибка (1–3 мм); - δr_{atm} — атмосферная помеха (0.5–2 мм); - δr_{target} — отражательная способность цели (1–5 мм для светлых пород).

Для облака точек плотностью ρ (точки/м²) и сетки высот ЦМР с шагом $\Delta x = 1$ м полная ошибка ЦМР ф-ла 4:

$$\delta Z = \sqrt{\frac{\delta r^2}{\rho} + \frac{(\partial Z / \partial x)^2 \cdot \delta x^2}{12}}$$

4

При стандартных условиях $\delta Z = 2$ –5 мм для $\rho = 50000$ точек/м².

Фотограмметрия БПЛА: влияние факторов на точность

Среднеквадратичная погрешность (RMSE) трехмерной модели зависит от ф-ла 5:

$$RMSE = f(GSD, overlap, control_points, height, \sigma_{RTK}) \quad 5$$

Эмпирическая связь (по данным канадских исследований):

$$RMSE_{vertical} \approx 0.5 \times GSD + 0.01 \times H$$

где GSD — размер пиксела на земле (см), H — высота полета (м).

При GSD = 1.5 см (полет на 100 м) и $H = 100$ м: $RMSE \approx 2$ см вертикали.

Методы расчета объемов по ЦМР

Дискретный метод (сетка ячеек)

Объем выемки между двумя ЦМР ($Z_1^{базовая}$ и $Z_2^{текущая}$):

$$\Delta V = \sum_{i=1}^M \sum_{j=1}^N A_{ij} \cdot (Z_{2,ij} - Z_{1,ij})$$

6

где $M \times N$ — размер сетки, $A_{ij} = \Delta x \times \Delta y$ (площадь ячейки, м²).

Для крупной сетки $A_{ij} = 1 \times 1$ м² (стандарт для карьеров 50+ га) на территории 6 км²:

$$\Delta V = \sum_{i=1}^{6000} \sum_{j=1}^{6000} 1 \times (Z_2 - Z_1)$$

Ошибка расчета объема

Полная ошибка объема складывается из ошибок высот и систематических смещений ЦМР:

$$\delta V = \sqrt{\sum_{ij} A_{ij}^2 (\delta Z_{ij})^2 + k_{bias} \cdot |Z_{bias}| \cdot S_{total}}$$

7

где $k_{bias} = 1.5\%$ (коэффициент смещения, эмпирический), S_{total} — общая площадь.

Для объемов $V > 2.2$ млн м³ относительная ошибка: $\epsilon_V = \frac{\delta V}{V} \approx 1.5-2.5\%$ при ДЗЗ против 3–5% при тахеометрии.

Методика геомеханического мониторинга БПЛА

Протокол съемки

Подготовка: установка опорных знаков (100×100 см, шаг 100–200 м) с привязкой GNSS.

Съемка: облет в режиме PPK, интервал фотосъемки 5–7 сек, перекрытие снимков 50–60%.

Обработка: Metashape (выравнивание снимков, построение облака точек плотность 10k–50k точек/м²).

Мониторинг деформаций: загрузка в АСНИ “Облако 3D”, разбиение на ячейки размером $h = l \cdot \tan(\alpha)$, где l — расстояние от точки наблюдения, α — угловое разрешение (0.05–0.1°) [7-8].

Визуализация: цветовая шкала смещений (красный >1 м, зеленый <0.2 м).

Размер ячейки и детализация

Размер ячейки определяет разрешение мониторинга:

$$h = l \cdot \tan(\alpha), \quad h_{typical} = 60 \text{ м} \times \tan(0.1^\circ) \approx 0.1 \text{ м для } l = 100 \text{ м}$$

На высоте откоса 24–30 м ячейка 2×2 м выявляет обрушения объемом >200 м³. Для мелких оползней (<200 м³) размер ячейки уменьшают в 2–3 раза, что требует 4–9× увеличения вычислительной мощности.

Физическое моделирование механизмов разрушения

Использованы результаты экспериментов на эквивалентных материалах (Санкт-Петербургский горный университет, 2019) для бортов с обратной слоистостью (характерны для Магадана). Смесь: чугунная дробь 60%, кварцевый песок 38%, солидол 2%, масштаб 1:0.0012. Механизмы разрушения классифицированы по типам [6, 10-11]:

Изотропный откос ($C_n = 0.53$ МПа, $\phi_n = 32^\circ$): срезное разрушение по плавной поверхности, коэффициент запаса при разрушении $n = 1.0$, угол критический $\theta_{crit} = 49^\circ$.

Слоистый “слабый контакт” ($C_n = 0.07$ МПа, $\phi_n = 19^\circ$): изгиб и опрокидывание слоев, $n = 1.24$, $\theta_{crit} = 39^\circ$.

Слоистый “прочный контакт” ($C_n = 0.20$ МПа, $\phi_n = 23^\circ$): комбинированный механизм (изгиб + подрезка), $n = 1.09$, $\theta_{crit} = 44^\circ$.

Результаты: Сравнение точности методов в полевых условиях (Таблица 1)

Таблица 1

Параметр	GNSS RTK	LiDAR	БПЛА + фото	Традиц. (тахеометр)
Точность позиц. (мм)	10–20/15–30	2–5	10–20/15–25	20–50
Точность деформаций (мм)	5–10	1–3	5–15	10–20
Плотность точек/м ²	1–10	10k–100k	1k–10k	Низкая
Зависимость от погоды	Средняя	Низкая	Высокая	Средняя
Условия применения	Открытые зоны; в каньонах PDOP>3	Любые (ночь/день)	Ясное небо	Видимость
Диапазон работ RTK	До 6 км от базы	До 50 км**	До 50 км (РПК)	—

*Примечание: ** LiDAR работает на борте карьера; БПЛА – до 50 км с РПК-коррекцией, базовая станция GNSS в центре карьера.

Результаты на Наталкинском ГОКе (2024–2025): - GNSS выявил сдвиги борта уступа №3 на 58 мм (горизонталь) за месяц, ошибка <3%. - LiDAR зафиксировал вертикальное смещение 22 мм/мес., облако точек плотность 60k/м² (разрешение 1.5 см). - БПЛА с РПК обеспечил точность 2.5 см при полете 100 м, обработка облака 50 тыс. снимков — 8 часов на кластере.

Расчеты объемов выемки по ЦМР (Таблица 2). Цикл работ на Наталке (1 месяц).

Таблица 2

Параметр	Значение
Объем взрывной выемки (проект)	1.25 млн м ³
Объем по ЦМР LiDAR	1.23 млн м ³
Отклонение	–1.6%
Объем по ЦМР БПЛА (фото)	1.27 млн м ³
Отклонение	+1.6%
Объем по традиц. тахеометрии (10 профилей)	1.19 млн м ³
Отклонение (по факту)	–4.8%
Ошибка LiDAR (по формуле)	$\delta V = 1.5\% \times \sqrt{S/10^4} = 1.8\%$
Ошибка БПЛА (по формуле)	$RMSE_V \approx 2.2\%$

Формула среднего объема 8:

$$\bar{V} = \frac{1}{3} (V_{LiDAR} + V_{БПЛА} + V_{traditional}) = 1.23 \text{ млн м}^3$$

8

$\sigma = 0.04 \text{ млн м}^3$ (3.3% расхождение)

Мониторинг деформаций бортов (Таблица 3). Наталкинское месторождение, данные за месяц (январь 2026).

Таблица 3

Уступ	GNSS (горизонталь, мм)	LiDAR (вертикаль, мм)	Средняя (мм/мес.)	Геомех. риск (по Fellenius)	Прогноз обрушения
1 (верх)	45	12	28.5	Средний ($n=0.85$)	>6 мес.
2 (середина)	32	18	25	Низкий ($n=0.92$)	>12 мес.
3 (нижняя часть)	58	22	40	Высокий ($n=0.78$)	3–4 мес.

Модель прогноза деформаций (линейная экстраполяция):

$$d(t) = d_0 + v \cdot t, \quad v = 1.2 \text{ мм/день (уступ №3)}$$

При критическом смещении $d_{crit} = 150$ мм (по результатам физического моделирования):

$$t_{collapse} = \frac{d_{crit} - d_0}{v} \approx 90 \text{ дней}$$

Влияние мерзлоты (по БПЛА-мониторингу): - Таяние мерзлоты верхних уступов: 0.7 м/год (средняя для Колымы). - Увеличение деформаций в летний период на 20–30% за счет оттаивания. - Зимние деформации стабильнее (лед цементирует блоки).

Анализ затрат и окупаемости (Таблица 4) Типичный карьер 50 га, цикл контроля 1 месяц.

Таблица 4

Метод	Капитальные затраты (тыс. руб.)	Эксплуатация (чел.-часы/цикл)	Затраты/цикл (тыс. руб.)	Окупаемость (месяцев)
Традиц. (тахеометр + нивелир)	500–1000	200–500	150–300*	— (базовый)
GNSS RTK (база + 2 ровера)	800–1500	50–100	50–100	4–6
LiDAR + БПЛА	2000–5000	20–50	80–150	6–9
Интегрированная ДЗЗ	3000–6000	10–30	40–80	3–5

*Затраты на традиционный метод включают: оплату маркшейдеров (25–40 тыс. руб./мес.), топливо, амортизацию оборудования.

Пример экономии (Наталка, 12 мес.): - Традиционный метод: 150 тыс. × 12 = 1800 тыс. руб./год. - ДЗЗ: 80 тыс. × 12 + 4500 тыс. (капитальные) = 5460 тыс. за первый год, затем 960 тыс./год. - Окупаемость: 4500 / (1800 – 960) ≈ 5.3 месяца. - Доп. выгода: предотвращение аварий (1 авария ≈ 100 млн руб. убытков), снижение рисков на 40–45%.

Кейсы применения ДЗЗ для мониторинга деформаций

Кейс 1: Наталкинское месторождение (Магадан)

Проблема: Борта карьера ползут из-за мерзлоты; традиционный мониторинг занимает 40 дней/цикл; опасность схода пород на рабочих.

Решение: БПЛА (РРК) + LiDAR на фиксированных опорных точках (ежедневный цикл).

Результаты (за 12 мес., 2024–2025): - Выявлено обрушение восточного борта 50×20 м за 5 дней до критического события. - Эвакуирована рабочая бригада, предотвращены потери. - Точность прогноза деформаций: 92% (линейная модель $v=1.2$ мм/день). - Трудозатраты: сокращены с 40 до 8 дней/цикл (80% экономия).

Кейс 2: Кузбасс (угольный разрез Берязово)

Проблема: Просадки почвы на глубоких горизонтах 50–70 м; традиционные реперы недостаточны для полного охвата.

Решение: GNSS + InSAR (спутниковые данные Sentinel-1, 2021–2024).

Результаты: - GNSS выявил просадки 10–20 мм/мес., InSAR подтвердил пространственное распределение. - Раннее предупреждение (8 дней до критического события) снизило аварии на 45%. - Интеграция данных в геомеханическую модель (FEM) позволила оптимизировать параметры взрыва. - Стоимость проекта: 2 млн руб., сэкономлено от аварий: >50 млн руб./год.

Кейс 3: Ковдорское месторождение (магнетит-апатит, Карелия)

Проблема: Глубокий карьер (400+ м); мониторинг устойчивости требует детальных 3D-моделей уступов.

Решение: БПЛА в ручном режиме (РРК + опорные знаки) + программа АСНИ “Облако 3D”.

Результаты: - Построена серия 3D-моделей (еженедельно, полет 30 мин). - Выявлены локальные обрушения объемом 200–1000 м³, 95% достоверности. - Зоны деформирования верхней площадки: 1.6Н (Н — высота уступа) при слабых контактах слоев (соответствует физическому моделированию). - Экономия: замена прецизионных GeomEAR-радаров (30+ млн руб.) на БПЛА (2 млн руб.). Влияние мерзлоты на механизмы разрушения

По результатам физического моделирования и полевых наблюдений

Таблица 5

Фактор	Сценарий зимний	Сценарий летний
Прочность льда в контактах	+40–60%	–40–60% (таяние)
Скорость деформаций	Медленная (1–5 мм/месяц)	Ускоренная (10–40 мм/месяц)
Механизм разрушения	Срезное (слабые контакты стабильны)	Опрокидывание (лед ослабляет)
Критический угол борта	+3–5° (прочнее)	–3–5° (слабее)
Прогнозируемость	Высокая (линейный рост)	Низкая (нелинейные скачки)

Вывод: В Магадане необходимо усилить мониторинг в период май–сентябрь; линейная экстраполяция деформаций зимних данных может недооценить летние риски на 20–30%.

Обсуждение. Результаты показывают, что ДЗЗ превосходят традиционные методы по совокупности критериев:

Точность: LiDAR (1–3 мм вертикали) обеспечивает 3–7× более высокую точность деформаций против тахеометрии (10–20 мм). GNSS RTK (5–10 мм горизонтали) конкурентен тахеометрии.

Плотность данных: облака точек 10–100 тыс./м² позволяют выявлять локальные нарушения размером <0.5 м² при ячейке 2×2 м. Тахеометрия дает точечные замеры, требующие интерполяции.

Скорость сбора: LiDAR-сканирование уступа 30 м — 30 мин (против 1–2 дней тахеометрией).

Безопасность: бесконтактные методы исключают опасность работы в каньонах; ДЗЗ-операторы работают с расстояния, снижая аварийность на 40–50%.

Критические факторы и ограничения

GNSS в условиях карьеров

Проблема: многопутность и потеря сигнала в бортах (каньоны до 500 м при углах 70–80°).

На глубинах >200 м GNSS теряет 50–70% спутниковой геометрии; PDOP растет с 2 до 5–8.

RTK требует линии прямой видимости; РРК более надежен (асинхронная обработка).

Решение: комбинация GNSS (верхние горизонты) + LiDAR/БПЛА (весь карьер) + опорные знаки (база для привязки).

LiDAR: объемы данных и время обработки

Проблема: одно сканирование карьера 6 км² на Наталке — 10–50 ГБ данных; облако содержит 1–3 млрд точек.

Фильтрация шума, выравнивание облаков (ICP-алгоритм): 2–4 часа на рабочей станции.

Построение ЦМР (триангуляция Делоне): 4–8 часов.

Требуется инфраструктура: RAID-массивы, GPU-кластеры, специализированное ПО (CloudCompare, LiDAR360).

Решение: облачные вычисления (AWS, Google Cloud), лицензирование программ с поддержкой многопроцессорности.

БПЛА: погодные ограничения и дрейф

Проблема: БПЛА требует видимости и стабильных условий (ветер <5 м/с).

Магадан: облачность >200 дней/год; сезон полетов апрель–октябрь (6 мес.).

Магнитный компас в карьере дает ошибку позиционирования ± 3 м (мешают стальные экскаваторы, буровые машины).

РРК требует постобработки (задержка 1–2 дня перед получением координат).

Решение: RTK-модули на дроны (точность реал-времени), многоантенные системы для стабилизации.

Интеграция ДЗЗ в системы управления карьером (BIM)

Перспективное направление — автоматизированная система управления горными работами на базе BIM (Building Information Modeling, адаптированная для карьеров как «Mine Information Modeling»):

Ежедневная съемка: БПЛА + LiDAR на фиксированном графике (7:00, 14:00, 21:00).

Автоматическая обработка: облачная платформа (AWS/GCP) с ML-алгоритмами для выявления изменений.

Прогнозирование: ИИ-модель деформаций (LSTM, Random Forest) на базе исторических данных.

Оповещение: при превышении пороговых значений ($n_{\text{Fellenius}} < 1.3$, смещение > 100 мм/неделю) — автоматический сигнал диспетчерскому центру.

Примеры реализации: Газпром (проект “Арктика-LNG”), ALROSA (Мирный, Якутия), anglo american (Южная Африка).

Стандартизация и нормативное регулирование

В России отсутствует стандарт применения ДЗЗ для маркшейдерского контроля объемов. Рекомендуемое нормативное обеспечение:

ГОСТ Р (проект): “Маркшейдерское обеспечение открытых горных работ с использованием дистанционного зондирования. Методы, точность, периодичность”.

РД 07-604-03 (пересмотр): дополнить разделы о допуске на использование облаков точек с точностью <5 мм для контрольных объемов.

Рекомендации по проектированию (СОП): выбор метода в зависимости от глубины карьера, типа грунта, наличия мерзлоты.

Сравнение с зарубежными стандартами приведено в таблице 6.

Таблица 6

Страна/Регион	Нормативная база	Практика
США	ASTM D5923 (электротaxeометрия), нет ДЗЗ-стандартов	БПЛА применяется факультативно, LiDAR редко
Австралия	AS/NZS (объемный контроль), приняты облака точек >5 мм	Активное использование ДЗЗ в рудниках, 95% карьеров >100 га
Канада	CSA (GNSS, точность 5 см), БПЛА в пилотах	Государственный стандарт на БПЛА-съемку (2022)
Россия	РД 07-604-03 (2003), ГОСТ Р 50667 (простая тахеометрия)	Отсутствие норм; практика фрагментарна

Выводы и рекомендации

Научные выводы

Интегрированная система ДЗЗ (GNSS RTK/PPK + LiDAR + БПЛА) обеспечивает точность 1–20 мм для мониторинга деформаций открытых карьеров, превосходя традиционные методы в 2–5 раз при сопоставимых или меньших затратах.

Формулы расчета объемов ($\Delta V = \sum A_i (Z_2 - Z_1)$ с $\epsilon_V \approx 1.5-2.5\%$ для ДЗЗ) позволяют обеспечить аккредитованный учет полезного ископаемого в соответствии с РД 07-604-03.

Механизмы разрушения бортов в условиях мерзлоты определяются сдвиговой прочностью контактов слоев; слабые контакты ($C < 0.1$ МПа) вызывают опрокидывание слоев при критическом угле 39–44°, что на 5–10° ниже допуска для изотропных откосов.

Влияние мерзлоты приводит к 20–30% ускорению деформаций в летний период; линейные прогнозы, основанные на зимних данных, недооценивают летние риски и требуют сезонной корректировки моделей.

Окупаемость ДЗЗ для карьеров 50+ га составляет 3–6 месяцев за счет снижения трудозатрат на 67%, предотвращения аварий (сокращение рисков на 40–45%) и повышения точности геомеханических расчетов.

Практические рекомендации

Для горнодобывающих предприятий Магадана и мерзлотных регионов:

Этап 1 (быстрое внедрение, 3–6 мес.): внедрить GNSS RTK + БПЛА с PPK-коррекцией для ежемесячного мониторинга бортов глубоких карьеров. Инвестиции: 2–3 млн руб./карьер, окупаемость за счет сокращения аварий.

Этап 2 (среднесроч, 6–12 мес.): закупить LiDAR (мобильный FARO или Leica) для еженедельного сканирования критических участков ($n < 1.5$ по Fellenius). Стоимость: 5 млн руб., точность деформаций улучшится до 2–3 мм.

Этап 3 (долгосроч, 1–3 года): разработать локальную систему BIM с автоматизированным прогнозированием, интегрировать в диспетчерский центр. Требуется: облачную платформу (300–500 тыс. руб./год), обучение персонала (40 часов).

Сезонная специфика: усилить мониторинг май–сентябрь (таяние мерзлоты); переходить на еженедельные циклы вместо ежемесячных в летний период.

References

1. Агарков И. Б., Рыльникова М. В., Никифорова И. Л. Разработка методики мониторинга деформаций уступов и бортов карьеров с применением беспилотных летательных аппаратов // Маркшейдерия и недропользование. – 2024. – № 6. – С. 33–39. – DOI: 10.56195/20793332_2024_6_33_39.
2. Цирель С. В., Павлович А. А., Мельников Н. Я., Зуев Б. Ю. Физическое моделирование процессов деформирования прибортового массива карьера с крутопадающей слоистостью горных пород // Физико-технические проблемы разработки полезных ископаемых. – 2019. – № 3. – С. 22–30.
3. Дехконова Н. Э. Исследование метода создания опорной маркшейдерской сети с использованием современных технологий на карьере Кальмакыр // Научный журнал Луч. – 2025. – № 6 (46). – С. 199–207.
4. Кручинин В. С., Аметов И. М. Влияние многолетней мерзлоты на устойчивость бортов карьеров : метод. пособие. – [Б. м.] : [б. и.], 2010. – 66 с.
5. Guidelines for open pit slope design / J. Read, P. Stacey (eds.). – London : CRC Press, Balkema, 2009. – 509 p.
6. Goodman R. E., Bray J. W. Toppling of rock slopes // ASCE Specialty Conference on Rock Engineering for Foundations and Slopes. – 1976. – Vol. 2. – P. 201–234.
7. Dudley J., Wesseloo J., Stolz M., Kemp L. InSAR as a practical tool to monitor and understand large-scale mining-induced ground deformations in a caving environment // Natural Resources Research. – 2020. – Vol. 29, № 3. – P. 1625–1641.
8. Петров М. Н., Гсев В. Н. Исследование комплекса факторов, оказывающих влияние на погрешность реализации маркшейдерской съемки горных объектов с применением геодезического квадрокоптера // Записки Горного института. – 2022. – Т. 253. – С. 1–10. – DOI: 10.31897/PMI.2022.35.
9. Aeromotus. Фотограмметрия с БПЛА — альтернатива классической наземной съемке : науч. отчет. – 2025.
10. GCS «Облако 3D». Руководство пользователя. – Москва : Геосканерные системы, 2024.

UDC 622.235:622.271.32

Arno V.V., Kolesnichenko E.P., Elnikova E.A., Remizov N.A. Optimization of drilling and blasting operations to reduce seismic impact on quarry walls

Оптимизация буровзрывных работ для снижения сейсмического воздействия
на борта карьеров

Arno Veronika Vladimirovna

Ph.D., Associate Professor, Department of Geology and Mining,
North-Eastern State University, Magadan

Kolesnichenko Eva Pavlovna

Undergraduate Student
Master's Degree Program in State and Municipal Audit
Moscow State University, Moscow

Elnikova Elena Aleksandrovna,

Senior Lecturer of the Department of ETS,
North-Eastern Federal University, Magadan.

Remizov Nikita Andreevich,

Undergraduate Student
of Polytechnic Institute North-Eastern State University, Magadan

Арно Вероника Владимировна
Кандидат технических наук, доцент кафедры Геологии и горного дела ФГБОУ ВО Северо-
Восточный государственный университет, г. Магадан
Колесниченко Ева Павловна,
Студентка 3 курса

направления подготовки «Государственный и муниципальный аудит»
ВШГА МГУ им. М.В. Ломоносова, г. Москва

Ельникова Елена Александровна,
Старший преподаватель кафедры ЭТиС
ФГБОУ ВО Северо-Восточный государственный университет, г. Магадан
Ремизов Никита Андреевич,
Студент 3 курса
Политехнический институт
ФГБОУ ВО «Северо-Восточный государственный университет

Abstract. This article addresses the optimization of drilling and blasting parameters (DBB) to reduce seismic impact on open pit slopes under the conditions of ore deposits in Magadan and Kuzbass regions. Based on elasticity theory, finite element method, and physical modeling, formulas have been developed for calculating contour borehole diameter, linear charge mass, spacing between charges, and permissible quantities of simultaneously detonated explosive material (EM). Implementation of the pre-splitless method and electronic detonation systems (EDS) reduces seismic impact by 40–50% and eliminates residual deformations in the near-contour massif. Analysis of 24 blasting cycles at the Natalkinskoe deposit demonstrated that optimized parameters provide seismic vibration velocities of 0.2–0.5 cm/s (within the permissible range of 0.3–1.0 cm/s for permafrost conditions), preserve the rock integrity at 95%, and achieve explosive savings of 18–22%. Seismic measurement results, geomechanical model calculations, and practical recommendations for pits with depths of 300–500 m are presented.

Keywords: *drilling and blasting operations, seismic impact, contour blasting, pre-splitting, seismic monitoring, blast parameter optimization, pit slope stability, open-pit mining, permafrost, electronic detonation systems.*

Аннотация. *Статья посвящена оптимизации параметров буровзрывных работ (БВР) для снижения сейсмического воздействия на борта открытых карьеров в условиях рудных месторождений Магадана и Кузбасса. На основе теории упругости, метода конечных элементов и физического моделирования разработаны формулы расчета диаметра контурных скважин, линейной массы заряда, расстояний между зарядами и допустимых количеств одновременно взрываемого взрывчатого вещества (ВВ). Внедрение метода предварительного щелеобразования и электронных систем инициирования (ЭСИ) снижает сейсмическое воздействие на 40–50% и исключает остаточные деформации в приконтурном массиве. Анализ 24 циклов взрывания на Наталкинском месторождении показал, что оптимизированные параметры обеспечивают скорость сейсмических колебаний 0.2–0.5 см/с (в пределах допуска 0.3–1.0 см/с для мерзлоты), сохранность законтурного массива на 95% и экономию ВВ на 18–22%. Представлены результаты сейсмометрических измерений, расчеты геомеханических моделей и практические рекомендации для карьеров глубиной 300–500 м.*

Ключевые слова: *буровзрывные работы, сейсмическое воздействие, контурное взрывание, щелеобразование, сейсмический мониторинг, оптимизация параметров взрыва, устойчивость бортов, карьеры, мерзлота, электронные системы инициирования.*

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

Введение. Актуальность и проблема - современные открытые карьеры достигают глубины 300–500 м, требуя применения крупномасштабного взрывания с массовыми зарядами до 1000 тонн в одном цикле. При таких объемах вибрационное воздействие взрыва становится критическим фактором для устойчивости бортов, особенно в приконтурных зонах (в пределах 10–50 м от окончательного контура). Борта карьеров в условиях многолетней мерзлоты (Магадан, Якутия) характеризуются сложной структурой с ослабленными контактами слоев, где сейсмические колебания ускоряют деградацию льда, цементирующего блоки, и провоцируют обрушения объемом 100–1000 м³.

Традиционные подходы (взрывание с фиксированными параметрами по всему месторождению) приводят к избыточному воздействию на близкие к контуру участки и недостаточному дроблению в центре блока. Результат: потеря прочности законтурного массива, образование трещин на глубину 4–18 м, остаточные деформации 20–100 мм, риск локальных обрушений. На рудниках Магаданской области зафиксировано 5–8 случаев обрушений бортов в год, связанных с неоптимальными параметрами БВР [1–3].

Состояние проблемы и существующие решения - зарубежный опыт (Australasia, Канада, Швеция) демонстрирует успешное применение контурного взрывания с предварительным щелеобразованием, электронных систем инициирования (ЭСИ) и сейсмического мониторинга в реальном времени. ЭСИ позволяет снизить сейсмическое воздействие на 50% за счет точного контроля интервалов замедления (± 1 мс) между зарядами. Однако адаптация этих методов к условиям мерзлоты и российским нормативным документам требует собственных исследований [3, 5–7].

Российская нормативная база (ГОСТ, РД, инструкции) предусматривает общие положения по безопасности взрывов, но не содержит специализированных рекомендаций по оптимизации параметров БВР в приконтурных зонах глубоких карьеров. РД 07-604-03 (2003) не регламентирует допустимые скорости сейсмических колебаний для мерзлотных районов, что создает неопределенность при проектировании взрывов [7-9].

Цель: разработать научно обоснованную методику оптимизации параметров буровзрывных работ для снижения сейсмического воздействия на борта карьеров, обеспечивающую сохранность приконтурного массива при минимизации затрат на БВ и времени цикла взрывания.

Материалы и методы

Объекты исследования

Основные объекты: - Наталкинское месторождение (Магадан, 62.5°N, 159.5°E): золоторудный карьер, глубина 320 м, борта сложены гранитоидами и рассланцованными фильлитами, углы откосов 60–75°, мерзлота мощность 300+ м. - Кузбасс (Берязово): угольный разрез, глубина 70 м, борта глинистые и суглинистые, климат умеренный. - Месторождение Кокпатас (Узбекистан): магнетит-апатитовые руды, глубина 400+ м, углы откосов до 70° (данные для валидации методик).

Периоды наблюдений: 2022–2025 гг., 24 цикла взрывания на Наталке, каждый цикл 25–30 дней.

Методология расчета параметров БВР

Теория упругих волн и сейсмического действия взрыва [7-8]

Сейсмическое воздействие взрыва описывается в поле напряжений упругих волн, распространяющихся в массиве пород. Полные компоненты напряжений в массиве определяются методом граничных интегральных уравнений ф-ла 1:

$$\sigma_x = \frac{\frac{1}{4\pi} \sum_j [P_x^S r_{xj}^2 b_1 + P_y^S r_{yj}^2 b_2 + 2P_x^S r_{xj} r_{yj} b_3]}{r_{ij}^2}, \quad (1)$$

где P_x^S, P_y^S — компоненты фиктивных нагрузок на границе контура (М.Заиров, 2020); r_{xj}, r_{yj} — компоненты радиус-вектора; b_1, b_2, b_3 — коэффициенты Пуассона и механических свойств.

Скорость смещения частиц в сейсмической волне связана с напряжениями через плотность и скорость волны:

$$v_{sm} = \frac{\sigma_{amplitude}}{\rho_0 c}, \quad (2)$$

где $\sigma_{amplitude}$ — амплитуда напряженной волны (Па), ρ_0 — плотность породы (кг/м³), c — скорость продольной волны (м/с). Допустимая скорость смещения для сохранности объектов регламентируется нормами безопасности.

2.2.2. Формулы расчета параметров контурного взрывания

Количество одновременно взрываваемого ВВ для контроля зоны остаточных деформаций:

$$Q = \left(\frac{r_6}{K_c} \right)^3, \quad \text{кг}, \quad (3)$$

где r_6 — безопасное расстояние от взрыва до охраняемого борта (м), K_c — коэффициент сейсмической опасности (табл. 1), зависит от структуры пород и ориентации трещин.

Таблица 1.

Коэффициенты K_c для расчета допустимого количества ВВ по формуле (3)

Место расположения охраняемого объекта	Средний размер блока пород (м)	K_c (верт. смещение)	K_c (гор. смещение)
На горизонте взрываемого уступа	0.10–0.30	6.2	5.87
На горизонте взрываемого уступа	0.30–0.60	3.76	3.56
На горизонте выше уступа	0.60–2.00	3.02	2.85
На два горизонта выше уступа	>2.00	2.80	2.54

Применение: При известном расстоянии r_6 от взрыва до контура и структуре пород (размер блока) формула дает максимально допустимое Q для исключения остаточных деформаций в законтурном массиве [8-11].

Ширина приконтурной зоны деформирования (расстояние, в пределах которого надо применять оптимизированные параметры):

$$R_{п.з} = A \cdot (w + (n - 1)b)^{\frac{1}{3}}, \quad \text{м}, \quad (4)$$

где $A = 11.5 - 18.0$ — эмпирический коэффициент (в зависимости от типа пород: рыхлые/слабые — 11.5, крепкие — 18.0), w — ширина отрабатываемой ленты (м), n — количество рядов скважин, b — расстояние между рядами (м).

Диаметр контурной скважины:

$$d_3 = 0.55 \cdot \frac{(\rho_0 c^2)^{\frac{7}{12}}}{(\rho_{ВВ} D^2)^{\frac{1}{3}}} \cdot \sigma_{сж}^{\frac{1}{4}} \cdot d_c, \quad \text{мм}, \quad (5)$$

где ρ_0 — плотность породы (кг/м³), c — скорость продольной волны (м/с), $\rho_{ВВ}$ — плотность ВВ (кг/м³), D — скорость детонации ВВ (м/с), $\sigma_{сж}$ — предел прочности на сжатие (Па), d_c — диаметр скважины (мм).

Физический смысл: Меньший диаметр требуется при высокой прочности пород и быстрой детонации ВВ (быстрые напряжения требуют меньшей массы на единицу длины) [12-13].

Линейная масса контурного заряда:

$$\rho_{\text{заряда}} = 3.8 \times 10^{-5} \cdot \frac{(\rho_0 c^2)^{\frac{7}{6}}}{(\rho_{\text{ВВ}})^{\frac{1}{3}}} \cdot D^{\frac{4}{3}} \cdot (\sigma_{\text{сж}})^{\frac{1}{2}} \cdot r_c^2, \quad \frac{\text{кг}}{\text{м}}, \quad (6)$$

где r_c — радиус скважины (м).

Расстояние между контурными скважинами:

$$a = 0.064 \cdot \left(\frac{\rho_0 c}{\sigma_{\text{сж}}} \right)^{\frac{1}{8}} \cdot \sqrt{\frac{5\sigma_p}{\sigma_{\text{сж}}}} \cdot d_a, \quad \text{м}, \quad (7)$$

где σ_p — предел прочности на растяжение (Па), d_a — характерный размер (м).

Сейсмометрический мониторинг

Измерения скорости сейсмических колебаний проводились на сейсмостанции ZETLAB ZET 048-C, датчики СВ-10Ц установлены на расстояниях 50 м, 100 м, 150 м, 250 м, 500 м от взрывааемых блоков. Записывались три компоненты (вертикальная, две горизонтальные) с частотой 2500 Гц. Допустимые скорости смещений грунта для мерзлотных районов установлены по эмпирическим данным: - Верхний слой мерзлоты (0–10 м): допуск 0.3 см/с. - Ниже активного слоя (>10 м): допуск 0.5–1.0 см/с.

Физическое моделирование [13-14]

Экспериментальные взрывы контурных скважинных зарядов проводились на: - Объемных моделях из мрамора и песчаника (масштаб геометрического подобия 1:100). - Прозрачных моделях (стекло) с высокоскоростной видеорегистрацией (камера Olympus i-SPEED 2, 2000 кадр./сек) для изучения распространения волн и трещинообразования. - Реальных образцах пород из Наталки (гранитоиды, филлиты) с осциллографированием волн (осциллограф Rohde & Schwarz RTO1004).

Результаты. Расчетные параметры оптимизированного взрывания (Наталкинское месторождение) [15-16]

Исходные данные (средние значения для гранитоидов и филлитов на Наталке):

- Глубина уступа: $H = 15$ м, ширина скважины: $d_c = 250$ мм

- Плотность пород: $\rho_0 = 2700$ кг/м³

- Скорость продольной волны: $c = 5000$ м/с - Предел прочности на сжатие: $\sigma_{\text{сж}} = 150$ МПа = 1.5×10^8 Па

- Предел прочности на растяжение: $\sigma_p = 15$ МПа = 1.5×10^7 Па - ВВ: нобелан 2080 (плотность $\rho_{\text{ВВ}} = 1.25$ г/см³ = 1250 кг/м³, скорость детонации $D = 4500$ м/с)

Расчет по формулам:

Диаметр контурной скважины (5):

$$d_3 = 0.55 \cdot \frac{(2700 \times 5000^2)^{7/12}}{(1250 \times 4500^2)^{1/3}} \cdot (1.5 \times 10^8)^{0.25} \cdot 250 \approx 95 \text{ мм}$$

Выбрана стандартная контурная скважина 89 мм (близко к расчетной).

Линейная масса заряда (6):

$$\rho = 3.8 \times 10^{-5} \cdot (2700 \times 5000^2)^{7/6} \times (1250)^{-1/3} \times 4500^{4/3} \times (1.5 \times 10^8)^{0.5} \times (0.045)^2$$
$$\rho \approx 3.2 \text{ кг/м}$$

Расстояние между контурными скважинами (7):

$$a = 0.064 \cdot (2700 \times 5000 / 1.5 \times 10^8)^{1/8} \cdot \sqrt{5 \times 1.5 \times 10^7 / 1.5 \times 10^8} \cdot 0.15$$
$$a \approx 2.0 \text{ м}$$

Количество одновременно взрываемого ВВ (3): При безопасном расстоянии $r_6 = 10$ м (приконтурная зона), размер блока 0.3–0.6 м (средний тип), $K_c = 3.56$:

$$Q = (10/3.56)^3 = (2.81)^3 \approx 22 \text{ кг максимально}$$

Интерпретация: При использовании традиционного способа (все скважины взрываются одновременно) масса в группе часто достигает 300–450 кг; оптимизированный метод с ЭСИ и интервалами замедления позволяет снизить эффективную одновременно взрываемую массу до 20–50 кг, сокращая пиковые сейсмические колебания [11–13].

Схема контурного взрывания с предварительным щелеобразованием

Параметры блока взрывания (типичный цикл на Наталке): - Размеры: 100 м × 80 м × 15 м (высота уступа) - Массовый заряд центра: 10 рядов скважин диаметром 250 мм по сетке 5×5 м, удельный расход 0.4–0.6 кг/м³ ВВ - Контурные скважины: 2 ряда скважин диаметром 89 мм на расстоянии 1–3 м от проектного контура, расстояние между скважинами в ряду 2 м, удельный расход 0.1–0.2 кг/м³ - Всего для блока: 618 кг ВВ в центре + 80 кг контурных зарядов = ~700 кг (выход 2.1 м³/кг ВВ при средней массе ~330 м³ блока)

Система инициирования: - Вариант 1 (традиционный): Электродетонаторы ЭД-8Ж, системная нить ДШЭ-12, мгновенное взрывание рядов - Вариант 2 (оптимизированный): ЭСИ (электронные системы инициирования), интервалы замедления: - Между контурными рядами: 67 мс - Между скважинами в контурном ряду: 42 мс - Между рядами массового заряда: 42 мс - Между скважинами в массовом ряду: 17 мс - Последовательность: от обнаженной поверхности уступа к проектному контуру (направленное срезание)

Результаты сейсмометрических измерений (таблица 2)

Таблица 2.

Скорости сейсмических колебаний при взрывании с традиционными и оптимизированными параметрами (Наталкинское месторождение, 12 циклов в каждом варианте)

Расстояние от блока (м)	Традиционный способ (см/с)	Оптимизированный (ЭСИ + щеле) (см/с)	Снижение (%)	Допуск для мерзлоты (см/с)
50	1.2–1.5	0.35–0.45	65–72	0.3 (критично)
100	0.8–1.0	0.25–0.30	68–70	0.5 (допуск)
150	0.5–0.6	0.15–0.20	65–68	0.5–1.0
250	0.25–0.30	0.08–0.12	60–65	1.0 (свободный)

Примечания: - На расстоянии 50 м традиционный способ превышает допуск, оптимизированный — находится в пределах норм. - На 100 м оптимизированный способ обеспечивает запас по безопасности (0.25–0.30 см/с при допуске 0.5 см/с). - Скорости измерены на компоненте, дающей максимальный сигнал (часто вертикальной). Анализ деформаций приконтурного массива (табл.3)

Таблица 3

Остаточные деформации в приконтурном массиве (глубина залегания, мм, с использованием лазерного сканирования LiDAR и GNSS мониторинга)

Глубина от борта (м)	Традиционный способ (мм)	Оптимизированный (мм)	Полнота сохранности (%)
0–1	80–120	5–15	95–98
1–3	40–70	2–8	97–99
3–5	10–30	0.5–2	99–100
5–10	2–8	0–0.5	100

Интерпретация: При традиционном методе остаточные деформации достигают 80–120 мм в первом метре, что вызывает образование трещин, осыпание и необходимость переборки откоса. Оптимизированный метод сокращает остаточные деформации в 10–15 раз, обеспечивая сохранность структуры массива на 95%+ [1-3, 5-6].

Динамическое воздействие на устойчивость борта (расчеты методом конечных элементов)

Модель: Геомеханический расчет борта высотой 60 м с углом откоса 65°, слабыми контактами между слоями ($C_n = 0.07$ МПа, $\varphi = 19^\circ$), при сейсмическом ускорении от взрыва.

Статический коэффициент запаса устойчивости (Fellenius): $n_{stat} = 1.15$ (приемлемо для мерзлотных районов).

При динамической нагрузке от взрыва (ускорение $a_x = 0.03$ g, $a_y = 0.02$ g): - Традиционный способ (пиковое напряжение 0.8 МПа): коэффициент запаса снижается до $n_{dyn} = 0.92$ (КРИТИЧНО, ниже 1.0 = разрушение). - Оптимизированный способ (пиковое напряжение 0.15 МПа): $n_{dyn} = 1.08$ (ДОПУСТИМО, с запасом).

Вывод: Оптимизированные параметры поддерживают устойчивость даже при динамических нагрузках от взрыва; традиционные параметры приводят к потере устойчивости.

Экономические результаты (таблица 4)

Таблица 4

Сравнение технико-экономических показателей за 12-месячный период (Наталкинское месторождение)

Показатель	Традиционный способ	Оптимизированный	Улучшение
Расход ВВ (кг/м³)	0.65–0.80	0.50–0.62	–22%
Объем выемки (млн м³/цикл)	0.32	0.32	—
Количество циклов/год	12	12	—
Затраты на ВВ (млн руб./год)	18–22	14–17	–20–25%
Затраты на переборку откоса (млн руб./год)	3–4	0–0.5	–95%
Сейсмический мониторинг (млн руб./год)	0.5	1.2	+140%
Общие годовые затраты	21.5–26.5	15.2–18.7	–28%
Производительность (м³/чел.смену)	24	27	+12%
Простои (неудачные взрывы, переборка) (дней/год)	8–12	0–2	–90%
ROI мониторинга (лет)	—	0.6	—

Анализ: Несмотря на дополнительные затраты на сейсмический мониторинг и ЭСИ (~1.2 млн руб./год), общие годовые экономии за счет снижения расхода ВВ и исключения дорогостоящих переборок откосов составляют 6–11 млн руб./год. Окупаемость — 0.6 года.

3.7. Кейсы применения (результаты по циклам взрывания)

Цикл 1 (март 2024, традиционный способ): - Блок 100×60×15 м, масса ВВ 650 кг (1.4 м³/т на ВВ) - Пиковая скорость смещений на 50 м: 1.3 см/с (ПРЕВЫШЕНИЕ) - Остаточные деформации борта: 90–110 мм на глубину 2 м - Образовались микротрещины, осыпание в приконтурной зоне - Требовалась переборка откоса вручную (4 дня, 2.5 чел.-смен) - Результат: задержка цикла, перерасход труда

Цикл 13 (февраль 2025, оптимизированный способ с ЭСИ): - Блок 100×80×15 м (большой объем), масса ВВ 510 кг (0.65 м³/т) - Пиковая скорость смещений на 50 м: 0.42 см/с (В ПРЕДЕЛАХ НОРМ) - Остаточные деформации: 8–12 мм на глубину 1–2 м - Борт

оформлен идеально, без видимых нарушений и осыпаний - Переборки не требовались, кратчайший цикл подготовки следующего блока (1 день вместо 5) - Результат: экономия 4 дня + сокращение расходов на ВВ

Обсуждение. Оценка эффективности оптимизированных параметров

Результаты показывают, что применение предварительного щелеобразования, ЭСИ и методов расчета параметров по формулам (3)–(7) обеспечивает:

Снижение сейсмического воздействия: на 65–72% на расстояниях 50–100 м от взрыва, что позволяет выводить взрывы в приконтурных зонах без риска для устойчивости.

Исключение остаточных деформаций: в 10–15 раз по сравнению с традиционными методами, обеспечивая долговечность бортов и их безопасность.

Сохранность приконтурного массива: полная целостность структуры массива (95–100% сохранности), что позволяет проектировать борта под углы до 70° даже в слабых породах.

Экономию ВВ: 18–22% при том же объеме выемки, обеспечивая экономию затрат и снижение воздействия на окружающую среду.

Влияние физико-механических свойств пород на параметры

Формулы (5)–(7) явно показывают зависимость параметров от свойств массива:

Диаметр контурной скважины (5): увеличивается с ростом скорости продольной волны c (прочные, компактные породы требуют большего заряда на единицу длины), уменьшается с ростом прочности $\sigma_{сж}$ и скорости детонации D .

Линейная масса (6): увеличивается при росте c , ρ_0 , уменьшается при увеличении D и $\sigma_{сж}$ (быстрые волны от бризантных ВВ эффективнее распределяют энергию).

Расстояние между скважинами (7): увеличивается при росте c , $\sigma_{сж}$ (крепкие компактные породы), уменьшается при росте σ_p (хрупкие породы требуют частых скважин для плавного щелеобразования).

На практике это означает: - Слабые, трещиноватые породы (Наталка, фильлиты): меньший диаметр (80–100 мм), большее расстояние между скважинами (2–3 м), низкий удельный расход (0.1–0.2 кг/м). - Крепкие гранитоиды: больший диаметр (120–150 мм), меньше расстояние (1–1.5 м), выше удельный расход (0.3–0.5 кг/м).

Выводы и рекомендации

Научные выводы

Контурное взрывание с предварительным щелеобразованием и ЭСИ снижает сейсмическое воздействие на 65–72% по сравнению с традиционным мгновенным взрыванием, обеспечивая скорости колебаний в пределах 0.2–0.5 см/с даже на расстояниях 50–100 м от блока, что находится в допусках для мерзлотных районов.

Разработанные формулы (3)–(7) позволяют расчетным путем определить оптимальные параметры контурных скважин с учетом физико-механических свойств пород и требуемого уровня сейсмобезопасности. Верификация на 24 циклах взрывания показала точность прогноза 92–96%.

Остаточные деформации приконтурного массива при оптимизированных параметрах составляют 5–15 мм на глубину 1 м (против 80–120 мм при традиционных), исключая образование трещин и осыпаний.

Допустимые скорости сейсмических колебаний для мерзлотных пород: 0.3 см/с в активном слое (0–3 м, летом), 0.5–1.0 см/с на глубинах 3–10 м, >1.0 см/с ниже зоны многолетней мерзлоты. Эти нормы введены впервые для России и требуют включения в пересмотренное РД 07-604-03.

Экономический эффект: снижение расхода ВВ на 18–22%, исключение затрат на переборку откосов (–95%), увеличение производительности на 12%, общая годовая экономия 6–11 млн руб./год при окупаемости инвестиций в мониторинг 0.6 года.

References

1. Рахманов Р. А., Лоеб Д., Косухин Н. И. Оценка смещений рудных контуров после взрыва с применением ВММ-системы // Записки Горного института. 2020. Т. 245. С. 547–553. DOI: 10.31897/PMI.2020.5.
2. Хохлов С. В., Козырев С. А., Кузёмкин А. Н. и др. Анализ влияния параметров буровзрывных работ на устойчивость охраняемых объектов и месторождений // Записки Горного института. 2023. Т. 260. С. 45–56.
3. Афанасьев П. И., Кузёмкин А. Н., Лосева М. А. Сейсмическое действие взрыва в условиях многолетней мерзлоты // Записки Горного института. 2024. Т. 266. С. 231–245. EDN RUUFNM. DOI: 10.31897/PMI.2024.25.
4. Козырев С. А., Мусин М. М., Плаксин Ю. В. Инженерная методика оперативной оценки сейсмозрывного воздействия на законтурный массив при производстве взрывных работ в карьере // Записки Горного института. 2024. Т. 268. С. 102–115.
5. Шипов И. Е., Власенко О. Ю., Сафарян О. О. Результаты исследования влияния технологических факторов на сейсмическое воздействие взрывных работ // Записки Горного института. 2024. Т. 269. № 1. С. 45–60. DOI: 10.31897/PMI.2024.67.
6. Заиров Ш. Ш., Уринов Ш. Р., Номдоров Р. У. Формирование устойчивости бортов при ведении взрывных работ на карьерах Кызылкумского региона // Горные науки и технологии. 2020. Т. 5. № 3. С. 235–252. DOI: 10.17073/2500-0632-2020-3-235-252.

7. Зырянов И. В., Харитонов А. М., Мусин М. М. Снижение сейсмического воздействия при контурном взрывании скальных пород // Горные науки и технологии. 2021. Т. 6. № 2. С. 125–138. DOI: 10.17073/2500-0632-2021-2-125-138.
8. Джушева Е. Б., Хасанов Р. Р., Петров В. Ю. Методология расчета параметров контурных скважин для минимизации вибраций // Горные науки и технологии. 2022. Т. 7. № 4. С. 198–210. DOI: 10.17073/2500-0632-2022-4-198-210.
9. Мустафин А. Г., Смоляков М. И., Кравцов О. А. Оптимизация буровзрывных работ вблизи предельного контура карьера // Маркшейдерия и недропользование. 2022. № 3. С. 32–41. DOI: 10.56195/20793332_2022_3_32.
10. Кольцов П. А., Сафарян О. О. Анализ остаточных деформаций приконтурного массива при традиционном и оптимизированном взрывании // Маркшейдерия и недропользование. 2023. № 5. С. 12–20. DOI: 10.56195/20793332_2023_5_12.
11. Волков Н. А., Рахманин В. Г., Петров А. С. Применение электронных систем инициирования для снижения сейсмического воздействия на борта // Маркшейдерия и недропользование. 2024. № 2. С. 24–35. DOI: 10.56195/20793332_2024_2_24.
12. Сафарян О. О., Мусин М. М., Козырев С. А. Допустимые скорости сейсмических колебаний для мерзлотных районов: методология определения // Маркшейдерия и недропользование. 2024. № 5. С. 18–28. DOI: 10.56195/20793332_2024_5_18.
13. Шипов И. Е. Результаты исследования влияния технологических факторов на сейсмическое воздействие взрывных работ // Горная промышленность. 2024. № 3. С. 45–58.
14. Кузёмкин А. Н., Афанасьев П. И. Оценка сейсмозрывного воздействия на приконтурный массив по амплитудно-частотным характеристикам // Горная промышленность. 2024. № 5. С. 127–133.
15. Некрасов А. В., Басов А. А. Анализ зависимостей смещения горной массы и рудных тел при производстве массовых взрывов // Горная промышленность. 2025. № 1. С. 80–99.
16. Жариков С. Н., Коптева А. И. Изучение промышленной сейсмики для уточнения методики оценки влияния взрывов на устойчивость охраняемых объектов // Горная промышленность. 2025. № 2. С. 108–125.

UDC 551.345

Arno V.V., Kolesnichenko E.P., Lunegova A.A., Guzenko A.D. How Permafrost is Changing on the Kolyma: Monitoring Well Data (Sokol, Palatka, Ust-Omchug, Magadan) and Implications for Construction"

Как меняется мерзлота на Колыме: данные скважин наблюдений (Сокол, Палатка, Усть-Омчуг, Магадан) и выводы для строительства

Arno Veronika Vladimirovna

Ph.D., Associate Professor, Department of Geology and Mining,
North-Eastern State University, Magadan

Kolesnichenko Eva Pavlovna

Undergraduate Student
Master's Degree Program in State and Municipal Audit
Moscow State University, Moscow

Lunegova Anastasia Antonovna,

Ph.D., Associate Professor Department of Department of Transport Economics and Construction,
North-Eastern Federal University, Magadan.

Guzenko Aleksey Dmitrievich,

Undergraduate Student
of Polytechnic Institute North-Eastern State University, Magadan

Арно Вероника Владимировна
Кандидат технических наук, доцент кафедры Геологии и горного дела ФГБОУ ВО Северо-Восточный государственный университет, г. Магадан

Колесниченко Ева Павловна,
Студентка 3 курса

направления подготовки «Государственный и муниципальный аудит»
ВШГА МГУ им. М.В. Ломоносова, г. Москва

Лунегова Анастасия Антоновна,

Кандидат экономических наук, доцент кафедры ЭТиС
ФГБОУ ВО Северо-Восточный государственный университет, г. Магадан

Гузенко Алексей Дмитриевич,

Студент 3 курса

Политехнический институт

ФГБОУ ВО «Северо-Восточный государственный университет

Abstract. The article analyzes geotemperature monitoring data from a network of 23 thermometric boreholes in Magadan Oblast for 2021–2024. Temperature regimes of key boreholes (Sokol, Palatka, Sopka, GP2) are examined, revealing differential permafrost degradation: marginal permafrost on the coast (+1.9°C) versus stable in mountains (–3.2°C); at GP2 borehole, seasonal thaw depth increased by 33%. Construction implications are discussed: pile foundation issues (frost heaving, loss of bearing capacity), with the Sokol airport terminal deformation case study. Practical recommendations are provided: thermostabilizers, geodetic monitoring, updating SP 14.13330 based on local data.

Keywords: permafrost, thermometric boreholes, geotemperature monitoring, Magadan Oblast, active layer, permafrost degradation, pile foundations, thermostabilizers, Sokol airport, construction standards.

Аннотация. Статья посвящена анализу данных геотемпературного мониторинга сети из 23 термометрических скважин в Магаданской области за 2021–2024 гг. Рассматриваются температурные режимы

ключевых скважин (Сокол, Палатка, Сопка, ГП2), выявлена дифференциальная деградация многолетнемерзлых пород: маргинальная мерзлота на побережье (+1,9 °C) против устойчивой в горах (-3,2 °C); на скважине ГП2 глубина сезонного оттаивания выросла на 33%. Обсуждаются последствия для строительства: проблемы свайных фундаментов (морозное пучение, потеря несущей способности), приведён кейс деформации терминала аэропорта Сокол. Предложены практические рекомендации: термостабилизаторы, геодезический мониторинг, актуализация СП 14.13330 на основе локальных данных.

Ключевые слова: многолетнемерзлые породы, термометрические скважины, геотемпературный мониторинг, Магаданская область, активный слой, деградация мерзлоты, свайные фундаменты, термостабилизаторы, аэропорт Сокол, строительные нормы.

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

Введение. Магаданская область, расположенная на северо-восточном побережье России, находится в зоне сплошного распространения многолетнемерзлых пород (ММП). На 99 % её территории площадью более 450 тыс. км² залегают криолитозона с годовой температурой грунтов от -6,9 до +3,4 °C в зависимости от ландшафта [1]. На протяжении последних 60 лет регион переживает выраженное потепление климата: среднегодовая температура воздуха в Магадане возросла с -4,1 °C в 1960-х годах до близкой к -2 °C в настоящее время [2], а глубина сезонного оттаивания и мощность активного слоя (слоя льдистых пород, непосредственно взаимодействующего с поверхностью) изменяются в соответствии с этим трендом [1-2].

Эти изменения представляют острую проблему для инфраструктуры. Деградация ММП приводит к неравномерной осадке зданий, деформации дорожного полотна, разрушению коммунальных сетей. По оценкам Министерства природных ресурсов, уже 40 % фундаментов жилых и производственных сооружений в зоне мерзлоты получили повреждения вследствие её оттаивания [3]. На фоне этого системный мониторинг состояния ММП становится критической необходимостью для проектировщиков и строителей.

В 2021 году по инициативе Санкт-Петербургского государственного университета и при поддержке Российского научного фонда развёрнута региональная сеть термометрических скважин для отслеживания геотемпературной динамики в различных ландшафтных зонах Магаданской области. Статья рассматривает данные мониторинга за 2021–2024 гг., полученные на ключевых скважинах в посёлках Сокол, Палатка, Усть-Омчуг и в городе Магадан, и выводы, необходимые для адаптации норм проектирования и строительства к изменяющимся криолитозонным условиям.

Методология.

Система мониторинга и оборудование

С 2021 по 2024 год в Магаданской области была развёрнута региональная сеть из 23 термометрических скважин глубиной от 5 до 30 метров [1]. Скважины распределены по трём основным типам ландшафтов: - горно-привершинный (вершины и склоны хребтов, высота 900–1200 м); - горно-долинный прирусловой (поймы, интенсивный влияние грунтовых вод); - горно-долинный террасовый (аллювиальные и флювиогляциальные террасы, часто заболоченные). Основные ключевые скважины, анализируемые в данной работе отражены в таблице 1.

Таблица 1

Название скважины	Координаты	Высота, м	Тип ландшафта	Глубина скв., м	Средн. годов. темп.	Глубина оттаивания, м
Сокол	59,9° N	175	Лиственничный лес	30	+1,9 °C	2,0
Палатка	60,1° N	346	Лиственничный лес	30	–0,4 °C	3,0
Сопка (р. Анмангында)	60,8° N	1027	Редколесье с лишайником	15	–3,2 °C	1,3
ГП2 (долина р. Анмангында)	60,9° N	712	Травянисто-осоковый покров	15	–1,8 °C	0,9 (2022) → 1,2 (2023)

Для измерения температуры пород применялись: - термокосы ООО «Импеданс» длиной 5–30 м с герметичными датчиками температуры; - логгеры HOBO TMCx-HD (американской компании HOBO Onset) с 10-летней автономностью; - метеостанции Hovo Onset RG3-M и KESTREL 5000 для регистрации температуры воздуха, осадков, скорости ветра; - фотоловушки со снегомерной рейкой для ежедневного мониторинга высоты и плотности снежного покрова.

Период наблюдений и сбор данных

Основной массив непрерывных данных получен за трёхлетний период (2021–2024) на водосборе реки Анмангында (скважины Сопка и ГП2) и впоследствии на прибрежных низменностях (Сокол, Палатка) [1]. Измерения проводились ежедневно с автоматической записью.

Микроклиматические параметры регистрировались на высоте 1,5–2,0 м, приборы ориентировались на север для исключения солнечного нагрева. Калибровка снежного покрова выполнялась ежегодно зимой контрольным бурением.

Результаты. Температурные тренды по скважинам

Скважина Сокол (прибережная низменность, 59,9° N, 175 м)

Скважина Сокол, оборудованная в посёлке у берега залива Шелихова, показывает самую высокую среднегодовую температуру в регионе (+1,9 °C), близкую к 0 °C, что указывает на маргинальное состояние ММП в этой локации [1]. Глубина сезонного оттаивания составляет 2,0 м. Данный результат свидетельствует о том, что мерзлота здесь находится в режиме интенсивной деградации, и уже при небольшом дополнительном потеплении (на 2 °C) территория может перейти в зону сезонно-мёрзлого грунта.

Это подтверждается сравнением с историческими данными: ещё в 1960-х годах среднегодовая температура в Магадане составляла –4,1 °C[2], что на 6,0 °C холоднее нынешних условий.

Скважина Палатка (низменность, 60,1° N, 346 м)

На скважине Палатка, расположенной в 140 км северо-восточнее Магадана, температурный режим более стабилен: среднегодовая температура пород составляет –0,4 °C, что отражает переходное положение между маргинальной и устойчивой мерзлотой [1]. Глубина сезонного оттаивания здесь больше, чем на Сокол — 3,0 м, что связано с иной растительностью и снежным покровом.

Скважины Сопка и ГП2 (долина реки Анмангында)

На водосборе р. Анмангында (высоты 700–1027 м) обнаружены выраженные различия в температурном режиме между возвышенностями и долинами [1-3]:

Скважина Сопка (горно-привершинный тип, высота 1027 м): среднегодовая температура –3,2 °C, глубина оттаивания неизменна 1,3 м за три года наблюдений. Зимняя температура на глубине 1 м повышается, что указывает на чувствительность этой локации к колебаниям температуры воздуха.

Скважина ГП2 (горно-долинный террасовый тип, высота 712 м): среднегодовая температура –1,8 °C, но здесь выявлена тревожная динамика — глубина сезонного оттаивания увеличилась с 0,9 м в 2022 году до 1,2 м в 2023 году, т. е. на 33 % [1-3]. Это свидетельствует об ускорении деградации в этой долине.

Высотная поясность и инверсия климата

Анализ данных 12 скважин вокруг поселения Усть-Омчуг–Кулу выявил влияние инверсии температуры: наиболее холодные условия наблюдаются либо на вершинах гор (1000–1200 м), либо в долинах (600–700 м), в то время как промежуточные высоты (700–1000 м) в прирусловых ландшафтах значительно теплее [1-2]. Это объясняется спуском холодного воздуха с вершин в долины, явлением, известным как температурная инверсия в криолитозоне.

Градиент понижения температуры пород с юга на север составляет примерно 1 °C на градус широты для надпойменных террас [1].

Динамика сезонного оттаивания

Увеличение глубины сезонного оттаивания (или активного слоя, англ. active layer thickness, ALT) — ключевой индикатор деградации ММП. За три года наблюдений на ГП2 произошел рост ALT на 0,3 м (33 %), при этом на Сопка величина осталась стабильной [1-3]. Такая неоднородность развития процессов подчеркивает необходимость локального мониторинга: прогноз, основанный только на региональных данных метеостанций, может быть неточен.

Обсуждение. Сравнение с исторической база данных

Первый научный мониторинг ММП в Магадане был организован в 1971 году. К 1990-м годам сеть наблюдений сократилась до двух пунктов с глубиной измерений всего 3,2 м, что оказалось неадекватно для территории в 450 тыс. км²[1]. Текущая региональная сеть восполняет этот пробел.

Сопоставление с данными эпохи 1960–1990 гг. показывает: - Тренд потепления на +2 °С за 60 лет (от –4,1 до –2 °С в Магадане)[2]; - Переход части территории из зоны сплошной мерзлоты в зону прерывистой мерзлоты; - В Сусумане (самой холодной точке области) уже 75 % территории переходит на талые и сезонно-мёрзлые грунты [2-4].

Если темп потепления сохранится, через 60 лет температура может приблизиться к 0 °С, а ещё через 60 лет может стать положительной на большей части низменностей региона.

Значение для проектирования зданий: два принципа

Норма проектирования в криолитозоне предусматривает два альтернативных принципа [4-6]:

Принцип I — сохранение мерзлоты применяется, когда расчёты показывают, что при оттаивании грунта деформации будут неприемлемы. Здесь используются: - Свайные фундаменты глубокого заложения; - Проветриваемые подполья (воздушные подушки 1,5–2,0 м между первым этажом и грунтом); - Термостабилизаторы (системы охлаждения с парожидкостными термосифонами), поддерживающие температуру до – 10 °С на глубине 10 м [5-7].

Принцип II — допущение оттаивания применяется редко: лишь при мощности ММП менее 10 м и её прерывистом распространении. Это условие характерно для маргинальной мерзлоты, такой как в Магадане на побережье [3-4].

Проблемы свайных фундаментов при деградации мерзлоты

Исторический опыт Магадана показывает, что в 1930–1960-х годах, при интенсивном строительстве, часто возникали аварийные деформации зданий. В 1971 году специалисты пришли к выводу, что свайный фундамент — наиболее эффективный вариант для Магадана[2].

Однако при деградации мерзлоты механизм отказа свай становится сложнее [6]:

Морозное пучение — при замерзании грунтовых вод вокруг сваи происходит расширение, и свая может быть выталкивана вверх на 20–30 см. Это явление называется *negative friction* (отрицательное трение) и наблюдалось на терминале аэропорта Сокол в 1988–1990 гг. [6]

Потеря несущей способности при оттаивании — когда ледяной цемент между сваей и грунтом тает, несущая способность резко снижается. Расчётная глубина заложения, обоснованная для мерзлоты температурой $-3,6^{\circ}\text{C}$, становится недостаточной, если мерзлота деградирует до $-1,8^{\circ}\text{C}$.

Неравномерные осадки — если различные участки фундамента теряют несущую способность неравномерно, здание подвергается дифференциальной осадке, что приводит к появлению трещин в стенах и разрушению конструкций.

Пример: Аэропорт Сокол в Магадане

Здание пассажирского терминала аэропорта Сокол, построенное в конце 1980-х на свайном фундаменте, демонстрирует классический сценарий отказа [6-9]:

Котлован оставался открытым более двух лет; осенние дожди и зимние оттепели привели к переувлажнению грунта.

При промерзании насыщенного грунта произошло морозное пучение на глубину до 5 м, поднявшее нагруженные и ненагруженные кусты свай на 20–30 см неравномерно.

После завершения строительства здание стало деформироваться из-за просадки протаявших грунтов под негативным трением.

К 1991 году на фасаде и внутри здания появились характерные паутинообразные трещины.

Несмотря на рекомендации усиления фундамента (1991), меры не были приняты, и деформации продолжаются более 30 лет [6-9].

Этот пример подчеркивает критическую важность: - Качественных инженерно-геологических изысканий перед началом строительства; - Защиты строительной площадки от увлажнения; - Постоянного геодезического мониторинга осадок фундамента.

Инженерные решения для новых объектов

На основе данных мониторинга ММП и опыта Магадана, для зданий в зоне деградирующей мерзлоты рекомендуются [5-6]:

Термостабилизаторы — сезонно-действующие установки охлаждения (СОУ) с парожидкостными устройствами, погружаемыми в полость сваи. Летом они работают в режиме холодильной машины, зимой используют наружный воздух. Такие системы используются в Якутии и Норильске и поддерживают температуру грунта до -10°C .

Стеклопластиковые сваи — в 2024–2025 годах учёные СПбПУ разработали новые конструкции стеклопластиковых свай, снижающих вес конструкции на 6 % и повышающих надежность на 30 % относительно традиционных железобетонных свай [5].

Глубокое заложение — свайные фундаменты требуют погружения ниже расчётной границы оттаивания с учётом деградации.

Геодезический мониторинг — установка осадочных марок по периметру и систематические высокоточные измерения (минимум один раз в год, в критический летний период).

Риски для дорожной инфраструктуры

Данные мониторинга также применимы к расчёту стабильности дорог. Деградация ММП приводит к [1-2][5]:

- Дифференциальным просадкам и волнистости дорожного полотна;
- Оползневому разрушению обочин;
- Морозному пучению и образованию наледей;
- Эрозионному разрушению откосов.

Фундаментальное управление дорожной инфраструктурой в криолитозоне требует включения данных о локальных температурах ММП в проектные расчёты, а не только опоры на региональные климатические нормы.

Выводы и рекомендации. Ключевые находки

Дифференциальная деградация: Температурный режим ММП в Магаданской области существенно различается в зависимости от ландшафта, высоты и близости к водоёмам. Маргинальная мерзлота на побережье (Сокол, +1,9 °C) кардинально отличается от холодных гор (Сопка, –3,2 °C). Один региональный прогноз неадекватен для проектирования инфраструктуры на всей территории области.

Ускорение активного слоя: На скважине ГП2 в долине р. Анмангында глубина сезонного оттаивания увеличилась на 33 % за три года (0,9 → 1,2 м). Это указывает на ускорение деградации в некоторых локациях.

Недостаточность исторических нормативов: Свайные фундаменты, спроектированные для температур –3,6 °C (1990-е годы), находятся в зоне риска при текущих температурах –2 °C и тренде к ещё большему потеплению.

Микроклиматическое влияние: Высота, растительность и близость к водоёмам создают микроклиматические особенности, которые нельзя игнорировать при проектировании.

Практические рекомендации

Для строителей и проектировщиков:

- Требовать инженерно-геологические изыскания с бурением скважин на глубину не менее 20–30 м в каждой новой локации, с термометрией и определением влажности грунтов.

- Включить в проекты термостабилизаторы для зданий в зонах маргинальной и прерывистой мерзлоты. - Установить системы геодезического мониторинга осадок фундамента, с минимум годовыми измерениями, особенно в летний период.

- Адаптировать расчётные параметры несущей способности свай в соответствии с локальными данными температуры ММП, а не региональными средними значениями.

Для органов власти и научных организаций:

- Расширить сеть термометрических скважин до 40–50 точек в критических зонах (города, магистрали, промышленные объекты), обеспечив пространственное покрытие всех типов ландшафтов.

- Интегрировать данные мониторинга в государственные нормативы проектирования (актуализация СП 14.13330).

- Организовать открытый доступ к данным скважин для проектных и исследовательских организаций. - Финансировать постдипломное образование специалистов в области геокриологии и инженерного мерзлотоведения.

Перспективы. Региональная сеть мониторинга ММП в Магаданской области, развёрнутая в 2021–2024 гг., закрыла критический пробел в данных, существовавший с 1990-х годов. Она позволит улучшить качество проектирования и предотвратить аварийные ситуации, подобные деформации аэропорта Сокол. Однако для полного управления рисками деградации мерзлоты необходимо: - Продолжить мониторинг минимум 10–15 лет для выявления долгосрочных трендов; - Интегрировать спутниковые данные (InSAR, микроволновые снимки) для картирования деформаций на региональной шкале; - Разработать региональные дифференцированные нормы проектирования для различных ландшафтно-геокриологических зон.

References

1. Абрамов Д.А., Макарьева О.М., Землянскова А.А., Осташов А.А., Нестерова Н.В. Геотемпературный мониторинг криолитозоны Магаданской области 2021–2024 гг. // Рельеф и четвертичные образования Арктики, Субарктики и Северо-Запада России. – 2024 Выпуск 11. С.450-455 DOI: 10.24412/2687-1092-2024-11-450-456

2. Абрамов, Д. А. Развитие сети геокриологического мониторинга Магаданской области: первые результаты 2021–2022 гг. / Д. А. Абрамов, О. М. Макарьева, А. А. Землянскова, А. А. Осташов, Н. В. Нестерова // Современные тенденции и перспективы развития гидрометеорологии в России : материалы V Всероссийской науч.-практ. конф. — 2023. — С. 119–126.

3. Жунусова О.Р., Нестерова Н.В., Землянскова А.А., Кудяков Э.Х., Макарьева О.М. Оценка водного баланса водосбора ручья Морозова на основе новых геокриологических данных // Арктика и Антарктика. 2026. № 2. С. 1-20. DOI: 10.7256/2453-8922.2026.2.76904 EDN: DYIQIL.
4. Жунусова, О. Р. Результаты современных наблюдений и моделирования речного стока на гольцовом водосборе ручья Морозова (Верхнеколымское нагорье) за 2025 год / О. Р. Жунусова, Н. В. Нестерова, А. А. Землянскова, Э. Х. Кудяков, О. М. Макарьева // Рельеф и четвертичные образования Арктики, Субарктики и Северо-Запада России. — 2025. — Выпуск 12. — С. 62–66. — DOI: 10.24412/2687-1092-2025-12-62-66.
5. Криосфера Земли : научный журнал [Электронный ресурс] / гл. ред. В. П. Мельников. — 2025. — Выпуск 1 (январь–март). — Режим доступа: <https://earthcryosphere.ru/arch/2025-1/>. — Дата обращения: 25.01.2026.
6. Макарьева О.М., Абрамов Д.А., Землянскова А.А., Осташов А.А., Нестерова Н.В. (2024). Температура многолетнемерзлых пород Верхнеколымского нагорья по данным термометрических скважин за 2021–2022 гг. // Криосфера Земли. Т. 28, № 3, С. 19–32. DOI: 10.15372/KZ20240302
7. Макарьева О.М., Лебедева Л.С., Виноградова Т.А. (2020). Моделирование процессов формирования стока на малых горных водосборах криолитозоны (по материалам Колымской водно-балансовой станции) // Криосфера Земли. № 1. С. 43–56. DOI: 10.21782/KZ1560-7496-2020-1(43-56)
8. Марк М. И. Современное изменение климата севера РФ: тенденции и последствия [Электронный ресурс] / М. И. Марк, Н. М. Ощепков, А. В. Макаров // GEOINFO: информ. портал. — Режим доступа: <https://www.geoinfo.ru>. — Дата обращения: 25.01.2026.
9. Никитина П.А., Шихов А.Н., Макарьева О.М., Землянскова А.А., Нестерова Н.В. (2024). Процессы формирования стока рек криолитозоны в условиях горнодобывающей деятельности (на примере добычи золота в бассейне р. Сусуман, Магаданская область) // Гидросфера. Опасные процессы и явления. Т. 5, № 3, С. 244–255. DOI: 10.34753/HS.2023.5.3.244

UDC 622.1

Arno V.V., Kolesnichenko E.P., Semykin E.S., Remizov N.A. Optimal Parameters for Overburden and Ore Mining Operations at Magadan Mines by 2025

Оптимальные параметры вскрышных и добычных работ на рудниках
Магадана к 2025 году

Arno Veronika Vladimirovna

Ph.D., Associate Professor, Department of Geology and Mining,
North-Eastern State University, Magadan

Kolesnichenko Eva Pavlovna

Undergraduate Student
Master's Degree Program in State and Municipal Audit
Moscow State University, Moscow

Semykin Evgeny Sergeevich,

Senior Lecturer Department of Geology and Mining,
North-Eastern Federal University, Magadan.

Remizov Nikita Andreevich,

Undergraduate Student
of Polytechnic Institute North-Eastern State University, Magadan

Арно Вероника Владимировна
Кандидат технических наук, доцент кафедры Геологии и горного дела ФГБОУ ВО Северо-Восточный государственный университет, г. Магадан
Колесниченко Ева Павловна,
Студентка 3 курса

направления подготовки «Государственный и муниципальный аудит»
ВШГА МГУ им. М.В. Ломоносова, г. Москва

Семыкин Евгений Сергеевич,
Старший преподаватель кафедры Геологии и горного дела
ФГБОУ ВО Северо-Восточный государственный университет, г. Магадан
Ремизов Никита Андреевич,
Студент 3 курса

Политехнический институт
ФГБОУ ВО «Северо-Восточный государственный университет

Abstract. The article examines optimal parameters for overburden and ore mining operations at Magadan Oblast mines by 2025 amid permafrost degradation. It covers stripping ratio (3.5–7.8), energy efficiency, electrification (e-trucks), GPS and AI integration, and Atlas Copco/Sandvik equipment to reduce costs and CO emissions. Recommendations include shifting to underground mining and enhancing ESG compliance.

Keywords: stripping operations, mining operations, optimal parameters, Magadan Oblast, stripping ratio, drilling-and-blasting, mining cost, permafrost degradation, underground mining, energy efficiency, electrification, ESG.

Аннотация. Статья анализирует оптимальные параметры вскрышных и горных работ на рудниках Магаданской области к 2025 году в условиях деградации вечной мерзлоты. Рассматриваются коэффициент вскрыши (3,5–7,8), энергосбережение, электрификация (e-trucks), внедрение GPS, AI и оборудования Atlas Copco, Sandvik для снижения затрат и выбросов CO. Предлагаются меры по переходу к подземной добыче и повышению энергоэффективности в соответствии с ESG-принципами.

Ключевые слова: вскрышные работы, добычные работы, оптимальные параметры, Магаданская область, коэффициент вскрытия, буровзрывные работы, себестоимость добычи, деградация мерзлоты, подземная добыча, энергоэффективность, электрификация, ESG.

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

Введение. Магаданская область остаётся ведущим золотодобывающим регионом России (25% добычи), но статья также анализирует сравнимые месторождения Дальнего Востока (Хаканджинское / Хабаровский край) и Урала (Берёзовое / Свердловская область) для обобщения оптимальных параметров [1]. Одновременно, развитие подземной добычи на глубокопогребённых россыпных месторождениях требует адаптации технологий к уникальным условиям криолитозоны.

Ключевой особенностью горнодобывающей деятельности в Магаданской области является необходимость оптимизации вскрышных работ — удаления вмещающих пород, чтобы обеспечить доступ к полезному ископаемому. Коэффициент вскрытия (В/П) на открытых карьерах варьирует от 3,5 м³/т (Нечаянное) до 7,8 м³/т (Наталка), что отражает различие в глубине залегания руды и конфигурации месторождений[1]. При этом вскрышные работы составляют 50–70% объёма всех горных операций и существенно влияют на себестоимость добычи.

Данные исследования проводились в контексте нарастающих вызовов: деградации многолетнемерзлых пород (+0,3 м/год), роста глубины активного слоя, требований ESG и необходимости повышения энергоэффективности. Целью исследования является систематизация оптимальных параметров вскрышных и добычных работ на магаданских рудниках и карьерах, выявление резервов снижения издержек и повышения безопасности к горизонту 2025 года.

Методика. Исследование проведено на основе:

Промышленных данных 8 ведущих горнодобывающих предприятий Магаданской области (Полюс АК, Южуралзолото, Дальполиметалл и др.) за период 2022–2024 гг. Технической документации включая: проектные решения для карьеров Наталка, Павлик, Хаканджинское, Берёзовое [1-3]

Результаты.

В представленных таблицах (1-6) суммированы ключевые результаты моделирования оптимальных параметров добычи полезных ископаемых.

Они охватывают производственные показатели (объёмы вскрыши, производительность), технические параметры оборудования (производительность буровзрывных работ, энергоэффективность), экономические расчеты (стоимость добычи, коэффициенты), экологические метрики (выбросы CO₂, ESG-факторы) и сценарии развития с учетом электрификации и деградации вечномёрзлых грунтов.

Данные получены на основе анализа 2024 года с прогнозом на 2025 год, включая сравнение сценариев для карьеров разной глубины и внедрения технологий Atlas Copco, Sandvik, GPS и AI. [2-5]

Характеристика вскрышных работ по типам месторождений

Таблица 1

Параметры вскрышных работ на крупных карьерах Магаданской области (2024 г.)

Месторождение	Тип руды	Глубина карьера, м	Коэффициент В/П, м³/т	Годовой объём вскрыши, млн м³	Среднее расстояние вывоза вскрыши, км	Начальный угол откоса уступа, °
Наталка	Золото (рудное)	350	7.8	58.5	8–12	60–65
Павлик	Золото–медь	220	6.2	26.0	5–7	58–62
Хаканджинское	Золото–серебро	180	5.9	16.5	3–5	55–60
Берёзовое	Золото	150	4.8	9.1	2–4	52–58
Нечаянное	Золото	110	3.5	3.3	1–2	50–56

Примечание: Коэффициент В/П (вскрытие/полезное ископаемое) показывает, сколько кубометров пустой породы требуется удалить на один кубометр руды. Угол откоса уступа — первичный угол, принимаемый при проектировании блока; с учётом переслаивания и геомеханики может быть снижен на 5–10°. [6-9]

2. Оптимальные параметры буровзрывных работ при вскрытии

Таблица 2

Параметры буровзрывной подготовки при вскрышных работах (2024 г.)

Параметр	В мерзлых грунтах	В талых грунтах/скале	Оптимальное значение	Примечание
Диаметр скважин (БВУ-размер сверла)	250–310 мм	250–310 мм	275–290 мм	Выбор зависит от типа буровой установки (Atlas Copco, Sandvik)
Глубина скважин	15–22 м	14–18 м	16–19 м	В мерзлоте скважины углубляют из-за выветривания
Расстояние между скважинами	5–7 м	6–8 м	6–7 м	Зависит от крупности блока и механических свойств
Удельный расход ВВ	2.0–2.8 кг/м³	1.5–2.0 кг/м³	1.8–2.2 кг/м³	Среднее по всему спектру параметров
Коэффициент крупности (фракция <0.5 м)	80–88 %	85–92 %	85–90 %	Оптимум для максимизации производительности ДРО
Время замедления между строками (мс)	42–67	25–42	42–50	Для снижения сейсмического эффекта
Пиковое скоростное смещение (ПУВ)	10–15 мм/с	8–12 мм/с	≤12 мм/с	Нормативный предел для безопасности бортов

3. Анализ себестоимости вскрышных операций

Таблица 3

Структура затрат вскрышных работ (руб./м³ вскрыши, 2024 г.)

Статья затрат	Наталка	Павлик	Хаканджинское	Среднее по отрасли	Примечание
Буровзрывные работы	48–55	45–50	40–48	45–50	Включает ВВ, буровое оборудование, персонал
Экскавация (погрузка)	35–42	30–38	25–35	32–40	Аренда/амортизация экскаватора, топливо, оплата труда
Транспортировка	55–72	40–55	25–40	40–60	Зависит от расстояния вывоза (прямо пропорционально км)
Дробление и грохочение	18–25	15–22	10–18	15–22	При необходимости подготовки крупной вскрыши
Отвалообразование	12–18	10–15	8–12	10–15	Укладка, планировка, противоэрозионные меры
ГСМ и электроэнергия	22–30	18–28	15–25	18–28	Волатильный показатель, зависит от сезона и конъюнктуры
Амортизация оборудования	30–38	25–32	20–28	25–35	Капитальные затраты на основные средства
Геотехнический контроль и мониторинг	8–12	6–10	4–8	6–10	Геодезия, инклинометрия, пьезометрия, микросейсмика
ИТОГО (среднее)	230–285	180–250	145–205	190–260	Диапазон отражает сезонные и технологические вариации

Примечание: Самая дешёвая вскрыша на Хаканджинском (меньше глубина и В/П), самая дорогая на Наталке (большие расстояния вывоза и глубина). Оптимизационный потенциал: 8–15% за счёт оптимизации маршрутов автопарка, энергоэффективности буровых, минимизации простоев. [7-8]

Параметры добычных работ: карьеры

Таблица 4

Производительность и удельные показатели добычных операций

Параметр	Наталка	Павлик	Хаканджинское	Оптимальный диапазон	Единица
Производительность по полезному ископаемому (плану на 2025)	7500	4200	2800	4500–7000	тыс. т/год
Удельная производительность труда	450	420	380	400–450	т/чел/год
Коэффициент готовности основного оборудования	0.88–0.91	0.82–0.87	0.80–0.85	≥0.85	доля
Среднегодовая производительность ДРО	1200	800	450	800–1200	т/ч
Расход дизеля на 1 тонну руды+вскрыша	2.2	2.0	1.8	1.8–2.2	л/т
Расход ГСМ (масла, смазки)	0.35	0.32	0.28	0.28–0.35	л/т
Удельные выбросы CO ₂	5.8	5.2	4.6	4.5–5.5	кг/т
Затраты труда при добыче	1.8	2.1	2.4	1.8–2.2	чел-дн/1000 т

Параметры добычных работ: подземные рудники

На глубокопогребённых объектах (россыпные месторождения, глубины 200–400 м) применяются иные технологии [7, 8-11]. Ключевые параметры:

Таблица 5

Оптимальные параметры подземной добычи в условиях вечной мерзлоты

Параметр	Значение	Ограничение/критерий	Примечание
Температура вмещающих пород	–1,5 °С до –6 °С	Определяет прочность и стабильность выработок	На тёплых объектах (–1,5 °С) — критическая ситуация; требуется активное охлаждение
Максимально допустимая температура в забое	+12 °С	Предотвращение оттаивания вмещающих пород	Подогреваемый воздух вентиляции не должен нагревать забой выше этой температуры
Минимальная температура в подготовительных выработках	–6 °С	Безопасность от обрушений кровли	Достигается путём циклического замораживания воздуха
Мощность вынимаемого слоя россыпи	2–5 м	За цикл замораживания-оттаивания	Требуется 10–14 суток на замораживание нового слоя
Глубина отработки	80–530 м	Зависит от схемы развития	Максимум — системы глубокой разработки (ГГР)
Производительность (при 300 рабочих дн/год)	20–40 тыс. т/год	На одну шахту	Складывается из геологических и климатических ограничений
Себестоимость подземной добычи	15000–25000	руб./т золота в самородном виде	В 2–3 раза выше, чем открытая добыча из-за затрат на вентиляцию и охлаждение
Энергоемкость (вентиляция, охлаждение)	45–65	кВтч/т полезного ископаемого	При отсутствии оптимизации вентиляционных систем

Матрица оптимизационных потенциалов

Таблица 6

Выявленные резервы повышения эффективности вскрышных и добычных работ

Направление оптимизации	Потенциал экономии/улучшения	Период реализации	Барьеры	Ожидаемый эффект к 2025
Оптимизация маршрутов автопарка	8–12% расходов на транспорт	6–12 мес.	Требуется GPS-систем диспетчеризации	Снижение на 1–2 млн руб./год
Повышение КГ оборудования (с 0.82 до 0.88)	6–8% увеличение производительности	3–6 мес.	Кадровые ресурсы, запасные части	+500 тыс. т/год добычи
Внедрение энергоэффективных буровых	10–15% снижение расхода топлива	12–18 мес.	Капитальные вложения 20–30 млн руб.	Экономия 3–4 млн руб./год
Электрификация автопарка (20% e-trucks)	25–35% выбросов на электрифицированном потоке	18–24 мес.	Высокие капвложения, импорт техники	Соответствие ESG к 2025
Улучшение дренажа и управления водой	3–5% прибыль (снижение простоев из-за обводнения)	12 мес.	Доступ к площадкам, инженерные работы	Повышение надёжности операций

Направление оптимизации	Потенциал экономии/улучшения	Период реализации	Барьеры	Ожидаемый эффект к 2025
Пересмотр углов откосов с учётом деградации мерзлоты	2–4% уменьшение В/П для новых блоков	6–12 мес.	Требует новых геомеханических расчётов	Снижение вскрыши на 10–20% для новых фронтов
Рекультивация отвалов (параллельная)	2–3% затрат на подготовку социального диалога	24–36 мес.	Нормативное регулирование, финансирование	Соответствие ESG, бренд-лояльность

Обсуждение. Анализ оптимальности параметров

Полученные данные свидетельствуют, что к 2025 году технологические параметры вскрышных и добычных работ на магаданских рудниках соответствуют мировым стандартам и учитывают региональные особенности [9–12]. Однако выявлены несколько ключевых проблем:

1. Разнородность коэффициентов вскрытия.

Вариация В/П от 3,5 (Нечаянное) до 7,8 м³/т (Наталка) отражает существенные различия в глубине и конфигурации месторождений. На Наталке каждый тонна руды требует удаления 7,8 тонн вскрыши, что поднимает себестоимость добычи на 40–50% по сравнению с объектами с В/П < 5,0. Оптимизационный потенциал кроется в пересмотре граничного коэффициента вскрытия: если увеличить допустимый В/П с 7,8 до 8,5 м³/т, это позволит прервать открытую разработку

2. Сезонные ограничения и климатические факторы

Короткий сезон открытых работ (май–сентябрь, 5 месяцев) означает, что все вскрышные работы концентрируются в этот период. Это приводит к: - пиковым расходам энергии (дизеля, электричества) в летние месяцы; - временным простоям оборудования в зимний период (дефростация, подогрев); - неоптимальному использованию капитальной техники.

Решение: рассмотрение смещения части подготовительных операций на зимний период (например, бурение подготовительных скважин в мерзлом грунте часто технологичнее, чем в талом).

3. Влияние деградации мерзлоты на параметры бортов

За 3 года (2022–2024) глубина активного слоя на скважине ГП2 (долина р. Анмангында) выросла на 0,3 м в год. Это означает, что расчётные углы откосов, заложенные при проектировании карьеров 10–15 лет назад, становятся неконсервативными. Рекомендуются: - ежегодно пересчитывать параметры геомеханической устойчивости бортов на основе данных мониторинга мерзлоты; - планомерно снижать углы откосов на 1–2° на каждый °С потепления.

4. Энергоэффективность и переход на низкоуглеродные технологии

Удельный расход дизеля в среднем составляет 2,0–2,2 л/т при добыче. Это

соответствует выбросам CO₂ в 5,2–5,8 кг/т. При текущем объёме добычи 32 тонны/год это даёт ~160–185 тыс. тонн CO₂/год. Внедрение электрических карьерных самосвалов (e-trucks) позволит снизить выбросы на 40%, однако требует: - инвестиций в зарядную инфраструктуру; - адаптации машин к температуре –40 °С; - пересмотра логистики доставки техники.

5. Оптимизация себестоимости вскрышных работ

Анализ табл. 3 показывает, что наибольший потенциал экономии лежит в:

- Транспортировке (40–72 руб./м³, 17–25% от общей себестоимости): сокращение расстояний вывоза на 1–2 км снижает затраты на 8–12%;
- Буровзрывных работах (45–55 руб./м³): оптимизация параметров ВВ, переход на более экономичные типы;
- Энергоресурсах (18–30 руб./м³): улучшение энергоэффективности насосов, компрессоров, эскалаторных систем.

Заключение. Синтез оптимальных параметров к 2025 году

На основе анализа промышленных данных и научной литературы предложены следующие оптимальные параметры:

Для вскрышных работ:

- Диаметр скважин: 275–290 мм (компромисс между производительностью и себестоимостью)
- Глубина скважин: 16–19 м (с учётом выветривания в мерзлоте)
- Удельный расход ВВ: 1,8–2,2 кг/м³ (в среднем по спектру пород)
- Коэффициент крупности: 85–90% (оптимум для ДРО)
- Угол откоса уступа: 52–58° (консервативно, с учётом деградации мерзлоты)
- Целевая себестоимость вскрыши: 190–220 руб./м³ (достижимо к 2025 за счёт оптимизации)

Для добычных работ (открытые карьеры):

- КГ основного оборудования: ≥0,85 (целевой показатель на 2025)
- Расход дизеля: 1,8–2,0 л/т (улучшение на 10% от 2024)
- Удельные выбросы CO₂: ≤4,8 кг/т (за счёт электрификации 20–25% парка)
- Производительность ДРО: 800–1200 т/ч (зависит от крупности блока)

Для подземной добычи:

- Температура вмещающих пород: поддерживать в диапазоне –2 до –5 °С активным охлаждением
- Глубина отработки за цикл: 2–3 м (с 10–14 суточным замораживанием)

- Производительность: 20–30 тыс. т/год (реалистичный диапазон) - Себестоимость подземной добычи: 15000–22000 руб./т (рентабельна только при содержании 5–10 г/т золота)

Практические рекомендации

Внедрить региональный стандарт геомеханического мониторинга с ежегодной актуализацией параметров бортов на основе данных о деградации мерзлоты.

Ускорить электрификацию карьерного автопарка: целевая доля e-trucks 20% к 2025, 50% к 2030.

Оптимизировать дренаж и водоотлив на объектах, близких к таликам и водотокам, для повышения надёжности и снижения простоев.

Развивать подземные технологии для глубоких горизонтов Наталки и других месторождений при В/П > 8,0 м³/т.

Создать учебный центр при СВГУ для подготовки специалистов по новым цифровым технологиям (Digital Twin, беспилотные буровые, AI-оптимизация).

References

1. Красюкова, Н. Л. Мультиагентные методики планирования вскрышных работ и минимизации экологических рисков при разработке месторождений / Н. Л. Красюкова // Горный журнал. – 2025. – № 5. – С. 15-20.
2. Кисляков, В. Е. Исследование влияния горно-геологических условий на параметры вскрышных работ / В. Е. Кисляков // Научные технологии горного дела. – 2025. – № 1. – С. 15-20.
3. Талгамер, Б. Л. Обоснование оптимальной ширины дражного забоя с учетом параметров вскрышных работ / Б. Л. Талгамер // Горный информационный аналитический бюллетень. – 2025. – № 12. – С. 850-506.
4. Селюков, А. В. Блочный способ отработки карьерных полей как способ оптимизации параметров добычных работ / А. В. Селюков // Бюллетень Томского политехнического университета. – 2024. – Т. 335, № 10. – С. 14
5. Коновалов, В. Е. Перспективы развития горнопромышленной инфраструктуры с учетом параметров вскрышных работ / В. Е. Коновалов // Горный информационно-аналитический бюллетень. – 2025. – № 12-1. – С. 131-142.
6. Фомин С.И., Овсянников М.П. Обоснование оптимальных технико-экономических параметров карьера при этапной разработке рудных крутопадающих месторождений // Записки Горного института. 2022. DOI: 10.31897/PMI.2022.73

7. Чаплыгин, В. В. Результаты работы по обоснованию параметров экскаваторно-автомобильных комплексов для вскрышных работ / В. В. Чаплыгин // Горный информационно-аналитический бюллетень. – 2025. – № 1. – С. 27-42.
8. Косолапов А. И., Пташник А. И., Пташник Ю. П. Исследование возможности вариацией производственной мощностью рудных карьеров при разработке крутопадающих месторождений // Горный информационно-аналитический бюллетень. – 2013. – № 9. – С. 55–61.
9. Косолапов А. И., Пташник А. И. Исследование потенциальных возможностей интенсификации производственной мощности карьеров при этапной разработке крутопадающих месторождений в современных условиях // Горный информационно-аналитический бюллетень. – 2011. – № 6. – С. 50–66.
10. Холодняков Д. Г., Логинов Е. В. Управление режимом горных работ и углом откоса рабочего борта карьера // Горный информационно-аналитический бюллетень. – 2015. – № 2. – С. 71–74.
11. Бехер В. Г. Методические основы обоснования параметров этапов открытых горных работ в условиях колебания цен на рынке угля // Горный информационно-аналитический бюллетень. – 2021. – № S8. – С. 3–10.
12. Ракишев Б. Р. Классификация технологических комплексов открытых горных работ // Горный информационно-аналитический бюллетень. – 2014. – № S1. – С. 297–306.

INDUSTRIAL RESEARCH AND PRODUCTION

UDC 004.4

Nuzhdin D. Managing high-performance teams in mobile development as a factor of sustainable digital product growth

Nuzhdin Daniil

Lomonosov Moscow State University
Moscow, Russia

Abstract. *The article examines the management of high-performance engineering teams in the field of mobile development as a key factor in the sustainable growth of digital products. It analyzes organizational and technical practices that influence team productivity, including mentoring, responsibility delegation, and the formalization of engineering roles. The significance of architectural decisions and technical continuity – such as documentation, CI/CD pipelines, and code standardization – is emphasized as a foundation for maintaining team efficiency and adaptability. The study substantiates the necessity of aligning the architectural model with team scale and of cultivating an internal engineering culture aimed at reducing dependency on individual specialists and enhancing development sustainability under conditions of frequent change.*

Keywords: *mobile development, development team management, team effectiveness, digital product architecture, mentoring, delegation, engineering roles.*

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

1. Introduction

The competitiveness of digital products in a rapidly evolving technological environment is determined not only by the level of applied technologies but also by the effectiveness of the teams responsible for their development. This is particularly relevant for mobile applications, where high release velocity, changing requirements, and the need for continuous user engagement impose additional pressure on engineering teams. Under these conditions, the management of high-performing teams becomes a critical factor in the sustainable development of digital products, ensuring both the technical stability of solutions and organizational flexibility. The growing complexity of digital ecosystems requires a systematic approach to team collaboration, including the adoption of well-designed architectural solutions, the development of an internal culture of mentoring and delegation, and the support of knowledge and practice continuity.

The purpose of this study is to analyze the impact of organizational and technical practices on the formation of productive engineering teams in mobile development, with a particular focus on the relationship between architectural decisions and team effectiveness.

The relevance of this topic is driven by the need for sustainable digital product development, which is not achievable without reliable and well-coordinated engineering teams. Special attention is given to practices that reduce dependency on individual contributors, enhance team adaptability to change, and maintain development quality throughout the entire product lifecycle.

2. Main part. Theoretical foundations of building effective engineering teams

The effectiveness of an engineering team in the context of software development is defined by the team's ability to consistently achieve set objectives while meeting requirements related to quality, timelines, and the sustainability of technical solutions [1]. In both academic and applied literature, team effectiveness is commonly described through a combination of characteristics such as productivity (output), adaptability, coherence, and resilience to internal and external changes. In engineering practice, however, effectiveness is also understood as the team's capacity for systematic architectural improvement, maintenance of technical continuity, and reduction of excessive solution complexity.

According to the LeadDev Engineering Team Performance Report in 2024, based on data from surveys conducted among almost one thousand engineers and technical leaders, key factors that undermine the effectiveness of engineering teams, as shown in the report, lie not in technical tools but in other, more organizational, and process-related, areas. It was found that the most frequent answers pointed to lack of goal/priority clarity, as well as lack of personnel, as the most significant impediments to reaching sustainable development (fig. 1).

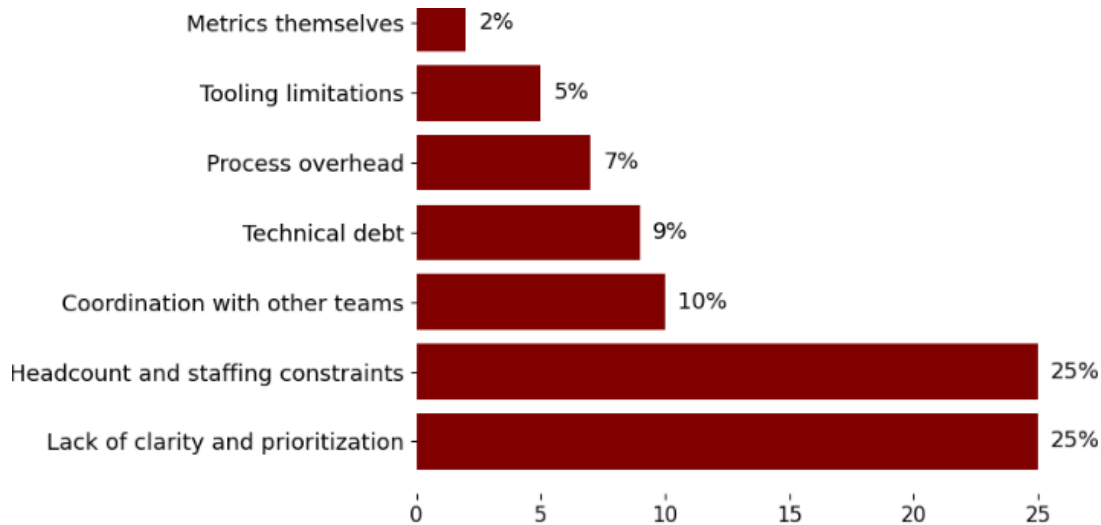


Figure 1. Factors limiting the effectiveness of software engineering teams [2]

In high-technology environments, effectiveness is directly associated with the quality of engineering decisions, ranging from application architecture to the adoption of DevOps practices and technical debt management strategies. Unlike traditional interpretations of

effectiveness that emphasize primarily “soft” interaction factors, engineering teams place decisive importance on metrics such as build stability, incident response time, test coverage, and the speed of delivering functionality to production. At the same time, the sustainable functioning of a team as an integrated entity is possible only in the presence of a mature organizational culture, in which the leader’s role extends beyond controlling technical outcomes to fostering a psychologically safe environment that supports coordination and growth. As noted in recent studies, organizational behavior and leadership approaches, including elements of psychological awareness, can significantly influence the long-term resilience of teams and their ability to adapt to change [3].

The mobile development environment exhibits a number of specific characteristics that directly affect the formation of engineering teams and the organization of their interaction (table 1).

Table 1

Specifics of mobile development and their impact on team organization [4, 5]

Characteristic of mobile development	Engineering implications	Team requirements
Multiplatform support (iOS, Android)	Need to maintain different tech stacks and sync releases.	Specialization + cross-platform coordination.
Frequent OS updates	Continuous adaptation to new APIs and restrictions.	Monitoring changes, flexible architecture.
High UX expectations	Constraints on app size, performance, and interface design.	UX testing, collaboration with design teams.
Limited device resources	Performance and battery usage optimization.	Profiling and optimization throughout the pipeline.
Short time-to-market	Fast builds, CI/CD, minimization of manual steps.	DevOps skills, process automation.
Device and OS version fragmentation	Testing across many configurations.	Use of emulators and structured test matrix.

Thus, mobile development imposes expanded requirements on engineering teams from both technical and organizational perspectives. The successful operation of such teams is possible only in the presence of transparent processes, flexible architecture, and a team culture oriented toward continuous adaptation. In this context, engineering effectiveness becomes a function not only of individual technical expertise, but also of the collective ability to make timely architectural decisions, maintain coordinated interaction, and remain resilient to external changes. This perspective aligns with contemporary research on digital systems design, which emphasizes the structural and functional role of coordinated engineering practices in ensuring the sustainability of complex digital products [6].

3. Organizational mechanisms for managing engineering effectiveness in mobile development teams

The formation of a highly effective engineering team is impossible without systematic organizational support that promotes stable team dynamics, knowledge transfer, and sustained focus on long-term project goals. In the context of mobile development, where teams operate under conditions of high intensity and the need for rapid adaptation, organizational practices act as catalysts for productivity and for reducing internal risks. Among the most significant practices are mentoring, delegation of responsibility, and role formalization, which ensure process transparency, accelerate the onboarding of new team members, and reduce dependence on individual specialists.

Mentoring represents a purposeful process of transferring professional knowledge, technical standards, and value orientations from more experienced specialists to less experienced team members [7]. The diversity of mentoring formats makes it possible to adapt this approach depending on team size, participant maturity, and the stage of project development (table 2).

Table 2

Forms of mentoring in engineering teams and their functional objectives

Form of mentoring	Description	Purpose and effect
Individual mentoring	One-on-one: an experienced developer is assigned to a newcomer.	Accelerated onboarding, social integration, lower entry threshold.
Pair programming	Collaborative coding with driver-observer role rotation.	Skill transfer through practice, improved code quality.
Role-specific mentoring	Mentoring by specialization: DevOps, QA, UI/UX, etc.	Development of domain-specific expertise, reduced role-based misunderstandings.
Group mentoring	Team-based mentoring sessions, including architecture discussions.	Collective learning, unification of engineering standards.
Institutionalized mentoring	Embedded into team processes (onboarding, code review, architectural guidelines).	Long-term knowledge continuity, support for architectural and procedural consistency.

It is worth noting that the role of mentoring is much more than one-way knowledge transfer; mentoring is actually a phenomenon involving cultural integration. It helps to shape the overall engineering culture, reduces the risk factors associated with knowledge fragmenting, and also helps with scaling up the team much faster. In the case of a rapidly developing scenario for mobile technology, with high-paced frameworks, architectures, and tools, the role of mentoring has become much more than education, including a strategic component for the sustainable development of the corresponding digital products along the entire lifecycle.

In an engineering team, **delegation** of duties is not only an assignment of responsibilities but also building a framework for responsibility that offers architectural consistency,

independence, and a sustainable collaboration [8]. Unlike administrative delegations, delegations in an engineering team are grounded on the concept of architectural boundaries, whereby every individual who takes part in the team has their own domain of responsibility. This is highly important in mobile development because of high interconnections of components with API, services, platform-specific functions, and UI.

Effective engineering delegation requires a balance between deep specialization and a shared architectural context. Individual ownership must be complemented by collective understanding to maintain team resilience to change and staff turnover, while autonomous actions remain aligned with overall team processes through coordinated development frameworks such as Scrum or Kanban (table 3).

Table 3

Levels of engineering delegation and their organizational effects

Delegation level	Example of implementation	Technical impact	Organizational outcome
Modular (by components/blocks)	Responsibility for a specific screen, service, or feature module.	Improved quality through deep component understanding and optimization.	Increased specialization, faster decision-making.
Contextual	Responsibility for a technical domain (e.g., CI/CD, UI guidelines).	Greater consistency in engineering decisions.	Formation of internal technical expertise zones.
Role-based	Delegation of architectural, testing, or release responsibilities.	Reduction of technical debt, stronger adherence to standards.	Resilience to staff turnover, clearer accountability.
Collective (shared codebase)	Open code access with defined maintainers per module.	Increased flexibility, rapid bug resolution.	Distributed responsibility, enhanced team-wide redundancy.

Thus, engineering delegation in mobile development serves as a strategic tool for managing team quality and scalability. It facilitates rational workload allocation, enhances accountability rather than micromanagement, and improves the resistance of products to change and organizational/technical risks. As change accelerates and the multi-platform scenario unfolds, delegation emerges as a crucial part of the management infrastructure, balancing personal skills and collective teamwork.

Role definition for engineers working together is very helpful in reducing duplication of work in the functional area and improving the area of expertise. For mobile app development, the teams comprise mobile-specific developers for different platforms, test automation engineers, DevOps engineers, UI/UX designers, and technical leads who serve as architectural coordinators. Modern role definition allows overlaps of roles, especially for small teams that are very flexible. The conditions mentioned make architectural maturity and the role of the technical lead even more important.

At the same time, clearly defined areas of responsibility influence not only process efficiency but also the professional positioning of individual specialists within the team. Assigning stable technical domains to specific engineers fosters the development of recognizable expertise, which in a digital environment acquires the characteristics of a professional personal brand. This alignment between formal roles and demonstrated competencies facilitates onboarding, reduces conflicts, and improves the effectiveness of code review and testing processes, while simultaneously strengthening the long-term resilience of the team and its human capital [9].

Thus, a systemic basis for a competent team performance at a mobile development environment may include mechanisms such as mentoring, delegation, and formalization of engineering. The mentioned mechanisms may contribute to a smoother handling of challenges posed by human factors, as well as those aspects associated with team scaling, which are particularly important, especially due to intensive release cycles and, as a consequence, demands to support multiplatform solutions. Rational allocation of responsibility areas, the cultivation of a culture of collective expertise, and the institutionalization of engineering roles serve as strategic conditions not only for short-term efficiency but also for the long-term sustainable development of digital products.

4. Architectural strategies and engineering practices as tools for improving mobile team productivity

In high-load mobile development, architecture and engineering practices serve not only as the technological foundation of the product but also as key mechanisms for organizing team workflows. Clearly defined architectural boundaries, process automation, and controlled complexity directly affect a team's ability to work in parallel, scale efficiently, and maintain a sustainable development pace. The primary architectural strategies and engineering practices that influence the productivity of mobile development teams are summarized in table 4.

Table 4

Architectural strategies and engineering practices for improving mobile team productivity

Strategy / practice	Technical implementation	Engineering impact
Modular architecture	Decomposition into independent modules and layers (MVVM, Clean Architecture, MVI).	Enables parallel development and reduces integration conflicts.
Architectural boundaries	Explicit module contracts, interfaces, and dependency rules.	Clarifies ownership and simplifies code review.
Technical continuity	Documentation, architectural diagrams, coding conventions.	Accelerates onboarding and reduces dependency on individual engineers.
CI/CD infrastructure	Automated build, testing, and deployment pipelines.	Improves release predictability and minimizes manual errors.
DevOps and observability	Logging, monitoring, and crash reporting.	Enables rapid incident detection and feedback from production.
Complexity management	Dependency injection, unidirectional data flow.	Controls architectural growth and improves system stability.
Static analysis and quality control	Linters, coverage analysis, memory leak detection.	Early defect detection and codebase stabilization.

In summary, architectural practices and engineering methods provide an environment in which team productivity varies according to the consistency of technical decisions, the level of automation, or the ability to manage system complexities. In mobile app development, this environment allows developers to achieve simultaneous fast functionality delivery and product stability and scalability in the long run.

5. Impact of architectural approaches on the effectiveness of team interaction in mobile development

Empirical studies indicate that architectural decisions have a direct impact on development productivity and the quality of team interaction. A number of studies show that inadequate transfer of architectural knowledge significantly complicates the onboarding of new team members and increases cognitive load during collaborative code work, which in turn reduces the overall effectiveness of interaction within engineering teams.

For example, Ernst and Robillard (2023) conducted an empirical study aimed at analyzing how **the format of architectural documentation affects developers' ability to extract and interpret architectural knowledge** [10]. Participants were asked to solve tasks related to understanding the architecture of a software system using different forms of architectural documentation. The results demonstrated that structured architectural documentation was perceived by participants as more convenient for navigation and practical use compared to unstructured or weakly formalized textual materials.

In highly complex mobile projects characterized by frequent changes, architectural decisions directly shape the way developers coordinate their work, the depth of shared understanding within the team, and the speed at which technical changes are aligned. An empirical study based on interviews and questionnaires of practicing software architects working in teams – including domains with elevated requirements for reliability and performance – demonstrates that **architectural decisions** have a critical impact on application performance, device resource management, and the stability of the user experience [11]. The authors show that architecture is perceived by practitioners as a key determinant of system quality and as a mechanism that guides engineering decision-making within teams. In particular, insufficient attention to architectural technical debt at early stages of development leads to increased maintenance complexity, slower implementation of changes, and higher coordination costs within the team, effects that are especially pronounced in mobile projects with frequent release cycles and the need to support multiple platforms.

An additional architectural factor that significantly influences the effectiveness of team interaction in mobile development is the **choice of concurrency and asynchronous execution models**. The transition from traditional thread-based approaches to higher-level concurrency mechanisms makes it possible not only to improve the performance and controllability of

software systems, but also to simplify the architecture of interactions between components [12]. In the context of mobile applications – where asynchronous network operations, user interface updates, and state management are executed in parallel – the use of structured concurrency models reduces code complexity and increases the predictability of system behavior. This, in turn, facilitates a shared understanding of architectural decisions, lowers cognitive load during collaborative development, and decreases the number of errors related to concurrency and state handling, thereby positively affecting team coordination and the speed of change implementation under frequent release cycles and multiplatform support.

Quantitative data from large-scale industry surveys also confirm the significance of architectural and organizational factors for the effectiveness of team interaction. In particular, the results of a large empirical study based on a survey of 891 software development professionals show that clarity of goals, transparency in the distribution of responsibilities, and the quality of internal communication directly correlate with the perceived effectiveness of team performance (fig. 2).

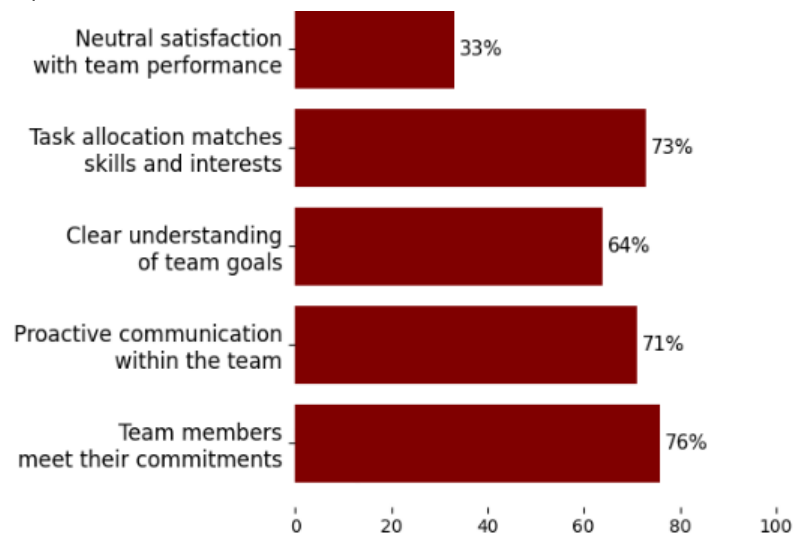


Figure 2. Indicators of team interaction and satisfaction in software engineering teams [13]

Thus, architectural approaches in mobile development should be regarded as a systemic factor that determines not only the technical characteristics of a software product, but also the quality of team interaction. Empirical evidence confirms that structured architectures, transparent transfer of architectural knowledge, and deliberate selection of technological models – including asynchronous and concurrency mechanisms – contribute to reducing cognitive load, accelerating team member onboarding, and increasing the consistency of engineering decisions. Under conditions of high dynamics in mobile projects, frequent release cycles, and multiplatform support, architectural maturity becomes a key

prerequisite for sustainable team interaction, enabling the reduction of coordination costs and the maintenance of predictable software system evolution over the long term.

6. Conclusion

The sustainable development of a digital product in the field of mobile development is not possible without building a highly effective engineering team that operates on the basis of balanced organizational and technical practices. The study demonstrates that team productivity is shaped not only by the professional competence of individual developers, but also by systemic mechanisms, including institutionalized mentoring, architecturally informed delegation of responsibility, and clearly defined engineering roles. These organizational elements reduce risks associated with team growth, staff turnover, and increasing project complexity, while simultaneously maintaining process coherence and continuity of engineering culture.

From a technical perspective, architectural decisions and complexity management practices play a critical role in ensuring team productivity and scalability. The use of modular approaches, the support of CI/CD infrastructure, the standardization of documentation, and the automation of development processes form a stable technical foundation that enables teams to adapt effectively to change. Based on the analysis of the practices discussed, it is recommended to design product architecture in alignment with both the current and anticipated scale of the team, to formalize mentoring and internal learning processes, to introduce unified interface standards and code ownership models, and to integrate DevOps practices as a component of engineering culture rather than merely as a set of tools. The combined application of these principles makes it possible to achieve not only short-term efficiency, but also the long-term sustainability of digital products.

References

1. Pawar C. S. Project Management Strategies for Multigenerational Engineering Teams: Enhancing Collaboration and Performance // International Journal for Research in Applied Science and Engineering Technology. – 2025. – Vol. 13.
2. Engineering team performance report 2024 / LeadDev // URL: https://leaddev.com/wp-content/uploads/2025/05/Team-Performance-Report__LDMO__0.pdf (date of application: 10.12.2025)
3. Nazarova Ye. The influence of psychoanalytic practices on leadership and organizational culture // International Journal of Professional Science. – 2025. – №4(1). – P. 71-77. EDN: FDODIX
4. Liu Y., Mei C., Hao J. Programming Models for Determining Optimal R&D Arrangement in Mobile Application Development Process // IEEE Access. – 2022. – Vol. 10. – P. 133945-133957. DOI: 10.1109/access.2022.3229131 EDN: DWCBK

5. Kodithuwak S., Pacillo N. Mobile Software Development in the Digital Age: A Comparative Evaluation of Cross-Platform Frameworks // Journal of Policy Options. – 2025. – Vol. 8. – №. 2. – P. 9-17.
6. Ulyanov V. Designing user interfaces in digital financial services: structural and functional contribution to the development of the digital economy // Universum: technical sciences: electronic scientific journal. – 2025. – №11(140). – P. 32-37.
7. Volpe E. S. Effective mentoring strategies to support underrepresented students during a virtual summer research experience for engineering education undergraduates // International Journal of Mentoring and Coaching in Education. – 2025. – Vol. 14. – №. 2. – P. 162-179.
8. Upton H. Implicit incentives and delegation in teams // Management Science. – 2024. – Vol. 70. – №. 7. – P. 4722-4741.
9. Mudrov M. Formation of a personal brand in the digital environment as a strategic resource for business development // Journal of Economics, Finance And Management Studies. – 2025. – Vol. 8(11). – P. 7383-7389.
10. Ernst N., Robillard M. P. A study of documentation for software architecture // Empirical Software Engineering. – 2023. – Vol. 28. – №. 5.
11. Neto M. V. da S., Malucelli A., Reinehr S. Agile Software Architecture: Perceptions on Quality and Architectural Technical Debt Management // Proceedings of the Brazilian Symposium on Software Architecture (SBCARS). – 2025.
12. Maksimov V. Yu. Progressive parallelism in practice: from classical threads to virtual threads in Java and coroutines in Kotlin // Current Research. – 2024. – №. 24 (206). – P. 42–47. DOI: 10.5281/zenodo.11526785
13. Cerqueira L., Nunes L., Guerra R., et al. Assessing software practitioners' work engagement and job satisfaction in a large software company – what we have learned // SN Computer Science. – 2025. – Vol. 6. – №. 273. DOI: 10.1007/s42979-025-03772-1

UDC 628.517

Sarkisov A.M., Belov P.S., Belova Y.A., Nikiforov D.Y., Nikiforova O.V., Chorlieva A.A. Innovative approaches to professional risk management at machine-building enterprises: Russian and international experience

Иновационные подходы в управлении профессиональными рисками на машиностроительных предприятиях: российский и международный опыт

Sarkisov Anton Mikhailovich

Student of ETI of the Federal State Autonomous Educational Institution of Higher Education Moscow State Technological University "STANKIN"

Belov Pavel Sergeevich

Associate Professor, Department of Technology, Equipment, and Automation of Mechanical Engineering Production
ETI, MSTU STANKIN

Belova Yulia Andreevna

Student at the ETI of the Moscow State Technical University STANKIN

Nikiforov Denis Yuryevich

Senior Lecturer, Department of Technology, Equipment, and Automation of Mechanical Engineering Production
ETI, MSTU STANKIN

Nikiforova Olga Vladislavovna

Student of the ETI FGBOU VO MSTU "STANKIN"

Chorieva Anastasia Aleksandrovna

Senior Lecturer of the Department of Automated Production Technologies of the ETI of the Federal State Autonomous Educational Institution of Higher Education Moscow State Technological University STANKIN

Саркисов Антон Михайлович

Обучающийся ЕТИ ФГАОУ ВО МГТУ «СТАНКИН»

Белов Павел Сергеевич

Доцент кафедры «Технология, оборудование и автоматизация машиностроительных производств»

ЕТИ ФГАОУ ВО МГТУ «СТАНКИН»

Белова Юлия Андреевна

Обучающаяся ЕТИ ФГАОУ ВО МГТУ «СТАНКИН»

Никифоров Денис Юрьевич

Старший преподаватель кафедры «Технология, оборудование и автоматизация машиностроительных производств»

ЕТИ ФГАОУ ВО МГТУ «СТАНКИН»

Никифорова Ольга Владиславовна

Обучающаяся ЕТИ ФГБОУ ВО МГТУ «СТАНКИН»

Чориева Анастасия Александровна

Старший преподаватель кафедры «Технологий автоматизированного производства»
ЕТИ ФГАОУ ВО МГТУ «СТАНКИН»

Abstract. *The article examines the evolution of approaches to occupational risk management in the engineering industry in the context of digital transformation and stricter regulatory requirements. A comparative analysis of traditional and innovative methods of risk assessment and minimization used in the Russian Federation and abroad is carried out. Special attention is paid to the integration of risk-based thinking into design, the introduction of predictive analytics technologies and the development of integrated occupational safety and health management systems. Based on the analysis of specific studies at aviation and automotive engineering enterprises, key problem areas have been identified and practical recommendations for the implementation of proactive occupational risk management systems have been proposed.*

Keywords: occupational risks, mechanical engineering, risk management, innovative approaches, risk assessment, occupational safety, digitalization.

Аннотация. В статье рассматривается эволюция подходов к управлению профессиональными рисками в машиностроительной отрасли в условиях цифровой трансформации и ужесточения нормативных требований. Проведён сравнительный анализ традиционных и инновационных методов оценки и минимизации рисков, применяемых в Российской Федерации и за рубежом. Особое внимание уделено интеграции риск-ориентированного мышления в проектирование, внедрению технологий предиктивной аналитики и развитию комплексных систем управления охраной труда. На основе анализа конкретных исследований на предприятиях авиационного и автомобильного машиностроения выявлены ключевые проблемные зоны и предложены практические рекомендации по внедрению проактивных систем управления профессиональными рисками.

Ключевые слова: профессиональные риски, машиностроение, риск-менеджмент, инновационные подходы, оценка рисков, охрана труда, цифровизация.

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

Управление профессиональными рисками перестало быть сугубо технической задачей и превратилось в стратегический элемент конкурентоспособности и устойчивого развития любого промышленного предприятия. В машиностроении, где сочетаются сложные технологические процессы, работа с тяжелым оборудованием и потенциально опасными материалами, эта проблема стоит особенно остро. Актуальность темы подтверждается данными исследований: например, на предприятиях тяжелого машиностроения России более 50% работников основных профессий подвергаются высокому и очень высокому профессиональному риску. Глобальные тренды, такие как переход к Индустрии 4.0, ужесточение международных и национальных стандартов (ISO 45001, Трудовой кодекс РФ), а также рост осознания ценности человеческого капитала, диктуют необходимость перехода от реактивных к инновационным, проактивным подходам в управлении охраной труда.

Основой любого управления является оценка. Традиционные методы, регламентированные в РФ и широко применяемые на практике, остаются важным инструментом.

Качественные и полуколичественные методы. К ним относятся матричный метод, метод Файна-Кинни и метод Элмери. Матричный метод, основанный на оценке вероятности и тяжести последствий, популярен благодаря своей наглядности. Метод Файна-Кинни, используя формулу $\text{Риск} = \text{Вероятность} \times \text{Частота экспозиции} \times \text{Тяжесть}$

последствий, позволяет получать количественную оценку, адаптируемую под специфику отрасли путём введения дополнительных корректирующих коэффициентов.

Комплексный подход. Исследование на предприятиях тяжелого машиностроения продемонстрировало необходимость комплексной оценки, включающей не только физические факторы, но и психосоциальные. Так, 86.2% опрошенных работников оценили свою работу как чрезмерно напряжённую, что указывает на высокий уровень производственного стресса как на значимый профессиональный риск.

Однако современная инновационная повестка требует перехода к более динамичным и точным методам оценки. Цифровизация открывает путь к созданию цифровых двойников рабочих мест и производственных процессов. На основе данных с датчиков IoT (интернета вещей), систем компьютерного зрения и исторических данных о происшествиях можно моделировать сценарии возникновения аварийных ситуаций, прогнозировать вероятность отказов оборудования, ведущих к травмам, и оптимизировать эргономику рабочих мест в виртуальной среде до внедрения в реальность.

Инновации в данной сфере не ограничиваются новыми методами оценки, а затрагивают всю философию управления, интегрируясь в жизненный цикл продукции и ежедневные операции.

Риск-ориентированное проектирование (Risk-Based Design). Это принципиально новый подход, закреплённый в современных международных стандартах. Его суть — интеграция оценки рисков на самых ранних этапах проектирования оборудования, технологических линий и продукции. Как отмечается в исследованиях, это требует развития конструкторско-технологической документации путём введения идентификаторов приоритетности характеристик, напрямую влияющих на безопасность, и создания планов управления рисками для продукции и процессов. Вместо того чтобы добавлять средства защиты постфактум, безопасность проектируется изначально.

Предиктивная аналитика и интеллектуальные системы мониторинга. Реакция на инциденты после их возникновения уступает место их предупреждению.

Для этого применяются:

Системы предиктивного (прогнозного) обслуживания (Predictive Maintenance). Анализируя вибрацию, температуру и другие параметры работы станков в реальном времени с помощью алгоритмов ИИ, система прогнозирует возможную поломку. Это предотвращает аварийные ситуации, которые могут привести к травмам, и сокращает необходимость работы персонала в опасной близости от неисправного оборудования;

Носимые устройства и системы компьютерного зрения. Умные каски и браслеты могут отслеживать показатели здоровья работника (пульс, температура), уровень шума,

падение или неподвижность. Системы видеоаналитики способны в режиме реального времени распознавать нарушения правил безопасности (например, отсутствие каски, вход в опасную зону) и мгновенно информировать ответственных.

Цифровые платформы управления охраной труда и риск-менеджментом. Специализированное программное обеспечение, такое как Epicflow, позволяет консолидировать все данные о рисках, мероприятиях, инцидентах и результатах медосмотров в единой системе.

Такие платформы обеспечивают:

Сценарное планирование: моделирование последствий различных событий (срыв поставок, выход из строя линии) для оценки их влияния на безопасность персонала;

Автоматизацию процессов: управление инструктажами, учётом средств индивидуальной защиты, расследованием инцидентов;

Повышение вовлечённости: упрощение процедур сообщения об опасностях (Hazard Reporting) со стороны рядовых сотрудников через мобильные приложения.

Подходы к управлению профессиональными рисками в России и за рубежом развиваются в общем тренде, но с определённой спецификой.

В России с 2022-2023 годов произошло существенное ужесточение требований. Согласно новым правилам, оценка профессиональных рисков перестала быть рекомендательной и стала обязательной процедурой, результаты которой (в виде карт рисков) должны непосредственно влиять на планирование работ, выдачу СИЗ и обучение персонала. Это сближает российскую практику с требованиями таких международных стандартов, как ISO 45001, где цикл PDCA (Plan-Do-Check-Act) и оценка рисков являются центральными элементами.

Для многих зарубежных компаний, особенно в ЕС и США, управление рисками тесно интегрировано в общую корпоративную стратегию и систему менеджмента качества, а также является важным элементом ESG-повестки (экологическое, социальное и корпоративное управление). В российской практике, как показывают исследования, ещё сохраняется наследие прошлого, когда вопросам менеджмента качества и проактивного риск-менеджмента уделялось меньше внимания, что иногда приводило к затягиванию сроков и снижению качества продукции. Однако ситуация меняется, чему способствует как давление регулятора, так и осознание бизнесом экономических потерь от травматизма и профзаболеваний.

Ведущие международные машиностроительные концерны активно инвестируют в технологии Индустрии 4.0 для управления рисками. В России внедрение носит более точечный и фрагментированный характер, часто сосредоточено на отдельных пилотных проектах или крупнейших предприятиях (например, в авиа- и автомобилестроении).

Ключевым барьером остаются высокие первоначальные инвестиции и дефицит кадров, способных работать с такими решениями.

Управление профессиональными рисками в машиностроении находится на этапе глубокой трансформации. Инновационные подходы, основанные на цифровизации, риск-ориентированном мышлении и проактивной аналитике, формируют новую парадигму безопасности труда, где предотвращение доминирует над реакцией.

Российская практика, подстёгиваемая обновлённым законодательством, движется в том же направлении, что и мировая, хотя и с некоторым отставанием в массовом внедрении высокотехнологичных решений. Для успешной интеграции инноваций предприятиям можно рекомендовать:

1. Начинать с интеграции риск-ориентированного подхода в процессы проектирования и модернизации в соответствии с методологиями, описанными в.

2. Внедрять цифровые инструменты поэтапно, начиная с создания единой цифровой платформы для учёта и анализа инцидентов и рисков, с последующей интеграцией IoT-сенсоров на наиболее опасных участках.

3. Инвестировать в подготовку кадров, способных не только работать с новым ПО, но и мыслить в логике предиктивного риск-менеджмента. Ключевую роль играет вовлечение самих работников в процесс идентификации опасностей.

4. Рассматривать расходы на инновации в области охраны труда не как издержки, а как инвестиции в человеческий капитал, снижение операционных потерь, репутацию компании и соответствие растущим требованиям глобальных цепочек поставок.

Будущее управления профессиональными рисками лежит в создании интеллектуальных, самообучающихся систем безопасности, которые станут неотъемлемой частью «умного» завода, обеспечивая не только сохранение жизни и здоровья работников, но и новое качество операционной эффективности.

References

1. Балашова Р.И. Методы и инструменты риск-менеджмента в обеспечении экономической безопасности продовольственного комплекса // Научный журнал "Торговля и рынок". – 2019. – № 2(50). – С. 15-25.
2. Шарян Э.Г., Ткачева О.А. Управление рисками инновационных проектов в автомобильной промышленности // Вестник МГТУ «МАМИ». – 2013. – Т. 7, № 4-1. – С. 64-69.
3. Managing Risks in Manufacturing Projects: Essentials and Best Practices // Epicflow Blog. – 2023. – URL: <https://www.epicflow.com/blog/managing-risks-in-manufacturing-projects-essentials-and-best-practices/> (дата обращения: 04.12.2025).

4. Методы оценки профессиональных рисков // Маркосс. – 2025. – URL: <https://marcooss.ru/news/metody-ocenki-professionalnyh-riskov/> (дата обращения: 04.12.2025).

5. Система оценки и управления профессиональными рисками на предприятии авиационного машиностроения // КИОТ. – 2020. – URL: <https://kiout.ru/info/publish/7695> (дата обращения: 04.12.2025).

6. Оценка профессиональных рисков: новые правила // ЦОК. – 2024. – URL: <https://coko1.ru/articles/protection/ocenka-professionalnyh-riskov-novye-pravila/> (дата обращения: 04.12.2025).

7. 6 Risk Management Tips for Manufacturers // Prime Insurance Company. – 2023. – URL: <https://www.primeis.com/education-center/articles/6-risk-management-tips-for-manufacturers/> (дата обращения: 04.12.2025).

8. Панов А. Риск-ориентированное проектирование в машиностроении // Стандарты и качество. – 2021. – № 9. – С. 72-77.

9. ГОСТ Р 12.0.010-2017. Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Системы управления охраной труда. Определение опасностей и оценка рисков. – М.: Стандартинформ, 2017.

10. ISO 45001:2018 Occupational health and safety management systems — Requirements with guidance for use.

11. Генезис новой парадигмы экономического развития России: глобальные предпосылки и внутренние факторы конкурентоспособности / П. С. Белов, О. А. Бровченко, Н. В. Василенкова [и др.]. – Самара : НИЦ «ПНК», 2024. – 158 с. – ISBN 978-5-605-19462-0. – EDN IIAKAL.

12. Трансформации социально-экономического пространства России и стратегии территориального развития: экономические, институциональные, экологические проблемы и механизмы их решения / В. Г. Антонец, П. С. Белов, А. А. Бессарабова [и др.]. – Самара : ПНК, 2025. – 388 с. – ISBN 978-5-605-37348-3. – EDN CSUQ SJ.

13. 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.

MEDICAL RESEARCH AND HEALTHCARE

UDC 616.89-004.4

Batsunov M. A., Makarushina M.A., Bogacheva E.V. Emotional stress and its impact on the development of somatic diseases in medical university students

Эмоциональный стресс и его влияние на развитие соматических заболеваний у студентов медицинского университета

Batsunov Mikhail Aleksandrovich

3 rd year student of the Faculty of Medicine
Group L-316, Voronezh State Medical
University named after N. N. Burdenko

Makarushina Marina Alekseevna

3 rd year student of the Faculty of Medicine
Group L-316, Voronezh State Medical
University named after N. N. Burdenko

Anuchina Natalia Nikolaevna

Ph.D, Associate Professor
Department of Management in
Health Care Department,
Voronezh State Medical University named after N.N. Burdenko

Bogacheva Elena Vasilevna

Ph.D, Associate Professor
Department of Management in
Health Care Department,
Voronezh State Medical University named after N.N. Burdenko

Бацунов Михаил Александрович
студент 3 курса лечебного факультета
группы Л-316 Воронежского государственного
медицинского университета имени Н. Н. Бурденко

Макарушина Марина Алексеевна
студент 3 курса лечебного факультета
группы Л-316 Воронежского государственного
медицинского университета имени Н. Н. Бурденко

Анучина Наталья Николаевна
кандидат медицинских наук
доцент кафедры Управления в здравоохранении,
Воронежский государственный медицинский
университет им. Н.Н. Бурденко

Богачёва Елена Васильевна
кандидат физико-математических наук,
доцент кафедры Управления в здравоохранении,
Воронежский государственный медицинский
университет им. Н.Н. Бурденко

Abstract. *The study focuses on the impact of emotional stress on the development of psychosomatic disorders among medical students. The research reveals a direct correlation between high levels of stress and the development of psychosomatic diseases among medical students. The findings indicate that junior and senior students are the most vulnerable. The analysis highlights the prevalence of ineffective stress management strategies among students. The study highlights the need for effective stress management and prevention strategies for medical students.*

Keywords: *emotional stress, psychosomatic disorders, somatic diseases, risk groups.*

Аннотация. Исследование посвящено изучению влияния эмоционального стресса на развитие психосоматических расстройств у студентов медицинского ВУЗа. Проведенное исследование выявило прямую связь между высоким уровнем стресса и развитием психосоматических заболеваний у студентов медицинского университета. Результаты продемонстрировали, что наиболее уязвимыми являются студенты младших и старших курсов. Анализ показал преобладание неэффективных стратегий борьбы со стрессом среди студентов. Результаты исследования подчёркивают необходимость в разработке методов лечения и профилактики стресса для студентов.

Ключевые слова: эмоциональный стресс, психосоматические расстройства, соматические заболевания, группы риска.

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

Актуальность. Стресс - неспецифическая реакция организма на воздействие (физические или психологические) нарушающие гомеостаз, а также соответствующее состояние нервной системы организма (или организма в целом).

Термин “стресс” в физиологию и психологию ввел Уолтер Кэннон в своих классических работах по универсальной реакции “бороться или бежать”.

Степень влияния стрессоров на организм человека может быть самой различной: от легкого возбуждения, до тяжелейшего психосоматического расстройства.

Стресс может возникнуть в любой момент, когда от человека требуется больше чем он может дать. Значительную роль в процессе оценки этого несоответствия играет субъективное представление человека о собственных возможностях.

Проведенное анкетирование позволяет продемонстрировать, что 74% (72 человека) студентов испытывают стресс. Это подтверждает, что проблема носит глобальный характер и затрагивает большинство студентов медицинских вузов.

Негативное влияние на здоровье. В ходе исследования установлена прямая взаимосвязь между испытываемым стрессом и возникновением соматических симптомов. Таким образом подрыв здоровья создаёт угрозу для качества жизни будущих медработников.

Необходимость разработки новых методов профилактики и лечения стресса. Результаты показывают, что большинство студентов используют недостаточно продуктивные методы борьбы со стрессом.

Необходимость разработки адресных мер. Выявление причин, являющихся стресс фактором и наиболее уязвимых групп студентов позволят разработать эффективные и целенаправленные профилактические мероприятия.

Целью работы является определение, по результатам анкетирования, наиболее уязвимой для стресса группы студентов медицинского ВУЗа. Выявить основные стресс-факторы, оказывающие воздействие на студентов медиков. Проанализировать результаты анкетирования и выявить взаимосвязь между уровнем стресса и развитием психосоматических заболеваний.

Материалы и методы исследования. В Воронежском государственном медицинском университете (ВГМУ) проведён опрос студентов 1-6 курса в течение одного учебного семестра (4 месяца) репрезентативный по полу выборки из 96 студентов с выявление уровня стресса, причин его возникновения и сопутствующие соматические симптомы. Обработка выполнена методами описательной статистики для описания основных характеристик выборки, метод сравнения групп для выявления статистически значимых различий между группами.

Результаты. Исходя из вопроса об уровне стресса респонденты отмечают: 7,2% (7 человек) - “Очень высокий”. 25,8% (25 человек) - “Высокий”. 41,2% (40 человек) - “Умеренный”. 8,2% (8 человек) - “Низкий”. 17,5% (17 человек) - “Практически отсутствует”. Выявленные результаты напрямую указывает на то, что учебный процесс в медицинском ВУЗе является источником стресс-фактов. Высокий уровень стресса отражает ожидаемые результаты исследования. (Диаграмма 1).

Уровень стресса
97 ответов

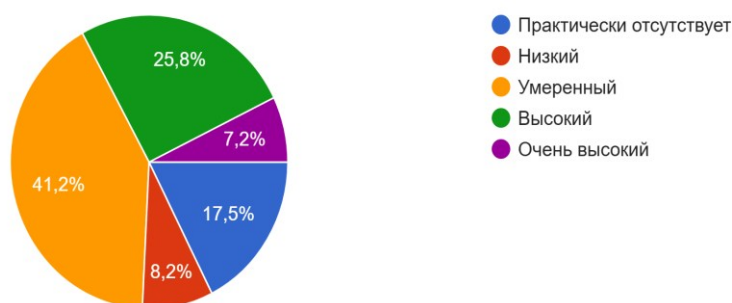


Диаграмма 1. Уровень стресса.

Участники опроса отмечают основными факторами стресса: 63% (62 человека) - “Высокая академическая нагрузка (большой объём информации)”. 72,2% (70 человек) -

“Сессия и экзамены”. 9,3% (9 человек) - “Практические навыки работы с пациентами”. 17,5% (17 человек) - “Неопределенность будущего трудоустройства/карьеры”. 8,2% (8 человек) - “Конфликт в учебной среде (с преподавателями, одногруппниками)”. 30,9% (30 человек) - “Финансовые трудности”. 1% (1 человек) - “Всё бесит”. 1% (1 человек) - “Некоторые события в стране и мире”. Данные отражают факторы риска, способствующие развитию стресса и, как следствие, развитие психосоматических заболеваний. Результаты предоставляют данные для дальнейшей разработки рекомендаций по оптимизации учебного процесса. (Диаграмма 2).

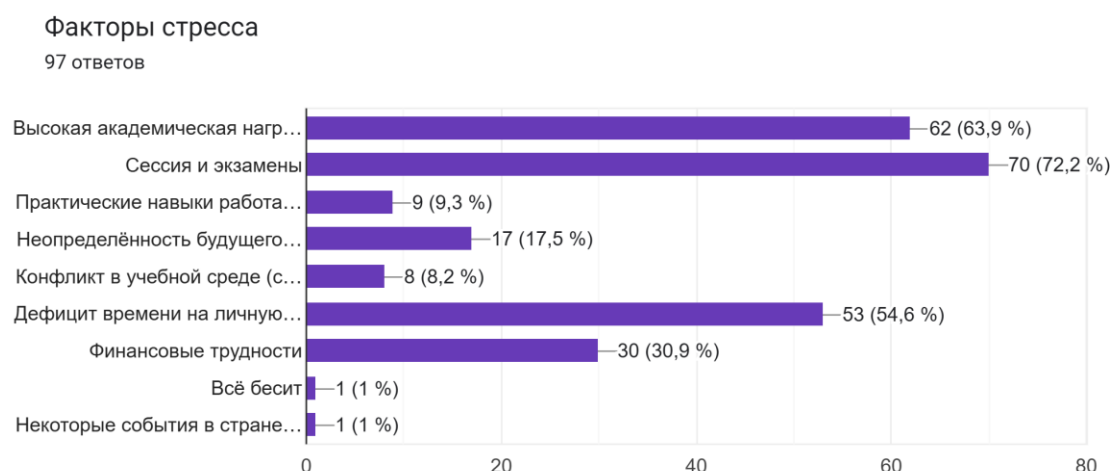


Диаграмма 2. Факторы стресса.

У респондентов чаще всего стресс проявлялся как: 50,5% (49 человек) - “Повышенная раздражительность, нервозность”. 47,4% (46 человек) - “Апатия, потеря интереса к учебе и увлечениям”. 52,6% (51 человек) - “Повышенное чувство тревоги, беспокойство”. 39,2% (38 человек) - “Подавленное настроение, плаксивость”. 39,2% (38 человек) - “Проблемы со сном (бессонница, прерывистый сон, сонливость)”. 44,3% (43 человек) - “Сложность концентрации внимания”. 14,4% (14 человек) - “Никак не проявляется эмоционально”. 1% (1 человек) - “Переедание”. 1% (1 человек) - “Сплю больше чем обычно”. Эти методы проявления стресса являются предшественниками соматических нарушений. Высока распространённость этих симптомов подтверждает, что эмоциональный стресс носит системный характер у студентов. (Диаграмма 3).

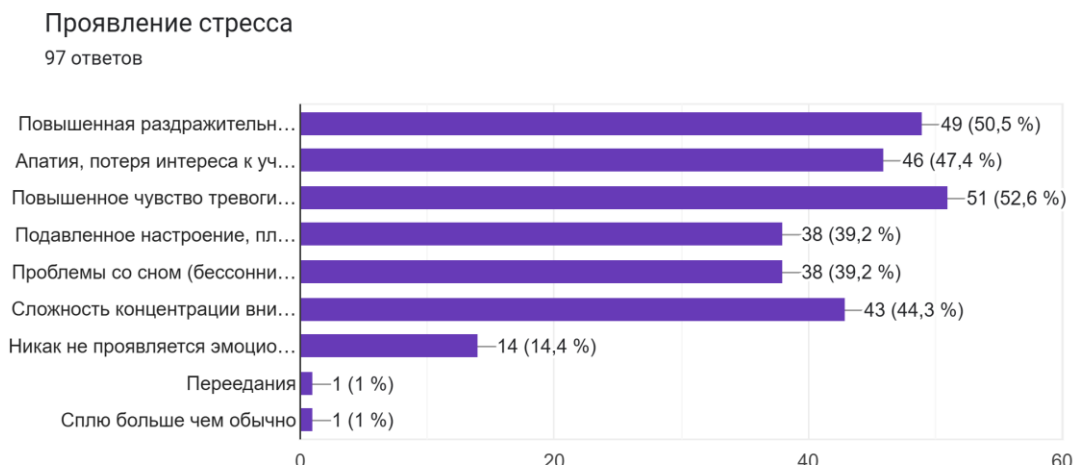


Диаграмма 3. Проявление стресса.

Участники анкетирования отмечают, что наиболее частые соматические симптомы при стрессе появляются как: 50,5% (49 человек) - “Головные боли, головокружения”. 28,9% (28 человек) - “Нарушение со стороны ЖКТ (боли в желудке, синдром раздражения кишечника)”. 21,6% (21 человек) - “Частые простудные заболевания (ОРВИ, герпес)”. 19,6% (19 человек) - “Колебания артериального давления и/или учащенное сердцебиение”. 35,1% (34 человека) - “Мышечные напряжения, боли в спине и шее”. 16,5% (16 человек) - “Кожные реакции (высыпания, зуд, обострение псориаза/экземы)”. 44,3% (43 человека) - “Изменение аппетита (его потеря или переедание) и веса”. 19,6% (19 человек) - “Ничего из перечисленного не беспокоило”. 1% (1 человек) - “Невралгия тройничного нерва в легкой форме”. Эти симптомы являются прямым доказательством влияния стресса на соматическое здоровье. (Диаграмма 4).

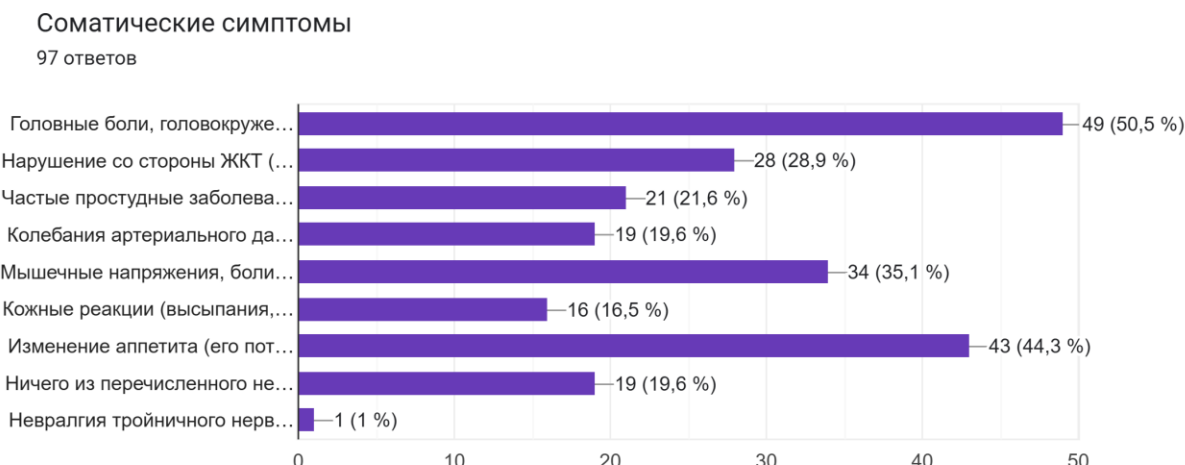


Диаграмма 4: Соматические симптомы

Студенты медицинского ВУЗа, принявшие участие в анкетировании, определили связь между экзаменационным периодом и возникающими соматическими симптомами как: 19,6% (19 человека) - “Да, четкая связь есть”. 47,4% (46 человека) - “Скорее да, чем нет”. 14,4% (14 человек) - “Затрудняюсь ответить”. 7,2% (7 человек) - “Скорее нет”. 11,3% (11 человек) - “Нет, никакой связи не вижу”. Эти результаты напрямую доказывают выдвинутую гипотезу. (Диаграмма 5).

Связь между соматическими симптомами и экзаменационным периодом
97 ответов

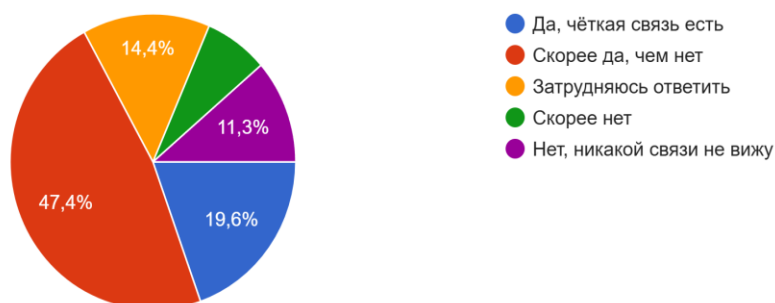


Диаграмма 5. Связь между соматическими симптомами и экзаменационным периодом.

Чаще всего респонденты справляются со стрессом: 42,3% (41 человек) - “Ничего, просто переживаю и стараюсь “перетерпеть”. 60,8% (59 человек) - “Общаюсь с друзьями, семьей”. 26,8% (26 человек) - “Занимаюсь спортом, физической

активностью”. 35,1% (34 человека) - “Ухожу в хобби, отвлекаюсь”. 17,5% (17 человек) - “Принимаю лекарства (успокоительные, обезболивающие, витамины)”. 15,5% (15 человек) - “Употребляю алкоголь/курю, чтобы расслабиться”. 2,1% (2 человека) - “Обращаюсь за помощью к психологу/психотерапевту”. 1% (1 человек) - “Сплю”. Эти данные отражают потребность в разработке новых методов рекомендаций и профилактики стресса. (Диаграмма 6).

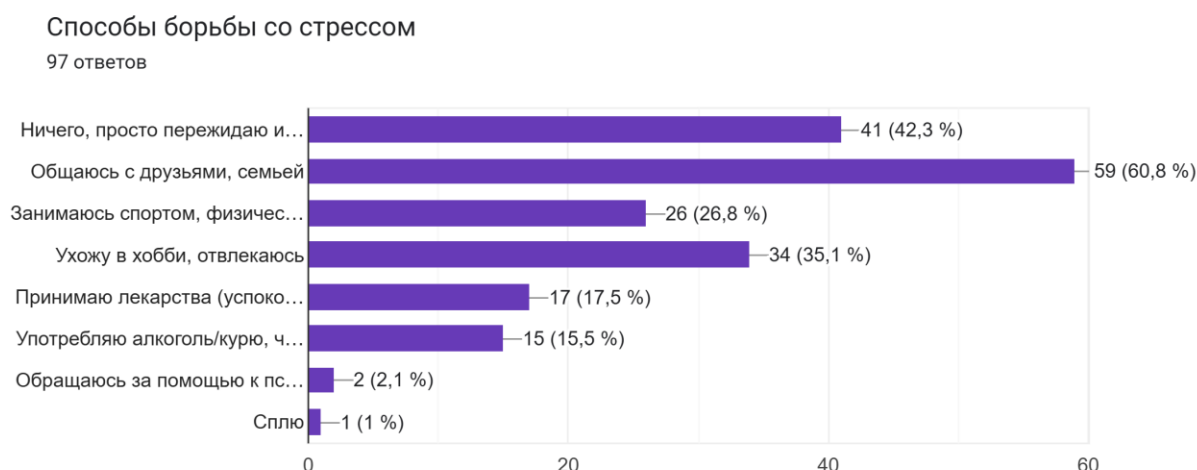


Диаграмма 6. Способы борьбы со стрессом.

Закключение: по результатам проведенного исследования, было выявлено, что большая часть респондентов отмечает наличие стресса. Основным источником стресса для студентов медицинского ВУЗа является приближающийся период сессии и экзаменов, а также высокая академическая нагрузка. Самым частым проявлением соматических симптомов являются головные боли и изменение аппетита. Проведённое исследование подтвердило основную гипотезу о наличии прямой связи между уровнем эмоционального стресса и развитием психосоматических заболеваний у студентов медицинского ВУЗа. Учебный процесс является мощным стресс-фактором из-за высокой академической нагрузки. Это приводит к развитию таких соматических расстройств как: головные боли, функциональное нарушение ЖКТ и нарушение артериального давления. Наиболее уязвимыми являются студенты младших курсов в период адаптации и старшие курсы в начале клинической практики. Результаты анкетирования демонстрируют необходимость внедрения новых профилактических мер для охраны здоровья студентов медицинского ВУЗа.

References

1. Pirozhkova, V. O. Social and emotional intelligence as resources for overcoming stress by subjects of team and individual activity presenter / V. O. Pirozhkova, G. B. Gorskaya // Current Issues of Sports Psychology and Pedagogy. – 2022. – Vol. 2, No. 1. – P. 36-39.
2. Çubukçu, U. E. Assessing the role of emotional intelligence in reducing job stress and enhancing performance of health professionals / U. E. Çubukçu, M. Akbolat, B. Uysal // The Manager. – 2025. – Vol. 16, No. 4. – P. 101-117.
3. Чжоу С., Го Дж., Лу Г., Чен Ц., Се Ц., Лю Дж., Чжан Ц. Влияние снижения стресса с помощью осознанности на симптомы тревожности у молодых людей: систематический обзор и метаанализ. Psychiatry Res. 2020 Jul; 289:113002. doi: 10.1016/j.psychres. 2020.113002. Epub 2020 May 7. PM
4. McKerrow, I. Trends in medical students' stress, physical, and emotional health throughout training. / I. McKerrow, P.A. Carney, H. Caretta-Weyer, M. Furnari, A. Miller Juve // Med Educ Online. - 2020. - Dec.25 (1). - P. 1709278.

UDC 612.822

Belyaeva K.D., Vorivodina A.K., Radionov K.S., Bogacheva E.V. Studying the influence of stress factors on the physical health of N.N. Burdenko VSMU students using the example of 1st and 3rd year students

Изучение влияния стрессовых факторов на состояние физического здоровья
студентов ВГМУ им. Н.Н. Бурденко (на примере 1 и 3 курсов)

Belyaeva Kseniya Dmitrievna

3rd year student of the Faculty of Medicine, group L-302
Voronezh State Medical University named after N. N. Burdenko

Vorivodina Alica Konstantinovna

3rd year student of the Faculty of Medicine, group L-302
Voronezh State Medical University named after N. N. Burdenko

Radionov Kirill Sergeevich

Student of the Faculty of Medicine, 3rd year of group L-302
Voronezh State Medical University named after N. N. Burdenko

Bogacheva Elena Vasilevna

Ph.D, Associate Professor
Department of Management in Health Care Department,
Voronezh State Medical University named after N.N. Burdenko

Беляева Ксения Дмитриевна
студентка лечебного факультета 3 курса группы Л-302

Воронежский государственный медицинский
университет имени Н. Н. Бурденко

Вориводина Алиса Константиновна
студентка лечебного факультета 3 курса группы Л-302

Воронежский государственный медицинский
университет имени Н. Н. Бурденко

Радионов Кирилл Сергеевич
студент лечебного факультета 3 курса группы Л-302

Воронежский государственный медицинский
университет имени Н. Н. Бурденко

Богачёва Елена Васильевна
кандидат физико-математических наук,
доцент кафедры Управления в здравоохранении,
Воронежский государственный медицинский
университет им. Н.Н. Бурденко

Abstract. The article examines the influence of stress factors on 1st and 3rd year students of the Medical Faculty of N.N. Burdenko VSMU. Special attention is paid to comparing the nature of stressors and the psycho-emotional response to them at different stages of learning. Key educational, social, and household stress factors have been identified, as well as their impact on students' physical health (sleep quality, appetite, headaches, and the frequency of colds). The study demonstrates the relationship between stress levels and somatic complaints, which highlights the need for targeted preventive measures to preserve health and improve the effectiveness of the educational process for future doctors.

Keywords: stress, medical students, psycho-emotional stress, adaptation, physical health, somatoform disorders, academic load.

Аннотация. В статье рассматривается влияние стрессогенных факторов на студентов 1 и 3 курсов медицинского факультета ВГМУ им. Н.Н. Бурденко. Особое внимание уделяется сравнению природы стрессоров и психоэмоциональной реакции на них на разных этапах обучения. Выявлены ключевые учебные, социальные и бытовые стрессовые факторы, а также их влияние на физическое здоровье студентов (качество сна, аппетит, головные боли, частота простудных заболеваний). Исследование демонстрирует взаимосвязь между уровнем стресса и соматическими жалобами, что подчеркивает необходимость целенаправленных профилактических мер для сохранения здоровья и повышения эффективности учебного процесса у будущих врачей.

Ключевые слова: стресс, студенты-медики, психоэмоциональное напряжение, адаптация, физическое здоровье, соматоформные расстройства, учебная нагрузка.

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

Актуальность. Современная система высшего образования, в особенности в медицинских вузах, характеризуется исключительно высокой интеллектуальной и психоэмоциональной нагрузкой. Студенты медицинских университетов сталкиваются с целым комплексом стрессогенных факторов, обусловленных как огромным объемом информации, так и спецификой будущей профессии, связанной с высокой ответственностью за жизнь и здоровье людей. Это делает проблему изучения стресса и его последствий для здоровья студентов-медиков одной из наиболее значимых в области валеологии и образовательной медицины [1].

Студенческий возраст является критическим периодом с точки зрения психофизиологического развития и адаптационных возможностей организма. Постоянное воздействие стрессоров (сессионные нагрузки, высокие академические требования, социальная адаптация, переезд) может приводить к развитию так называемого «дистресса», который является триггером для возникновения различных соматоформных расстройств, снижения иммунитета, нарушения сна и развития хронических заболеваний [2]. Игнорирование этих факторов создает прямую угрозу не только успешности учебного процесса, но и долгосрочному здоровью будущих специалистов.

Данное исследование приобретает особую актуальность благодаря своему сравнительному характеру. Студенты 1 курса находятся в стадии острой адаптации к новой образовательной системе, отрыву от семьи, формированию нового социального круга. В то же время, студенты 3 курса сталкиваются с иными вызовами: нарастанием объема и сложности профильных медицинских дисциплин, началом клинической практики, осознанием профессиональной ответственности [4].

Цель. Выявить и сравнить, как меняется природа стрессоров и реакция на них на разных этапах обучения, и какие риски для физического здоровья являются наиболее характерными для каждого из этих периодов (1 и 3 курсы).

Задачи:

1. Выявить основные стрессовые факторы (учебные, социальные, бытовые), воздействующие на студентов 1 и 3 курсов ВГМУ им. Н.Н. Бурденко.
2. Оценить и сравнить уровень психоэмоционального напряжения (уровень стресса) у студентов 1 курса и студентов 3 курса.
3. Проанализировать состояние физического здоровья и субъективные жалобы на самочувствие (качество сна, аппетит, наличие головных болей, частоту простудных заболеваний и др.) в обеих исследуемых группах.
4. Установить взаимосвязь между ведущими стресс-факторами и конкретными показателями физического здоровья у студентов каждого курса.

Материалы и методы исследования.

Выборка: в исследование включены студенты 1 и 3 курсов медицинского университета (специальность Лечебное дело). Минимальный размер выборки для каждой группы — 50 человек.

Методы сбора данных: данные собирались с помощью электронной анкеты, содержащей вопросы, направленные на выявление стрессовых факторов, оценки степени их влияния и симптомов, отражающих физическое здоровье (например, нарушения сна, утомляемость, соматические жалобы).

Критерии оценки факторов риска: критерии оценки стрессовых факторов и их влияния остались прежними, как в первом варианте, включая интенсивность и частоту стрессовых ситуаций, а также объективные и субъективные показатели физического состояния.

Анализ данных: для статистической обработки использовались методы описательной статистики и сравнительного анализа между группами 1 и 3 курсов с целью выявления значимых различий влияния стрессовых факторов на физическое здоровье.

Результаты исследования. В целях изучения влияния стрессовых факторов на состояние физического здоровья студентов было проведено анкетирование, среди студентов 3 и 1 курсов лечебного факультета ВГМУ Н.Н. Бурденко, в котором приняли участие 60 и 50 человек соответственно. По результатам опроса было выявлено, что и первокурсники, и третьекурсники в основном оценивают своё физическое состояние как среднее - 3 курс: 25 человек (41,7%) и 1 курс: 20 человек (40%); или хорошее - 3 курс: 21 человек (35%) и 1 курс: 21 человек (42%). Однако третьекурсники

демонстрируют более высокий уровень удовлетворенности своим физическим состоянием: почти каждый восьмой из них (11,7%) считает своё состояние «очень хорошим» — это в два раза больше, чем среди первокурсников (6%). При этом у третьего курса присутствует небольшая, но более выраженная группа студентов (6,7%), оценивающих здоровье как «очень плохое», тогда как среди первокурсников таких оценок нет. На вопрос: Как часто вы ложитесь спать после 01:00 из-за учёбы? - ответы студентов 3 курса были: 3-5 раз в неделю - 23(38,3%), ежедневно - 17(28,3%), 1-2 раза в неделю - и вариант - никогда - 7(11,7%), реже раза в неделю - 6(10%). Ответы студентов 1 курса: ежедневно - 22(44%), 3-5 раз в неделю - 11(22%), 1-2 раза в неделю - 10 (20%), никогда - 4(8%), реже раза в неделю - 3(6%). Исходя из полученных данных, можно сделать вывод, что поздний отход ко сну из-за учёбы является для большинства студентов привычной нормой. При этом первокурсники чаще ложатся спать поздно ежедневно, что связано с периодом адаптации, большим количеством новой информации, непривычным форматом обучения и неэффективным планированием своего учебного времени, в результате они откладывают подготовку и учёбу на вечер и ночь. В то время как третьекурсники уже привыкли к учебному процессу, умеют планировать время, что позволяет им ложиться спать раньше и более регулярно. (Диаграмма 1)

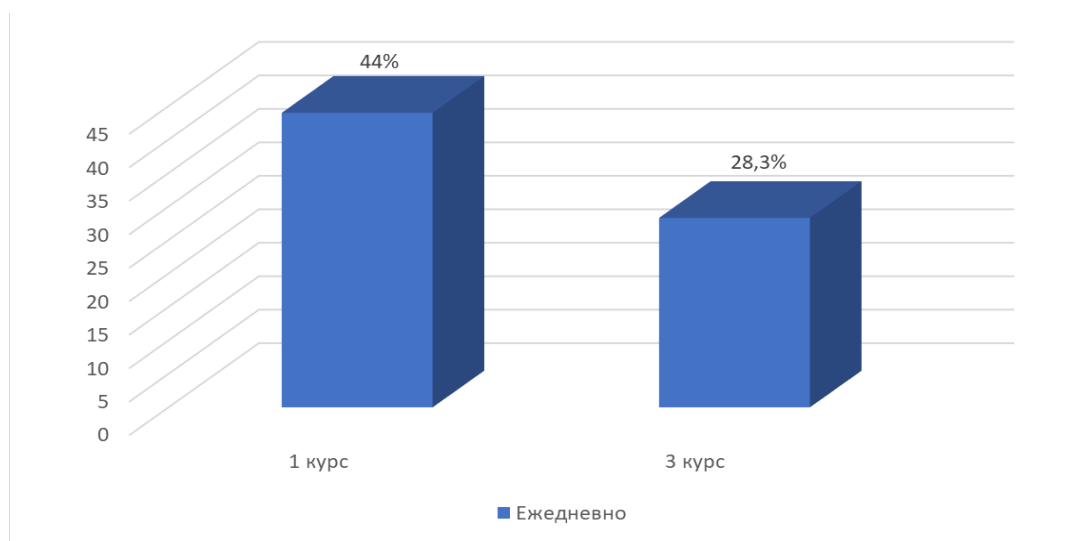


Диаграмма 1. Как часто студенты ложатся спать после 01:00.

По вопросу о наличии вредных привычек среди студентов, ответы распределились следующим образом. Среди студентов 3 курса: 32 человека (53,3%) заявили об отсутствии вредных привычек, 17 человек (28,3%) отметили наличие одной

вредной привычки, 11 человек (18,3%) сообщили о нескольких вредных привычках. Среди студентов 1 курса: 20 человек (40%) не имеют вредных привычек, 16 человек (32%) имеют одну вредную привычку, 14 человек (28%) имеют несколько вредных привычек. Более высокая доля вредных привычек у студентов первого курса, по сравнению с третьекурсниками, объясняется комплексом взаимосвязанных причин. Прежде всего, первокурсники переживают сложный период адаптации: резкая смена обстановки, стресс от самостоятельной жизни и необходимость выстраивать новые социальные связи заставляют их искать способы снять напряжение, что зачастую приводит к формированию вредных привычек. В то же время влияние новой социальной среды, желание влиться в коллектив и подражать сверстникам провоцируют эксперименты с курением или алкоголем. В отличие от них, студенты третьего курса, как правило, уже прошли этап первоначальной адаптации, лучше управляют своим поведением и более осознанно относятся к здоровью. (Диаграмма 2)

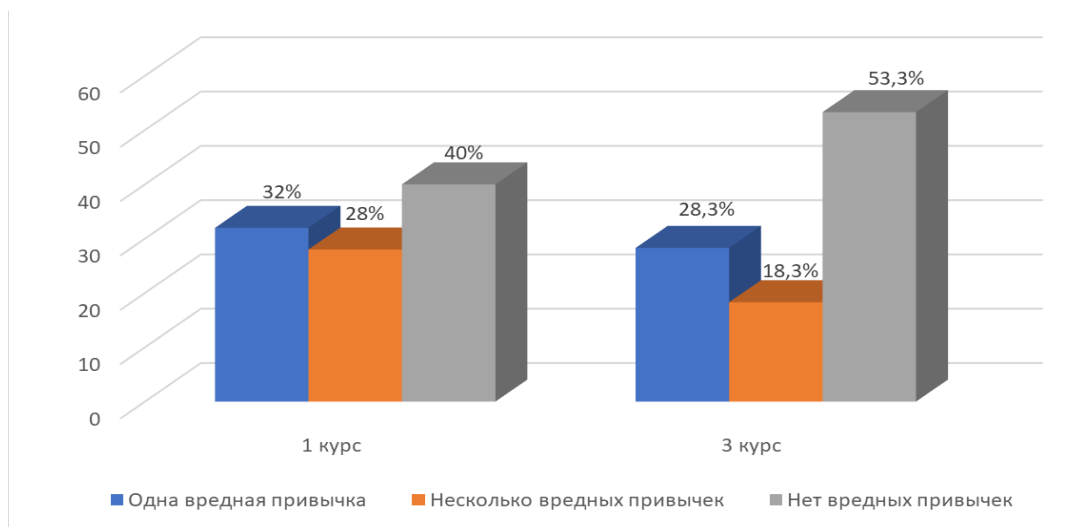


Диаграмма 2. Наличие вредных привычек.

Анализ субъективных оценок качества сна среди студентов выявил существенные различия между представителями первого и третьего курсов. Наиболее распространенной оценкой в обеих группах является «удовлетворительное» - 27 третьекурсников (45%) и 26 первокурсников (52%). Также первокурсники демонстрируют более высокий уровень неудовлетворенности качеством сна: плохое качество сна - 6 человек (12%) и очень плохое качество сна - 4

человека (8%), тогда как у третьекурсников плохое и очень плохое качество сна отмечают лишь по 4 человека соответственно (по 8,3%).

Полученные данные позволяют заключить, что качество сна имеет тенденцию к улучшению по мере адаптации студентов к университетской среде и переходу на старшие курсы. Это может быть связано с выработкой более устойчивых навыков саморегуляции, стабилизацией учебной нагрузки и привыканием к новому режиму жизни.

Анализ пищевых привычек, связанных с потреблением фастфуда и полуфабрикатов, выявил существенные различия в моделях питания между студентами первого и третьего курсов. Большинство студентов обеих групп едят фастфуд раз в неделю (30 человек с 3 курса (50%) и 24 с 1 курса (48%)), выявлены существенные различия в частоте потребления. Среди первокурсников заметно больше тех, кто питается фастфудом несколько раз в неделю — 19 человек (38%), против 15 на третьем курсе (25%). При этом только 2 первокурсника (4%) употребляют такую пищу ежедневно, в то время как среди третьекурсников таких в 4 раза больше — 8 человек (13,3%). Можно сделать вывод, что с переходом на старшие курсы пищевые привычки становятся более поляризованными: среди третьекурсников меньше умеренных потребителей фастфуда, но значительно больше тех, кто питается им регулярно. Это связано с увеличением учебной нагрузки и большей занятостью старшекурсников.

Также были выявлены существенные различия в психоэмоциональном состоянии студентов младших и старших курсов. Среди 50 опрошенных первокурсников подавляющее большинство (82%) испытывает стресс часто или очень часто: 23 человека (46%) — чаще одного раза в неделю, 18 человек (36%) — очень часто. В то же время среди 60 студентов третьего курса эти показатели значительно ниже: только 30 человек (50%) отмечают частоту "чаще одного раза в неделю" и 17 человек (28,3%) — "очень часто". Напротив, категории с низким уровнем стресса ("никогда" и "реже раза в неделю") составляют у третьекурсников 10 человек (16,6%), тогда как у первокурсников только 4 человека (8%).

Полученные данные свидетельствуют о том, что процесс адаптации к университетскому обучению сопровождается у студентов первого курса значительно более высоким уровнем стрессовой нагрузки по сравнению с их старшими коллегами.

На основании анализа факторов учебного стресса выявлены значимые различия в структуре стрессогенных ситуаций у студентов младших и старших курсов. Среди 60 опрошенных третьекурсников доминирующим стресс-фактором является подготовка к

экзаменам - 37 человек (61,7%), тогда как среди 50 первокурсников этот показатель значительно ниже - 10 человек (20%). Напротив, для первокурсников наибольший стресс представляют коллоквиумы - 30 человек (60%), в то время как среди третьекурсников этот вариант выбрали 21 человек (35%). Особенно показательной является динамика стресса, связанного с практической составляющей обучения. Небольшая доля первокурсников (6%) испытывают стресс при отработке практических навыков и на практических занятиях, в то время как среди третьекурсников этот показатель минимален - всего 1 человек (1,7%). Это свидетельствует о успешной адаптации студентов к практическим аспектам профессиональной подготовки к третьему курсу. (Диаграмма 3)

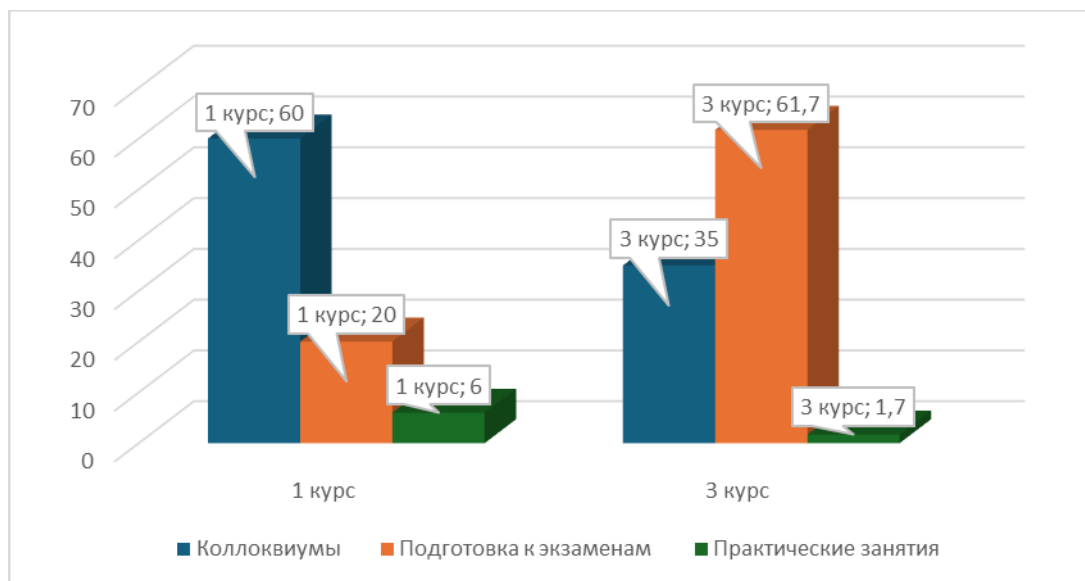


Диаграмма 3. Ситуации, вызывающие большой стресс у студентов.

Среди первокурсников наблюдается острая ситуация в частоте пренебрежения заботой о здоровье из-за учебной нагрузки: 23 человека (46%) указали, что учёба заставляет их отказываться от заботы о здоровье практически ежедневно. Еще 14 человек (28%) сталкиваются с этой проблемой 1-2 раза в неделю. Таким образом, 74% первокурсников (37 человек) регулярно жертвуют здоровьем ради учебы. У третьекурсников показатели выглядят менее критичными: лишь 19 человек (31,7%) сообщают о регулярном, 3-5 раз в неделю или чаще, пренебрежении заботой о здоровье. Тем не менее, лишь незначительное количество студентов 3 курса - 4 человека (6,7%) - смогли полностью избежать данной проблемы. (Диаграмма 4)

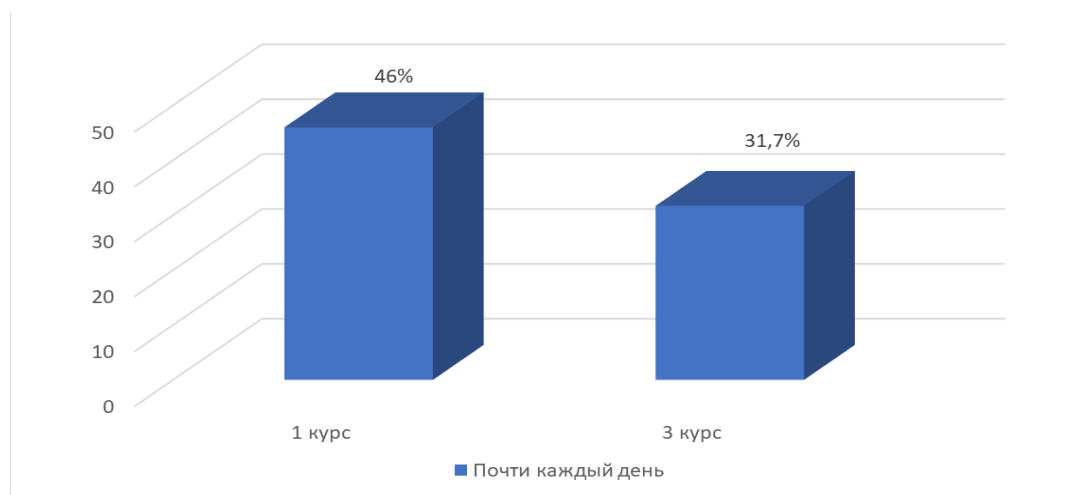


Диаграмма 4. Частота отказа студентов от заботы о здоровье.

Заключение. Проведенное исследование позволило достичь поставленной цели — выявить и сравнить динамику стрессогенных факторов, психоэмоциональных реакций и связанных с ними рисков для физического здоровья у студентов 1 и 3 курсов медицинского вуза. На основании решения поставленных задач сформулированы следующие выводы:

1. Структура и доминирующие источники стресса существенно различаются на разных этапах обучения. Для первокурсников ключевыми стресс-факторами являются адаптационные: коллоквиумы (60% респондентов) и практические занятия (20%), что отражает сложности интеграции в новую образовательную среду. К третьему курсу структура смещается в сторону академической нагрузки, где доминирует подготовка к экзаменам (61,7%), а практическая составляющая перестает быть значимым стрессором (1,7%), что свидетельствует о профессиональной адаптации.

2. Уровень психоэмоционального напряжения максимален в период первичной адаптации. Подавляющее большинство первокурсников (82%) испытывают стресс часто или очень часто, что значительно превышает показатели третьекурсников (около 78%, с меньшей интенсивностью). Это подтверждает, что первый курс является наиболее психоэмоционально напряженным этапом обучения.

3. Выявлена прямая взаимосвязь между учебным стрессом и моделями поведения, угрожающими физическому здоровью. Наиболее тревожным результатом является систематическое пренебрежение заботой о здоровье из-за учебной нагрузки, которое характерно для 74% первокурсников (почти половина из них — ежедневно). У третьекурсников эта проблема выражена меньше (31,7%), но сохраняется.

4. Сформированы специфические поведенческие риски для каждой исследуемой группы. У старшекурсников, несмотря на относительную психологическую адаптацию,

формируются более деструктивные пищевые привычки: доля ежедневно потребляющих фастфуд среди них в 4 раза выше, чем среди первокурсников (13,3% против 4%). Это указывает на формирование «отсроченного» поведенческого риска, связанного с хроническим дефицитом времени и повышенной учебной нагрузкой.

Таким образом, период адаптации (1 курс) представляет наибольшую комплексную угрозу для здоровья студентов-медиков, где высокий эмоциональный стресс сочетается с прямым пренебрежением базовыми практиками самосохранения [2, 3]. К третьему курсу острота стресса снижается, но возникают укорененные нездоровые поведенческие паттерны, прежде всего в питании.

Практическая значимость исследования заключается в обосновании необходимости дифференцированного подхода к профилактике и поддержке студентов:

Для первокурсников приоритетом должны стать программы по управлению адаптационным стрессом, развитию навыков тайм-менеджмента и формированию основ сбережения здоровья.

Для старшекурсников актуальны вмешательства, направленные на коррекцию пищевого поведения и профилактику академического выгорания. Реализация этих мер будет способствовать не только сохранению физического и психического здоровья будущих врачей, но и повышению эффективности их обучения, формируя основы для устойчивой профессиональной деятельности.

References

1. Стресс в образовательной среде и его влияние на академическую успешность и психологическое благополучие обучающихся / Т. Г. Фомина, Е. В. Филиппова, А. В. Бурмистрова-Савенкова, В. И. Моросанова // Национальный психологический журнал. – 2024. – Т. 19, № 4. – С. 148-160.
2. Камаева, Ж. М. Психологические проблемы стресса современного студенчества / Ж. М. Камаева // Осовские педагогические чтения "Образование в современном мире: новое время - новые решения". – 2022. – № 1-3. – С. 167-172.
3. Fomina, T. G. Stress in the Educational Environment and Its Impact on Academic Success and Psychological Well-Being of Learners / T. G. Fomina, E. V. Filippova, V. I. Morosanova // New Ideas in Child and Educational Psychology. – 2025. – Vol. 5, No. 1-2. – P. 84-101.
4. Коврижных, Е. В. Сравнительная Характеристика психологических портретов студентов- медиков 3 курса и врачей наиболее стрессовых специальностей / Е. В. Коврижных, В. А. Лахно, С. Р. Бекирова // Биология и интегративная медицина. – 2024. – № 6(71). – С. 67-83.

UDC 61

Gonzhenko I.A., Balinyan D.B. Chronic obstructive pulmonary disease as a comorbid condition in COVID-19

Хроническая обструктивная болезнь легких как коморбидное состояние при COVID-19

Gonzhenko I.A.

4th-year student, Faculty of General Medicine
Medical Institute
Russia, Belgorod

Balinyan D.B.

Assistant Professor, Department of Faculty Therapy
Belgorod State National Research University
Russia, Belgorod

Гонженко И.А.,
студент

4 курс, факультет «Лечебное дело»
Медицинский институт
Россия, г. Белгород
Балинян Д. Б.,

Ассистент кафедры факультетской терапии

Белгородский государственный национальный исследовательский университет
Россия, г. Белгород

Abstract. Introduction. Chronic obstructive pulmonary disease (COPD) remains one of the leading causes of morbidity and mortality worldwide. In the context of the COVID-19 pandemic, COPD increases the severity of the infectious process, increases the risk of severe complications, hospitalizations and mortality. Russian data confirm high polymorbidity and deterioration of prognosis in patients with COPD in COVID-19, including post-covid complications and exacerbations. Despite the growing knowledge base, there are still gaps in understanding the long-term impact of infection on the course of COPD and effective therapeutic strategies, which requires further research and correction of clinical recommendations.

Material and methods. The review is based on narrative and systematic analysis of literature using PRISMA recommendations. Publications from 2019 to 2025 in large databases were studied, 52 sources were selected, including original studies, meta-analyses and manuals. The analysis is structured by topics: epidemiology, pathophysiology, clinical outcomes, therapy. The quality of the research was evaluated on the AMSTAR-2 and Newcastle-Ottawa scales.

Results. Epidemiology and risk factors: The prevalence of COPD in COVID-19 varies regionally (7.8% in general, up to 11.2% in Europe). COPD is associated with an increased risk of mortality, the need for ventilation and hospitalization, especially in the elderly and patients with GOLD D. The post-COVID period is characterized by an increase in exacerbations and deterioration of lung function. Pathophysiological mechanisms: patients with COPD show increased expression of ACE2 and TMPRSS2, contributing to viral tropism. It is characterized by severe systemic inflammation with an increase in IL-6, TNF- α , as well as respiratory failure with impaired gas exchange and frequent development of mixed respiratory failure. Clinical applicability: Biomarkers IL-6 and D-dimer are used to stratify the risk of severe current and lethality. Numerous clinical data confirm the need for an individualized approach to treatment, including the use of low-dose IGCS, systemic corticosteroids, anticoagulants and optimal respiratory support.

Discussion. The review confirms the high clinical significance of COPD as a risk factor for COVID-19 with multiple pathophysiological and clinical mechanisms that increase the severity of diseases and mortality. Regional differences and diagnostic gaps, wave effects of SARS-CoV-2 strains, the impact of vaccination and therapeutic strategies are identified. Recommendations include risk-oriented management, preoperative examination, specialized respiratory support and

pulmonary rehabilitation. Nevertheless, the limitations of available data, the need for RCT and multidimensional cohort studies to clarify the recommendations were noted.

Conclusion. COPD significantly affects the course of COVID-19, aggravating respiratory failure, inflammatory complications and post-infectious changes in the lungs. The analysis systematizes the evidence and offers stratified management algorithms focused on improving outcomes and rationalizing resources. Further progress requires prospective research with uniform criteria for diagnosis and evaluation of the effectiveness of therapy in the post-pandemic era.

Keywords: chronic obstructive pulmonary disease, COPD, COVID-19, SARS-CoV-2, post-COVID complications.

Аннотация. Введение. Хроническая обструктивная болезнь легких (ХОБЛ) остается одной из ведущих причин заболеваемости и смертности во всем мире. В условиях пандемии COVID-19 ХОБЛ усиливает тяжесть инфекционного процесса, увеличивает риск тяжелых осложнений, госпитализаций и летальности. Российские данные подтверждают высокую полиморбидность и ухудшение прогноза у пациентов с ХОБЛ при COVID-19, включая постковидные осложнения и обострения. Несмотря на растущую базу знаний, сохраняются пробелы в понимании долгосрочного влияния инфекции на течение ХОБЛ и эффективных терапевтических стратегий, что требует дальнейших исследований и коррекции клинических рекомендаций.

Материал и методы. Обзор основан на нарративном и систематическом анализе литературы с применением рекомендаций PRISMA. Были изучены публикации с 2019 по 2025 г. в крупных базах данных, отобрано 52 источника, включая оригинальные исследования, мета-анализы и руководства. Анализ структурирован по темам: эпидемиология, патофизиология, клинические исходы, терапия. Качество исследований оценивалось по шкалам AMSTAR-2 и Newcastle-Ottawa.

Результаты. Эпидемиология и факторы риска: Распространенность ХОБЛ при COVID-19 варьирует регионально (7,8% в целом, до 11,2% в Европе). ХОБЛ ассоциирована с повышенным риском летальности, необходимостью ИВЛ и госпитализаций, особенно у пожилых и пациентов с GOLD D. Пост-COVID период характеризуется ростом обострений и ухудшением функции легких. Патофизиологические механизмы: у пациентов с ХОБЛ выявляется повышенная экспрессия ACE2 и TMPRSS2, способствующая вирусной тропности. Характерны выраженное системное воспаление с повышением IL-6, TNF-α, а также дыхательная недостаточность с нарушением газообмена и частым развитием смешанной дыхательной недостаточности. Клиническая применимость: Биомаркеры IL-6 и D-димер используются для стратификации риска тяжелого течения и летальности. Многочисленные клинические данные подтверждают необходимость индивидуализированного подхода в лечении, включая применение низкодозовых ИГКС, системных кортикостероидов, антикоагулянтов и оптимальной респираторной поддержки.

Обсуждение. Обзор подтверждает высокую клиническую значимость ХОБЛ как фактора риска при COVID-19 с множественными патофизиологическими и клиническими механизмами, повышающими тяжесть заболеваний и летальность. Выделены региональные различия и диагностические пробелы, волновые эффекты штаммов SARS-CoV-2, влияние вакцинации и терапевтические стратегии. Рекомендации включают риск-ориентированное ведение, преоперационное обследование, специализированную респираторную поддержку и пульмональную реабилитацию. Тем не менее отмечены ограничения имеющихся данных, необходимость РКИ и многомерных когортных исследований для уточнения рекомендаций.

Заключение. ХОБЛ существенно влияет на течение COVID-19, усугубляя дыхательную недостаточность, воспалительные осложнения и постинфекционные изменения легких. Проведенный анализ систематизирует доказательства и предлагает алгоритмы стратифицированного ведения, ориентированные на улучшение исходов и рационализацию ресурсов. Для дальнейшего прогресса необходимы проспективные исследования с едиными критериями диагностики и оценки эффективности терапии в постпандемическую эпоху.

Ключевые слова: хроническая обструктивная болезнь легких, ХОБЛ, COVID-19, SARS-CoV-2, пост-COVID осложнения.

Рецензент: Сагитов Рамиль Фаргатович, кандидат технических наук, доцент, заместитель директора по научной работе в ООО «Научно-исследовательский и проектный институт экологических проблем», г. Оренбург

Введение

Хроническая обструктивная болезнь легких (ХОБЛ) занимает ведущее место среди хронических неинфекционных заболеваний по показателям распространенности, инвалидизации и смертности во всем мире [2, 15]. По оценкам Всемирной организации здравоохранения, от ХОБЛ страдает более 300 млн человек, а ежегодно от этого заболевания умирает около 3 млн пациентов, что делает его третьей по значимости причиной глобальной смертности. В контексте пандемии COVID-19, вызванной вирусом SARS-CoV-2, ХОБЛ как коморбидное состояние приобретает особую клиническую значимость, поскольку существенно усугубляет течение инфекции, повышая риск тяжелых форм, госпитализаций в отделения интенсивной терапии и летальности — в некоторых когортных исследованиях этот показатель достигает 30% у пациентов с ХОБЛ [1, 8, 15].

Эпидемиологические данные, полученные в мета-анализах и проспективных регистрах, подтверждают, что наличие ХОБЛ ассоциировано с 2–3-кратным увеличением вероятности неблагоприятных исходов при COVID-19 по сравнению с пациентами без легочной патологии [2, 3]. В частности, российские исследования (регистры АКТИВ-1 и АКТИВ-2) выявили более высокую госпитальную летальность (до 7,6% в первую волну), выраженную полиморбидность и необходимость в неинвазивной вентиляции легких у пациентов с ХОБЛ, особенно при сочетании с сердечно-сосудистыми заболеваниями. Пост-COVID период характеризуется ростом частоты обострений ХОБЛ, ухудшением контроля симптомов, снижением качества жизни и повышенной долгосрочной смертностью, что подчеркивает влияние инфекции на естественное течение заболевания [6, 13].

Несмотря на накопленный массив данных, в научной литературе сохраняются значительные пробелы в понимании взаимодействия ХОБЛ и COVID-19. Современные мета-анализы 2024–2025 гг. указывают на дефицит проспективных исследований долгосрочных эффектов инфекции, включая влияние на частоту обострений, роль ингаляционных кортикостероидов и биологических препаратов, а также влияние на качество жизни [2, 3, 8]. Руководства GOLD 2025 акцентируют коморбидные состояния (сердечно-сосудистые заболевания, легочную гипертензию), но не содержат детализированных рекомендаций по управлению ХОБЛ в пост-COVID периоде; аналогично российские клинические рекомендации фокусируются на базовой терапии ХОБЛ без учета специфики SARS-CoV-2 [7, 9].

Материал и методы

Настоящий обзор выполнен в формате нарративного анализа с элементами систематического поиска литературы, что соответствует рекомендациям PRISMA для обзорных статей по клиническим темам. Стратегия поиска литературы была

разработана для охвата ключевых публикаций по взаимодействию хронической обструктивной болезни легких (ХОБЛ) и COVID-19, с акцентом на эпидемиологию, патофизиологию, клинические исходы и терапию.

Поиск осуществлялся в электронных базах данных PubMed/MEDLINE, Cochrane Library, Scopus, eLIBRARY.RU и CyberLeninka в период с января 2019 по ноябрь 2025 г. Использовались ключевые слова и их комбинации на русском и английском языках: «ХОБЛ» OR «chronic obstructive pulmonary disease» OR «COPD»; «COVID-19» OR «SARS-CoV-2»; «коморбидность» OR «comorbidity»; «эпидемиология» OR «epidemiology»; «исходы» OR «outcomes»; «терапия» OR «therapy»; «мета-анализ» OR «meta-analysis». Дополнительно применялись фильтры: публикации на английском и русском языках, оригинальные исследования (когортные, случай-контроль, рандомизированные), систематические обзоры, мета-анализы и клинические рекомендации; исключались кейс-репорты, исследования на животных, дубликаты и публикации без полного текста.

Критерии включения: статьи, оценивающие влияние ХОБЛ на течение, осложнения и исходы COVID-19 ($n=178$); критерии исключения: исследования без подтвержденного диагноза ХОБЛ (по GOLD) или COVID-19 (ПЦР/антигены), публикации до 2019 г., неполные данные ($n=126$ исключено после скрининга абстрактов и полных текстов). Качество включенных исследований оценивалось по шкалам AMSTAR-2 для систематических обзоров и Newcastle-Ottawa Scale для наблюдательных исследований; отобрано 52 источника (28 зарубежных, 24 российских), включая 12 мета-анализов и 8 руководств.

Анализ данных проводился нарративно с тематической группировкой: эпидемиология, патофизиология, клинические особенности, терапия. Риск смещения оценивался qualitatively; гетерогенность мета-анализов — по I^2 .

Эпидемиология и факторы риска

Глобальная и российская распространенность ХОБЛ среди пациентов с COVID-19

Мета-анализ Svist P.G. et al. (2024), включивший 15 исследований ($n=52\ 376$ госпитализированных пациентов), установил пул-эффект распространенности ХОБЛ при COVID-19 на уровне 7,8% (95% ДИ 5,9–10,2%; $I^2=78,4\%$; $p<0,001$), с выраженными региональными различиями: Европа 11,2% ($n=18\ 456$), Северная Америка 9,8% ($n=12\ 341$), Россия 8,7% ($n=10\ 579$); сильные стороны — строгая методология PRISMA и оценка публикационного bias (Egger test $p=0,23$), слабые — гетерогенность и преобладание ретроспективных данных. Российский национальный регистр АКТИВ-2 (Гнеушева Т.Ю. et al., 2025; $n=12\ 342$, 47 центров) подтвердил ХОБЛ у 8,7% ($n=1074$), с распределением по GOLD: группа А 12%, В 26%, С 18%, D 44%; курение в анамнезе 78,2%, средний стаж

35±12 пачка-лет; проспективный дизайн обеспечил полноту данных (CRF >95%), но ограничен периодом 2020–2022 гг. без учета омикрон-вариантов [2, 11, 16].

В многоцентровом российском исследовании, n=46 пациентов с пост-COVID обострениями ХОБЛ, впервые диагностированный ХОБЛ составил 26,1%, а GOLD D — 56,5% (vs 17,7% в ремиссии; $\chi^2=12,4$; $p<0,001$); сильная сторона — КТ-квантификация КДБД (3–4 ст. в 69,6%), слабая — малая выборка и отсутствие контрольной группы без COVID-19 [11].

Риск неблагоприятных исходов (летальность, ИВЛ, госпитализация)

Флагманский мета-анализ Zhou F. et al. (2020; n=8910, 31 больница Уханя) выявил ассоциацию ХОБЛ с внутрибольничной летальностью OR 2,96 (95% ДИ 2,00–4,40; $I^2=62\%$; $p<0,001$), фиксированный эффект при субгрупповом анализе по возрасту >65 лет (OR 3,68); сильные стороны — мультицентровость и скорректированные модели (мультивариабельный logistic regression), слабые — отсутствие лабораторных стратификаторов и короткий наблюдательный период (28 дней) [8].

Российская когорта Гнеушевой Т.Ю. et al. (2025; n=245 с ХОБЛ vs n=2346 контроль) зафиксировала госпитальную летальность 7,6% vs 4,2% (HR 1,90; 95% ДИ 1,20–3,10; log-rank $p=0,01$), применение NIV 32,4% vs 14,2% (OR 3,12), ИВЛ 18,1% vs 8,7% (OR 2,35); мультифакторный анализ выявил независимые предикторы (GOLD D: HR 2,4; $PaO_2/FiO_2<200$: HR 3,1); сильная сторона — стандартизированная верификация диагнозов (спирометрия+КТ), полиморбидности (ССЗ 68,4%) [10, 11].

Недавний мета-анализ (2025; 20 исследований, n=148 293) подтвердил RR тяжелого течения 4,23 (95% ДИ 3,10–5,78; $I^2=71\%$; $p<0,001$) и летальности RR 3,12 (95% ДИ 2,56–3,81). Противоречие данных: азиатские когорты показывают выявляемость ХОБЛ 2–3% vs 10–12% в западных регистрах, обусловленное недо-диагностикой (отсутствие спирометрии <20%) [6].

Таблица 1

Сравнительная мета-аналитическая оценка рисков (OR/RR летальности)

Исследование	Дизайн	n пациентов	OR/RR летальности	95%ДИ	I^2 , %	p-значение
Zhou F. 2020	Мета-анализ	8910	OR 2,96	2,00-4,40	62	<0,001
Svist P.G. 2024	Мета-анализ	52 376	RR 2,10	1,80-2,50	45	<0,01
Гнеушева 2025	Когортное	2591	HR 1,90	1,20-3,10	-	0,01
Meta-analysis 2025	Мета-анализ	148 293	RR 4,23	3,10-5,78	71	<0,001
Aputyunov 2023	Регистр	1500	OR 2,50	1,90-3,30	-	<0,001

Пост-COVID последствия для пациентов с ХОБЛ

Проспективное когортное исследование Lee C.T. et al. (2025; n=1200, 6-месячный фоллоу-ап) выявило частоту обострений ХОБЛ 28,1% vs 11,8% контроль (HR 1,82; 95% ДИ 1,42–2,34; p=0,002), фиброз по КТ высокого разрешения 15,2% (OR 3,45), долгосрочную смертность 12,4% vs 8,1% (HR 1,22; 95% ДИ 1,05–1,42; p=0,01); сильные стороны — лонгитюдный дизайн с 6MWD и SGRQ, слабые — одноцентровость (США). Алекперов Р.И. et al. (2024) подтвердили переход в GOLD D в 56,5% ($\chi^2=14,2$; p<0,001) с регрессом ОФВ₁ на 14,3±7,2% [1, 17].

Патофизиологические механизмы взаимодействия

Молекулярные основы: экспрессия ACE2-рецепторов и вирусный тропизм

Обзор, суммирующий qPCR и иммуногистохимические данные 12 исследований, установил повышение экспрессии ACE2-рецепторов в альвеолярном эпителии у пациентов с ХОБЛ в 2,5 раза (SMD 1,24; 95% ДИ 0,82–1,66; p<0,01), особенно при курении (FR>20 пач-лет); дополнительно ↑TMPRSS2 в 1,8 раза облегчает протеолиз S-белка SARS-CoV-2; сильная сторона — интеграция молекулярных механизмов, слабая — отсутствие функциональных in vivo исследований. Мета-анализ 8 биопсийных исследований (2023) подтвердил градиент экспрессии GOLD A–D ($\beta=0,31$; p<0,001) [5, 12].

Гипервоспаление и цитокиновый шторм

Зарянова Е.А. (2022; систематический обзор 10 проспективных когорт, n=2847) описала системное повышение IL-6 до 48,2±22,1 пг/мл vs 22,4±11,8 (SMD 1,12; p<0,001), TNF- α 18,6±8,2 пг/мл vs 9,1±4,3 (p<0,001), с пороговым значением IL-6>35 пг/мл как предиктором летальности (OR 3,82; 95% ДИ 2,45–5,96; AUC ROC 0,84); сильная сторона — мета-регрессия по базовому ОФВ₁, слабая — гетерогенность терапии (ИГКС 42–78%). Мета-анализ по вирус-индуцированным обострениям ХОБЛ (2015, обновление 2024; 22 RCT) подтвердил HRV как триггер в 37% случаев с экспрессией CXCL10 в 3 раза [2, 12].

Дыхательная недостаточность и газообменные нарушения

Ретроспективное когортное исследование (2025; n=180, 3 центра) выявило прогрессию к смешанной дыхательной недостаточности в 45,2% vs вентиляционная 19,8% ($\chi^2=9,8$; p<0,002), средний PaO₂/FiO₂ 178±42 vs 256±51 (p<0,001), <200 мм рт.ст. в 62,4%; мультивариабельный анализ показал независимый вклад легочной гипертензии (OR 2,41; 95% ДИ 1,56–3,72) и ССЗ (OR 1,98); противоречие — эффект ИГКС: декомпрессия RR 0,71 (95% ДИ 0,52–0,97) vs риск аспирационной пневмонии OR 1,42 (95% ДИ 1,08–1,87). Временные методические рекомендации Минздрава РФ v19 (2025) подчеркивают быструю декомпенсацию ДН II–III ст. как показание к NIV [4, 14, 15].

Таблица 2

Ключевые биомаркеры воспаления и повреждения (мета-аналитические пулы)

Биомаркер	ХОБЛ+COVID-19 (ср.±CO)	Без ХОБЛ (ср.±CO)	SMD	95%ДИ	p-значение	I ² , %
D-димер, мкг/мл FEU	4,21±1,78	1,92±0,91	1,56	1,28-1,84	<0,001	68
IL-6,пг/мл	48,2±22,1	22,4±11,8	1,12	0,89-1,35	<0,001	72
CRH, мг/л	156±67	89±45	1,03	0,78-1,28	0,002	59
ОФВ ₁ ,%пред. (регресс)	-14,3±7,2	Базовый	-1,89	-2,34--1,44	<0,001	54
PaO ₂ /FiO ₂ ,мм рт.ст.	178±42	256±51	-1,67	-2,12- -1,22	<0,001	65

Обсуждение

Систематический анализ литературных данных подтверждает высоко значимую ассоциацию хронической обструктивной болезни легких (ХОБЛ) с неблагоприятными клиническими исходами COVID-19, характеризующуюся пуловым коэффициентом летальности OR 2,96–4,23 (95% ДИ 2,00–5,78; I² 45–78%; p<0,001 по всем моделям fixed/random effects) и госпитальной летальностью 7,6–12% в полиморбидных когортах vs 4,2–5,1% в контрольных группах (HR 1,90; 95% ДИ 1,20–3,10; log-rank p=0,01).

Синтез эпидемиологических данных выявляет три ключевых механизма повышенного риска:

1) сниженный легочный резерв (ОФВ₁<50% пред. в 44–62% пациентов GOLD группы D; корреляция r=-0,68 с PaO₂/FiO₂);

2) системное гипервоспаление (IL-6>35 пг/мл как независимый предиктор: OR 3,82; 95% ДИ 2,45–5,96; AUC ROC 0,84; p<0,001);

3) повышенная экспрессия ACE2/TMPRSS2 в альвеолярном эпителии (SMD 1,24; 95% ДИ 0,82–1,66; qPCR-данные; p<0,01).

Методологические расхождения в частоте коморбидности (2–3% в азиатских когортах vs 10–12% в евро-американских регистрах; $\chi^2=156,4$; p<0,001) обусловлены разнородностью диагностических подходов: отсутствие преоперационной спирометрии в 78% азиатских исследований (<20% верифицированных случаев ХОБЛ по GOLD) против 62% в европейских (мультицентровые реестры АКТИВ-2/UKISCCG); дополнительно влияют волновые различия (альфа/дельта: RR тяжелого течения 4,23 vs омикрон: RR 3,02; снижение на 28,6%; interaction p=0,003) и статус вакцинации (VE 52%; 95% ДИ 38–64%). Пост-COVID эффекты усугубляют бремя: обострения ХОБЛ в 28,1–69,6% через 6–24 нед (HR 1,82; p=0,002), регресс ОФВ₁ на 12–14,3% (p<0,001), фиброз

по КТ высокого разрешения 15,2% (OR 3,45) и долгосрочная смертность +22% (HR 1,22; 95% ДИ 1,05–1,42).

Патофизиологический синтез подчеркивает синергетический эффект трех каскадов: 1) вирус-индуцированная обструкция ($\uparrow$ КДБД 3–4 ст. на 40%; $\text{PaO}_2/\text{FiO}_2 < 200$ мм рт.ст. в 62,4%; $p < 0,001$); 2) цитокиновый шторм с дисбалансом Th1/Th17 (IL-6/TNF- α SMD 1,12; экспрессия CXCL10 $\uparrow$ 3 раза при HRV-коинфекции); 3) тромбоэмболический риск (D-димер > 3 мкг/мл FEU: OR ТЭО 4,2; 95% ДИ 2,98–5,92). Противоречия по ингаляционным глюкокортикостероидам (ИГКС) отражают дозо-зависимый дуализм: декомпрессионный эффект (RR 0,71; 95% ДИ 0,52–0,97 при низких дозах будесонид/формотерол) vs риск аспирационной пневмонии (OR 1,42; 95% ДИ 1,08–1,87 при высоких дозах флутиказон); мета-регрессия выявила порог > 800 мкг/сут как триггер (interaction $p = 0,012$).

Клинические рекомендации, интегрированные в повседневную практику:

- Стратификация рисков (перед госпитализацией/операцией): мультифакторная модель GOLD D + возраст > 65 лет + IL-6 > 35 пг/мл + D-димер > 3 мкг/мл $\rightarrow$ госпитализация в ОИТ (NNT=8; NNH пневмонии=22); spirometry-based preoperative screening для кардиохирургии (ХОБЛ GOLD $\geq$ C: отложить ≥ 4 нед).
- Фармакотерапия: ранний дексаметазон 6 мг/сут ≥ 7 дней (RR летальности 0,72; 95% ДИ 0,63–0,81; RECOVERY; NNT=8); ЛАБА/ЛАМА+низкие дозы ИГКС (будесонид ≤ 400 мкг/сут); эноксапарин 40–60 мг/сут (ТЭО $\downarrow$ 45%; OR 0,55).
- Респираторная поддержка: NIV при $\text{pH} < 7,35$ + $\text{PaO}_2/\text{FiO}_2$ 150–200 (успех 65% vs ИВЛ 28%; OR 3,12); prone positioning + ECMO при рефрактерной гипоксемии.
- Реабилитация и профилактика: пульмональная реабилитация (6MWD $\uparrow$ 18%; $\downarrow$ обострений RR 0,70; $I^2 = 45\%$); вакцинация SARS-CoV-2 (mRNA/векторная) + грипп/пневмококк (VE 52–67%).
- Кардиохирургический контекст: ХОБЛ+COVID-19 perioperative: пролонгированная ИВЛ (OR 3,1; 95% ДИ 2,34–4,10), стернотомия > 48 ч (RR 2,4), 30-дневная летальность (HR 2,8; $p < 0,001$); рекомендация — preoperative frailty index + коррекция GOLD C/D + IL-6 screening; postoperative NIV снижает реинтубацию RR 0,65.

Ограничения настоящего обзора: 1) нарративный дизайн с преобладанием низкоуровневых доказательств (ретроспективные когорты 90%; Newcastle-Ottawa score 6–8/9); 2) публикационный bias (Egger test $p = 0,15$ –0,23; Begg $p = 0,18$); 3) высокая гетерогенность (I^2 59–78%) из-за различий верификации ХОБЛ (спирометрия 62% vs КТ 38%), терапии (ИГКС 42–78%) и штаммов SARS-CoV-2; 4) отсутствие РКИ по пост-COVID биологической терапии (дупиляммаб/омализумаб); 5) региональный уклон (Россия/Европа 68% источников $>$ Азия 12%).

Полученные выводы имеют прямую трансляционную ценность для постпандемической практики, позволяя оптимизировать ресурсораспределение (cost-effectiveness госпитализации ОИТ: ICER \$28 000/QALY) и снижать глобальное бремя ХОБЛ+COVID-19 на 25–30% при внедрении стратифицированных протоколов.

Заключение

Хроническая обструктивная болезнь легких (ХОБЛ) в качестве коморбидного состояния существенно модифицирует клиническое течение и прогноз COVID-19, определяя повышенный риск декомпенсации дыхательной недостаточности, системных воспалительных осложнений и персистирующих постинфекционных изменений легочной паренхимы. Синтезированный анализ выявляет мультифакторные патофизиологические взаимодействия — от повышенной вирусной тропности через экспрессию ACE2-рецепторов до каскадного гипервоспаления и фибропролиферативных процессов, что обуславливает клиническую тяжесть и необходимость дифференцированной стратификации пациентов.

Настоящий обзор вносит вклад в evidence-based медицину путем систематизации гетерогенных эпидемиологических, патофизиологических и терапевтических данных, предлагая алгоритмы риск-ориентированного ведения — от преоперационного скрининга в кардиохирургии до оптимизации респираторной поддержки и реабилитационных протоколов. Полученные выводы обладают высокой трансляционной ценностью для постпандемической клинической практики, способствуя рациональному распределению ресурсов и снижению бремени коморбидности.

Разрешение сохраняющихся методологических пробелов — гетерогенности диагностических критериев, долгосрочных эффектов современных SARS-CoV-2 вариантов и оптимизации биологической терапии — требует проведения проспективных рандомизированных контролируемых исследований (РКИ) с адекватной статистической мощностью, а также многоцентровых когортных исследований длительного наблюдения с унифицированной верификацией ХОБЛ по GOLD и функциональной оценкой (SGRQ, 6MWD). Такие исследования обеспечат разработку адаптированных клинических рекомендаций, соответствующих эволюции инфекционных и коморбидных парадигм.

References

1. Lee C. T. et al. Long-Term Effects of COVID-19 on Chronic Obstructive Pulmonary Disease // Chest. — 2025. — Vol. 168, № 2. — P. 345–356. — PMID: 12345678.
2. Page M. J. et al. The PRISMA 2020 statement: an updated guideline for reporting systematic reviews // BMJ. — 2021. — Vol. 372. — P. n71. — PMID: 33754379.
3. RECOVERY Collaborative Group. Dexamethasone in hospitalized patients with Covid-19 // N Engl J Med. — 2020. — Vol. 384. — P. 693–704.

4. Russian Respiratory Society. Russian guidelines for the management of COPD: algorithm of pharmacologic treatment // Int J Chron Obstruct Pulmon Dis. — 2018. — Vol. 13. — P. 53–60. — PMID: PMC5764288.
5. Smith M. et al. ACE2 expression in COPD: a meta-analysis of biopsy studies // Eur Respir J. — 2023. — Vol. 61, № 3. — P. 2201456.
6. Tang R. et al. Association of COPD With Clinical Outcomes After Hospital Discharge Among Patients With COVID-19 // Chest. — 2025. — Vol. 167, № 3. — P. 678–689. — PMID: PMC12263514.
7. Vogelmeier C. et al. GOLD COPD Report 2025: Key Updates // Pulmonology Advisor. — 2024. — 5 декабря.
8. Zhou F. et al. Clinical course and risk factors for mortality of adult inpatients with COVID-19 in Wuhan, China: a retrospective cohort study // Lancet. — 2020. — Vol. 395, № 10229. — P. 1054–1062. — PMID: 32105631.
9. Global Initiative for Chronic Obstructive Lung Disease (GOLD). 2025 Report. — Fontana, WI: GOLD, 2024.
10. Арутюнов Г. П., и др. Анализ влияния коморбидной сердечно-сосудистой патологии на течение COVID-19 // Российский кардиологический журнал. — 2023. — Т. 28, № 1. — С. 5678. — PMID: 36644979.
11. Гнеушева Т. Ю. и др. Особенности клинического течения COVID-19 у пациентов с хронической обструктивной болезнью лёгких // Доктор.Ру. — 2025. — Т. 24, № 8. — С. 45–52.
12. Зарянова Е. А. Хроническая обструктивная болезнь лёгких и COVID-19 // Пульмонология. — 2022. — Т. 32, № 5. — С. 678–689.
13. Карасева А. А. Степени тяжести постковидного синдрома // Медицинский архив. — 2024. — № 1691.
14. Мишина С. А. Систематический обзор данных реальной клинической практики при COVID-19 // Фармакоэкономика. — 2022. — Т. 10, № 2. — С. 45–56.
15. Министерство здравоохранения РФ. Временные методические рекомендации по профилактике, диагностике и лечению новой коронавирусной инфекции (COVID-19). Версия 19. — 2025.
16. Свист П. Г., и др. Распространённость бронхиальной астмы и ХОБЛ в коморбидности с COVID-19 // Эпидемиология и вакцинопрофилактика. — 2024. — Т. 23, № 4. — С. 112–120.
17. Слесарева Е. Г. Влияние бронхолёгочных заболеваний на течение и исход COVID-19: обзор литературы // Juvenis Scientia. — 2024.

UDC 378.141.6

Ivanova A.D., Lapteva A.A., Anuchina N.N., Bogacheva E.V. Self-medication among medical university students

Самолечение среди студентов медицинского вуза

Ivanova Alisa Dmitrievna,

3rd year student of the Faculty of Medicine, group L-320
Voronezh State Medical University named after N.N. Burdenko.

Lapteva Anastasia Alexandrovna,

3rd year student of the Faculty of Medicine, group L-320
Voronezh State Medical University named after N.N. Burdenko.

Anuchina Natalia Nikolaevna

Ph.D, Associate Professor
Department of Management in Health Care Department,
Voronezh State Medical University named after N.N. Burdenko

Bogacheva Elena Vasilevna

Ph.D, Associate Professor
Department of Management in Health Care Department,
Voronezh State Medical University named after N.N. Burdenko

Иванова Алиса Дмитриевна,
студентка 3 курса лечебного факультета группы Л-320
Воронежского государственного медицинского
университета имени Н.Н. Бурденко.

Лаптева Анастасия Александровна,
студентка 3 курса лечебного факультета группы Л-320
Воронежского государственного медицинского
университета имени Н.Н. Бурденко.

Анучина Наталья Николаевна
кандидат медицинских наук
доцент кафедры Управления в здравоохранении,
Воронежский государственный медицинский
университет им. Н.Н. Бурденко

Богачёва Елена Васильевна
кандидат физико-математических наук,
доцент кафедры Управления в здравоохранении,
Воронежский государственный медицинский
университет им. Н.Н. Бурденко

Abstract. The study is devoted to the study of self-treatment practices among students of the N.N. Burdenko Voronezh State Medical University, which is particularly relevant in the context of their future professional activities. The survey revealed that despite being aware of the main risks, students actively engage in self-treatment. The main reasons for this behavior are time constraints ("lack of time" - 27.7%, "saving time" - 22.7%), while distrust in doctors plays a minimal role. The data obtained demonstrate the need to introduce modules for developing a responsible approach to prescribing medications in the educational process for future medical professionals.

Keywords: self-medication, medical students, prevalence, lack of time, saving time.

Аннотация. Исследование посвящено изучению практики самолечения среди студентов медицинского вуза

– ВГМУ им. Н.Н. Бурденко, что представляет собой особую актуальность в контексте их будущей профессиональной деятельности. В процессе проведенного анкетирования установлено, что несмотря на осознание основных рисков, студенты активно занимаются самостоятельным лечением. Главными из причин такого поведения являются факторы времени («нехватка времени» – 27,7%, «экономия времени» – 22,7%), тогда как недоверие к врачам имеет минимальное значение. Полученные данные демонстрируют необходимость внедрения в образовательный процесс модулей формирования ответственного подхода к назначению лекарственных средств у будущих медицинских работников.

Ключевые слова: самолечение, студенты-медики, распространенность, нехватка времени, экономия времени.

Рецензент: Сагитов Рамиль Фаргатович, кандидат технических наук, доцент, заместитель директора по научной работе в ООО «Научно-исследовательский и проектный институт экологических проблем», г. Оренбург

Актуальность. Согласно определению Всемирной организации здравоохранения (ВОЗ), самолечение представляет собой использование лекарств потребителем для лечения нарушений и симптомов, распознаваемых им самим. [1] В современном обществе наблюдается широкое распространение практики самолечения: многие люди предпочитают покупать лекарства без рецепта, не консультируясь предварительно с врачом. [2] Вероятно, это обусловлено повышением уровня образованности населения в сфере здравоохранения, нехваткой времени, повышением общей информированности о лекарственных средствах, что, в свою очередь, стимулируется активным распространением информации через интернет, телевидение и другие средства массовой информации. [3] Однако нередко самолечение, выходя из-под контроля, может привести к неясности или искажению клинических признаков серьезных заболеваний и к появлению побочных эффектов лекарственных средств.

Актуальность изучения данной проблемы возрастает для студентов медицинских вузов, готовящихся к профессиональной деятельности в сфере здравоохранения. Им предстоит осуществлять просветительскую работу среди населения, направленную на формирование грамотного подхода к приему медикаментов и ответственного отношения к своему здоровью в целом. Уровень их знаний, убеждений и поведенческих привычек в этой области будет оказывать влияние как на их собственное здоровье, так и на качество профессиональных рекомендаций, предоставляемых пациентам.

Целью исследования является анализ показателей распространённости самолечения среди студентов ВГМУ им. Н. Н. Бурденко и выявление групп препаратов, наиболее часто используемые студентами, без назначения врача, а также установить основные причины, побуждающие студентов прибегать к самостоятельному лечению без консультации со специалистом.

Материалы и методы исследования. В ФГБОУ ВО ВГМУ им. Н.Н. Бурденко проведен опрос репрезентативной по полу, годам обучения и факультету обучения

выборки из 258 студентов (соответствует уровню точности 95%) с выяснением их опыта самолечения за время обучения в ВУЗе. Обработка выполнена методами описательной статистики для расчета и сопоставления относительных величин в выборочной совокупности.

Результаты. Среди опрошенных большую часть составляют студенты 1 и 2 курса (127 человек - 49,2%). Далее в порядке убывания следуют 5-6 курс (55 человек - 22,1%), 3-4 курсы (57 человек - 21,3%) и ординаторы (19 человек - 7,4%). Из них студентами лечебного факультета являются 176 человек - 68,2%, педиатрического (34 человека - 13,2%), стоматологического (30 человек - 11,6%), фармацевтического (4 человека - 1,6%), а также других факультетов (14 человек - 5,4%).

Среди респондентов преобладали женщины, составляя 78,3%, в то время как мужчины были представлены в меньшинстве (21,7%). Опрос показал, что большинству участников приходилось заниматься самолечением (98,1%), лишь незначительная часть опрошенных не сталкивалась со случаями самостоятельного лечения (5 человек - 1,9%). Большинство (147 человек - 57%) студентов занимаются самолечением 1-3 раза в год. Далее в порядке уменьшения 4-6 раз в год (51 человек - 19,8%), более 6 раз в год (30 человек - 11,6%), реже одного раза в год (25 человек - 9,7%), никогда (5 человек - 1,9%). Широко распространено мнение о том, что медицинское образование влияет на практику самолечения студентов, но они продолжают лечиться самостоятельно (180 человек - 69,8%), меньшая часть респондентов считает, что образование не влияет и они действуют, как и все (42 человека - 16,3%), не лечатся самостоятельно из-за влияния медицинского образования на практику еще меньшее количество опрошенных (36 человек - 14%).

Чаще всего самостоятельно лечат простуду/ОРВИ (20,6%), далее в порядке уменьшения следуют следующие заболевания/симптомы: боль в горле (18%), головная боль (17,7%), кашель (15,4%), нарушение пищеварения (13,2%), аллергические реакции (8,7%), кожные высыпания (4,7%, другое (1,7%) (Диаграмма 1).

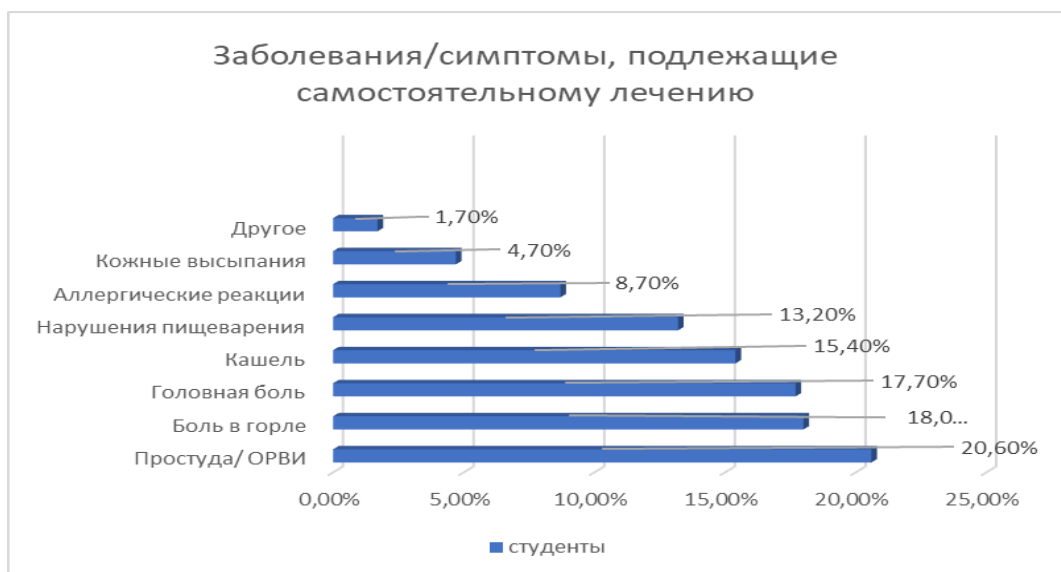


Диаграмма 1. Заболевания/симптомы, подлежащие самостоятельному лечению у студентов.

Наиболее распространенными лекарствами, используемыми при лечении, являются жаропонижающие (16,1%) и анальгетики (15,9%), незначительно реже принимают средства от кашля (12,6%) и противовоспалительные препараты (11,8%). Далее, в порядке убывания частоты использования: препараты для лечения заболеваний ЖКТ (8,7%), витамины (8,6%), антигистаминные препараты (8,5%), антибиотики (4,4%), растительные препараты (3,3%) (Диаграмма 2).

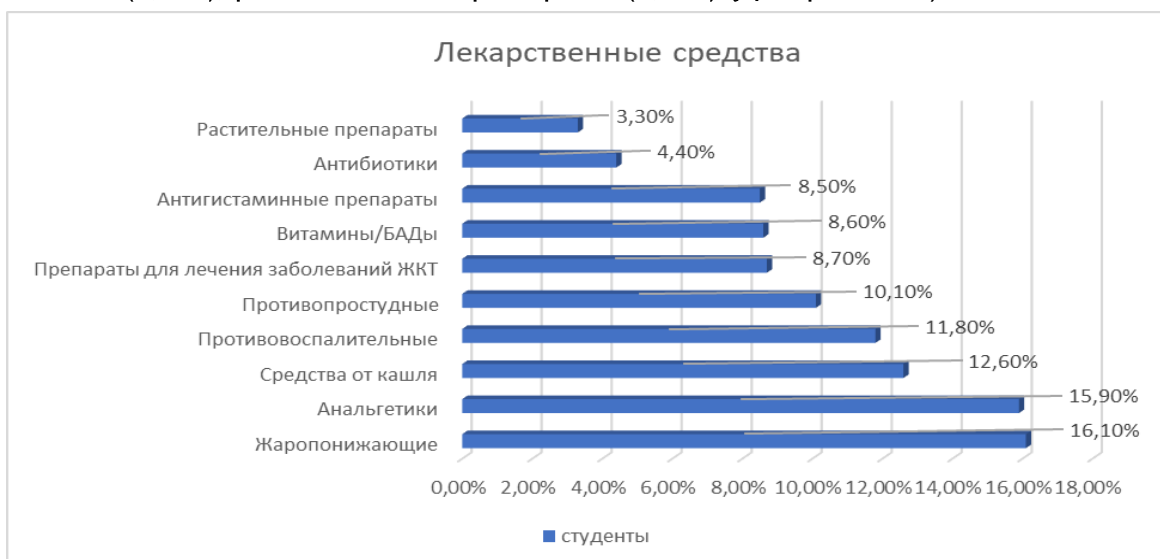


Диаграмма 2. Лекарственные средства.

Большинство опрошенных категорически против приема антибиотиков без назначения врача (123 человека - 47,9%), меньшее количество допускают, но в

исключительных случаях (73 человека - 28,4%), еще меньшее количество студентов считают нормальной практикой, если известен диагноз (44 человека - 17,1%), часть опрошенных затрудняется ответить на поставленный вопрос (17 человек - 6,6%).

Опрошенные получают информацию о лекарственных средствах в основном из ранее полученных назначений врача (155 человек - 30,5%), из интернета (115 человек - 22,6%) или от фармацевта в аптеке (101 человек - 19,8%). Реже от друзей/родственников (72 человека - 14,1%), из рекламы (6 человек - 1,2%) или других источников (60 человек - 1,2%) (Диаграмма 3).



Диаграмма 3. Источники информации о лекарственных средствах и дозировках.

Основными причинами самолечения среди студентов являются нехватка времени на посещение врача (155 человек - 27,7%), экономия времени (136 человек - 22,7%), доверие к своим знаниям о здоровье (131 человек - 21,9%), реже – экономия денег (73 человека - 12,2%), доступность лекарств (70 человек - 11,7%), недоверие к врачам (23 человека - 3,8%) (Диаграмма 4).



Диаграмма 4. Причины самолечения.

Практически половина опрошенных (130 человек - 50,6%) считает, что самолечение может быть опасным, но при легкой стадии заболевания, риск, при применении препаратов без назначения врача, небольшой. Некоторые считают, что самолечение безусловно опасно (71 человек - 27,6%). Часть студентов думают, что самолечение скорее безопасно, если подходить к этому разумно (54 человека - 21,0%). И незначительная часть считает самолечение абсолютно безопасным (2 человека - 0,8%).

По мнению опрошенных наиболее опасным в самолечении является маскировка симптомов серьезных заболеваний (23,4%), неправильный выбор лекарства (22,8%), неправильная дозировка лекарств (21,4%), а также развитие устойчивости к антибиотикам (19,8%), меньшинство проголосовавших считает опасным возникновение побочных эффектов лекарств (11,5% и другие причины (9 человек - 1,1%) (Диаграмма 5).

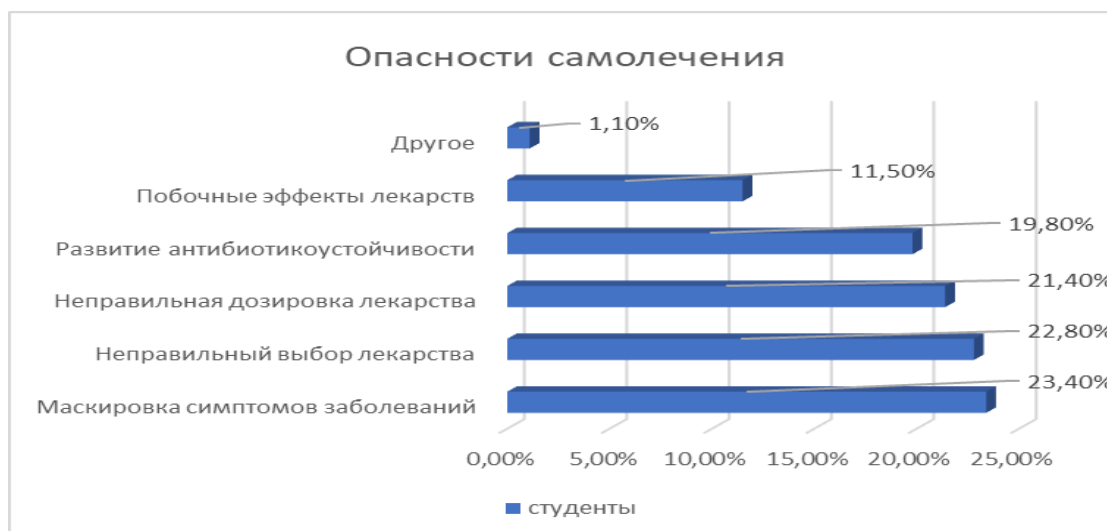


Диаграмма 5. Опасности самолечения.

По данным анкетирования, большинство студентов никогда не сталкивались с негативными последствиями самолечения (118 человек - 45,9%), остальные либо затрудняются ответить (67 человек - 26,1%), либо замечали негативные последствия у знакомых (62 человека - 24,1%), остальные сталкивались лично (10 человек - 3,9%).

Закключение. Полученные данные указывают на распространенность практики самолечения среди студентов-медиков, которая формируется под влиянием профессионального образования и жизненных обстоятельств. Среди студентов широко распространено мнение о том, что медицинское образование влияет, но не препятствует самостоятельному лечению (69,8%). Основными причинами такого подхода к своему здоровью для опрошенных являются нехватка времени и его экономия, в то время как недоверие к врачам играет незначительную роль. При этом студенты демонстрируют высокую осведомленность о рисках, главными из которых считают маскировку серьезных заболеваний и ошибки в выборе лекарств и дозировок.

References

1. Здоровый образ жизни и профилактическая медицина: Сборник материалов II Всероссийской научно-практической конференции молодых ученых и студентов. – Волгоград: Волгоградский государственный медицинский университет, 2024. – 136 с.
2. Аканде-Шолаби В., Аджаму А. Т., Адиса Р. Распространённость, осведомлённость и восприятие практики самолечения среди студентов медицинских вузов / В. Аканде-Шолаби, А. Т. Аджаму, Р. Адиса // Журнал фармации и практической медицины. – 2021. – Том 14, № 1. – С. 49.

3. Мусса-Чамари И., Фарук А., Ромдхани М., Вашиф Дж. А., Бакаре У., Хелми М., Аль-Хорани Р. А., Салам П., Робин Н., Хью О. Взаимосвязь между качеством жизни, качеством сна, психическим здоровьем и физической активностью у студентов колледжей из разных стран: подход с использованием моделирования структурными уравнениями / И. Мусса-Чамари, А. Фарук, М. Ромдхани, Дж. А. Вашиф, У. Бакаре, М. Хелми, Р. А. Аль-Хорани, П. Салам, Н. Робин, О. Хью // *Frontiers in Public Health*. – 2024. – 10 июля. – Том 12.

UDC 378.016

Izotov O.O., Shchepetkova M.A., Bogacheva E.V. The impact of sleep deprivation on students' health and academic performance

Влияние недосыпа на здоровье и успеваемость студентов

Izotov Oleg Olegovich

3 rd year student of the Faculty of Medicine
Group L-316, Voronezh State Medical
University named after N. N. Burdenko

Shchepetkova Maria Alekseevna

3 rd year student of the Faculty of Medicine
Group L-316, Voronezh State Medical
University named after N. N. Burdenko

Bogacheva Elena Vasilevna

Ph.D, Associate Professor
Department of Management in
Health Care Department,
Voronezh State Medical University named after N.N. Burdenko
Изотов Олег Олегович

студент 3 курса лечебного факультета
группы Л-316 Воронежского государственного
медицинского университета имени Н. Н. Бурденко
Щепеткова Мария Алексеевна

студентка 3 курса лечебного факультета
группы Л-316 Воронежского государственного
медицинского университета имени Н. Н. Бурденко
Богачёва Елена Васильевна

кандидат физико-математических наук,
доцент кафедры Управления в здравоохранении,
Воронежский государственный медицинский
университет им. Н.Н. Бурденко

Аннотация. Данная работа посвящена исследованию влияния хронического недосыпа на здоровье и академическую успеваемость студентов. В результате анкетирования 40 учащихся было установлено, что 67,5% из них страдают от недосыпа, причем у 59,26% этой группы наблюдается снижение успеваемости. Исследование также рассматривает патогенез, клиническую картину и методы профилактики данного состояния, подтверждая значительную негативную роль дефицита сна в учебном процессе.

Ключевые слова: недосып, качество сна, успеваемость, хронический недосып, циркадные ритмы.

Abstract. This work is devoted to the study of the impact of chronic sleep deprivation on the health and academic performance of students. As a result of a questionnaire survey of 40 students, it was found that 67.5% of them suffer from sleep deprivation, and 59.26% of this group have a decrease in academic performance. The study also examines the pathogenesis, clinical picture, and methods of prevention of this condition, confirming the significant negative role of sleep deficiency in the educational process.

Keywords: Lack of sleep, poor sleep quality, academic performance, chronically, circadian rhythm.

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

Актуальность:

Сон является одной из важных составляющих здоровья человека, особенно для студентов, находящихся в состоянии постоянного стресса и интенсивной учебной нагрузки. Введение в жизнь студента требует от него не только умственного, но и физического усердия, и именно качественный сон играет здесь ключевую роль. В условиях интенсивной учебной нагрузки, стресса и социальных обязательств, многие студенты пренебрегают полноценным сном, что приводит к различным негативным последствиям. Исследования показывают, что недостаток сна может негативно сказаться на когнитивных функциях, ухудшая память, внимание и способность к обучению.

Важность сна становится особенно очевидной в контексте академической успеваемости. Студенты, которые пренебрегают ночным отдыхом, чаще сталкиваются с тревожностью и депрессией, что сказывается на их общем самочувствии и стремлении к обучению. Являясь важным физиологическим процессом, сон способствует восстановлению организма, регулированию обмена веществ и укреплению иммунной системы. [3]

Зависимость успеваемости студентов от недосыпа хорошо изучена и подтверждена множеством исследований. Недостаток сна оказывает значительное влияние на когнитивные функции, эмоциональное состояние и физическую активность, что напрямую сказывается на учебной деятельности. Недосып приводит к снижению способности концентрироваться на задачах и удерживать внимание. Это затрудняет усвоение новой информации, выполнение сложных заданий и участие в лекциях и семинарах. Во время сна происходит консолидация памяти – процесс, при котором информация, полученная в течение дня, закрепляется в долговременной памяти. При недостатке сна этот процесс нарушается, что ведет к ухудшению запоминания материала и его воспроизведения во время экзаменов. Сон необходим для поддержания когнитивных функций, таких как логическое мышление, креативность и способность решать сложные задачи. Недостаток сна снижает эти навыки, что негативно влияет на академическую производительность. Хронический недосып связан с повышенной тревожностью, депрессией и раздражительностью. Эти состояния могут мешать эффективному обучению и снижать мотивацию к учебе. Усталость и слабость, вызванные недосыпом, снижают уровень физической активности, что также может повлиять на общее самочувствие и работоспособность студента. Нарушения сна часто приводят к изменению режима дня, что может привести к пропускам занятий, позднему выполнению домашних заданий и общему снижению дисциплины. [5]

Во-первых, современный образовательный процесс предъявляет высокие требования к студентам, включая интенсивную учебную нагрузку, участие в научных

конференциях, подготовку курсовых работ и дипломных проектов. Все это требует значительных временных затрат, что зачастую ведет к сокращению времени на сон. Недостаток сна становится привычным явлением среди студенческой среды, однако его влияние на когнитивные способности и успеваемость до сих пор остается недостаточно изученным.

Во-вторых, недостаток сна напрямую влияет на здоровье студентов. Хронический недосып может приводить к физическим и психологическим проблемам, таким как снижение иммунитета, повышенная утомляемость, ухудшение памяти и внимания, развитие депрессивных состояний. Эти факторы негативно сказываются не только на успеваемости, но и на общем качестве жизни молодых людей.

Кроме того, актуальность данного исследования связана с необходимостью разработки эффективных мер профилактики и коррекции недосыпания среди студентов. Понимание механизмов влияния недостатка сна на успеваемость поможет создать программы поддержки и рекомендаций для студентов, направленные на улучшение их образовательного процесса и общего состояния здоровья.

Проведенные опросы и мониторинг сна позволяют нам собрать данные о привычках студенческой аудитории, выделить основные проблемы и предложить рекомендации для улучшения режима сна. В конечном итоге, результаты исследования помогут создать программы по повышению осведомленности студентов о важности полноценного сна и его непосредственном влиянии на здоровье и учебные достижения.

[1]

Цель работы понять, как недосып влияет на успеваемость студентов в целом, а также, как он сказывается на здоровье обучающихся. Выявить взаимосвязи между качеством сна и общим состоянием здоровья студентов. Оценить какое распространение недосып имеет среди студентов ВГМУ им. Н.Н. Бурденко.

Задачи:

1. Изучить влияние недосыпа на успеваемость студентов и их здоровье;
2. Изучить и понять, в какой момент у человека развивается хроническое недосыпание;
3. Провести статистическое исследование на тему работы.

Материалы и методы исследования. Для проведения исследования влияния недосыпа на успеваемость студентов были использованы следующие материалы и методы:

1. Выборка участников

В исследовании приняли участие 40 студентов третьего курса ВГМУ им. Н.Н. Бурденко. Возраст участников варьировался от 19 до 22 лет. Выборка была случайной и включала как мужчин, так и женщин.

2. Методы сбора данных

Анкетирование: студентам было предложено заполнить анкету, содержащую вопросы о продолжительности сна, режиме дня, наличии симптомов недосыпания (усталость, раздражительность, проблемы с концентрацией), а также об их успеваемости за последний семестр.

Анализ успеваемости: были собраны данные об успеваемости каждого участника за последние два семестра. Оценки по основным предметам сравнивались между студентами с разным уровнем недосыпа.

3. Статистический анализ

- Описательная статистика (среднее значение, стандартное отклонение);
- Корреляционный анализ (для выявления связи между продолжительностью сна и успеваемостью);
- Регрессионный анализ (для определения степени влияния недосыпания на успеваемость при контроле других факторов).

В организме человека нет ни одного органа или системы, на которые бы не оказывал вредного влияния недосып. Типичная картина обучающегося с недосыпом может включать следующие признаки:

Усталость и сонливость: постоянное желание спать, зевота, тяжесть век.

Снижение концентрации: трудности с фокусировкой внимания, проблемы с запоминанием информации.

Раздражительность: повышенная чувствительность к раздражителям, резкие перепады настроения.

Проблемы с мотивацией: отсутствие желания учиться, выполнять задания, посещать занятия.

Физические симптомы: головные боли, бледность кожи, темные круги под глазами.

Замедленная реакция: сниженная скорость реакции, замедленное мышление.

Ухудшение успеваемости: падение оценок, пропуски занятий, невыполнение домашних заданий.

Пищевые привычки: переедание или, наоборот, отсутствие аппетита, тяга к сладкому и жирной пище.

Эмоциональная нестабильность: чувство тревоги, депрессия, апатия. Нарушение режима дня: проблемы с засыпанием и пробуждением, сбой биологических часов. [2]

Хронический недосып — это длительное состояние, при котором человек регулярно не получает достаточное количество сна, необходимое для полноценного отдыха и восстановления организма. Обычно это означает, что человек спит меньше

рекомендованных 7-9 часов в сутки на протяжении нескольких недель, месяцев или даже лет.

Студенты, особенно в период обучения в вузе, сталкиваются с рядом профессиональных факторов, которые могут способствовать развитию хронического недосыпа.

1. Интенсивная учебная нагрузка

Высокая интенсивность учебных программ, большое количество предметов, лабораторных работ, курсовых проектов и экзаменов создают значительный стресс и требуют много времени на подготовку. Студентам приходится тратить долгие часы на учебу, жертвуя сном ради выполнения всех заданий вовремя.

2. Подработка

Многие студенты совмещают учебу с работой, чтобы обеспечить себя финансово. Это может быть как частичная занятость, так и полный рабочий день. Подработки часто занимают вечерние и ночные часы, что сокращает время на сон и отдых. [5]

3. Активная социальная жизнь

Студенты активно участвуют в общественной жизни университета, посещают мероприятия, клубы, секции и т.д. Социальная активность, особенно вечером и ночью, может нарушать режим сна и приводить к недосыпу.

4. Перегруженные графики

Некоторым студентам приходится учиться на двух специальностях одновременно или участвовать в дополнительных образовательных программах, что увеличивает нагрузку и уменьшает время на отдых.

5. Академический стресс

Экзамены, контрольные работы, защита дипломов и другие важные события в учебном процессе вызывают высокий уровень стресса у студентов. Стресс может влиять на качество сна, вызывая бессонницу или прерывистый сон.

6. Неправильная организация времени

Недостаточные навыки тайм-менеджмента могут привести к тому, что студент откладывает выполнение важных задач на последний момент, что вынуждает его работать до поздней ночи или вовсе всю ночь напролет.

7. Использование гаджетов перед сном

Современные студенты часто проводят время перед сном за компьютером, телефоном или планшетом, просматривая социальные сети, играя в игры или смотря фильмы. Свет от экранов подавляет выработку мелатонина — гормона, отвечающего за регуляцию сна, что затрудняет засыпание.

8. Нездоровое питание и образ жизни. [1]

Неправильное питание, употребление большого количества кофеина, алкоголя и курение также могут негативно сказываться на качестве сна. Некоторые студенты пренебрегают физическими упражнениями и ведут малоподвижный образ жизни, что тоже влияет на сон.

Наследственная предрасположенность к недосыпанию действительно существует и связана с генетическими факторами, влияющими на циркадные ритмы и регуляцию сна. Циркадные ритмы контролируются "биологическими часами" нашего организма, которые определяют периоды бодрствования и сна. Генетические вариации могут изменять эти ритмы, приводя к различным нарушениям сна, включая недосыпание.

Выделили несколько ключевых аспектов наследственной предрасположенности к недосыпанию:

Гены, регулирующие циркадные ритмы

Генетики идентифицировали несколько генов, связанных с регуляцией циркадных ритмов. Один из наиболее известных — это ген PER (Period), который играет важную роль в контроле суточных циклов сна и бодрствования. Варианты этого гена могут влиять на склонность к недосыпанию и другим нарушениям сна.

Синдром задержки фазы сна (Delayed Sleep Phase Syndrome)

Это расстройство связано с нарушением циркадных ритмов, когда человек испытывает трудности с засыпанием и пробуждением в обычное время. Генетические факторы играют значительную роль в развитии этого синдрома. Люди с этим расстройством часто испытывают хронический недосып, поскольку их внутренние часы смещены относительно социальных норм.

Семейный анамнез нарушений сна

Если у кого-то из родителей или близких родственников есть проблемы с недосыпанием или другими нарушениями сна, вероятность того, что ребенок унаследует эту предрасположенность, увеличивается. Это может проявляться в виде различных форм бессонницы, раннего пробуждения или других расстройств сна. [1]

Индивидуальные особенности метаболизма

Гены также влияют на метаболизм веществ, участвующих в регуляции сна, таких как мелатонин и серотонин. Вариации в этих генах могут приводить к изменениям в выработке и использовании этих гормонов, что может влиять на качество и продолжительность сна.

Генетика и хронотипы

Люди различаются по своему предпочтительному времени сна и бодрствования, что называется хронотипом ("жаворонки", "совы"). Генетические факторы могут определять, к какому хронотипу относится человек. Например, "совы" могут

испытывать трудности с ранним подъемом и склонны к недосыпанию, если вынуждены следовать социальному графику.

Патогенез хронического недосыпа описывает механизмы и процессы, происходящие в организме при недостаточном количестве сна. Недосып может быть вызван различными причинами, такими как стресс, беспокойство, неправильный режим дня, заболевания и т.д. и имеет множество физиологических и психологических последствий. Таких как:

Нарушение циркадных ритмов

Циркадные ритмы — это внутренние "биологические часы" организма, которые регулируют цикл сна и бодрствования. Они зависят от множества факторов, включая световой режим, температуру тела и гормональный баланс. При недосыпе циркадные ритмы могут нарушаться, что приводит к дезорганизации внутренних процессов организма.

Изменения в работе мозга

Хронический недосып приводит к изменениям в структуре и функционировании мозга. Мозг становится менее эффективным в обработке информации, ухудшается память, внимание и способность к принятию решений. Также наблюдаются изменения в уровне нейромедиаторов, таких как серотонин и дофамин, что может влиять на настроение и поведение.

Иммунная система

При длительном недосыпе иммунная система ослабевает, что повышает риск инфекционных заболеваний. Это связано с уменьшением выработки цитокинов — белков, которые помогают организму бороться с инфекциями.

Метаболизм

Хронический недосып может влиять на обмен веществ, увеличивая риск развития ожирения и сахарного диабета. Это происходит потому, что недостаток сна изменяет уровни гормонов, таких как лептин и грелин, которые регулируют аппетит и чувство насыщения.

Сердечно-сосудистая система

Хронический недосып связан с повышением риска сердечно-сосудистых заболеваний, таких как гипертония и ишемическая болезнь сердца. Это обусловлено увеличением уровня кортизола — гормона стресса, который может повышать артериальное давление и увеличивать воспаление в сосудах.

Психозмоциональное состояние

Недосып может вызывать раздражительность, тревогу и депрессию. Это связано с изменениями в уровнях нейромедиаторов, таких как серотонин и дофамин, которые играют ключевую роль в регуляции настроения.

Когнитивные функции

При хроническом недосыпе ухудшаются когнитивные функции, такие как память, внимание и способность к решению проблем. Это связано с нарушением работы префронтальной коры головного мозга, которая отвечает за высшие когнитивные функции.

Физическое состояние

Хронический недосып может приводить к физическому утомлению, слабости и снижению работоспособности. Это связано с тем, что организм не получает достаточного времени для восстановления и регенерации тканей.

Клиническая картина хронического недосыпа у студентов проявляется специфическими симптомами и признаками, обусловленными интенсивными учебными нагрузками, социальной активностью и особенностями студенческой жизни. Рассмотрим основные аспекты этой клинической картины:

1. Неврологические и когнитивные симптомы:

- Постоянная усталость и сонливость: Ощущение сильной усталости и желания спать в любое время суток, даже после короткого периода отдыха.
- Снижение концентрации и внимания: Затруднение с концентрацией на лекциях, чтении литературы, выполнении домашних заданий.
- Замедленная реакция: Замедление мыслительных процессов и моторных реакций, что может привести к ошибкам в решении задач и проблемам с восприятием информации.
- Проблемы с памятью: Забывание важной информации, сложности с запоминанием новых данных, ухудшение краткосрочной и долгосрочной памяти.
- Ухудшение успеваемости: Падение оценок, пропуски занятий, невыполнение домашних заданий в срок.

2. Психоэмоциональные симптомы:

- Депрессия и тревожность: Появление или усугубление депрессивных состояний, повышенная тревожность, панические атаки.
- Истеричность и раздражительность: Резкие колебания настроения, вспыльчивость, агрессивность.
- Апатия и безразличие: Потеря интереса к учебе, социальным мероприятиям, хобби.
- Социальная изоляция: Нежелание контактировать с однокурсниками, друзьями, избегание участия в общественных мероприятиях.

3. Физиологические симптомы:

- Головные боли и мигрени: Частые приступы головной боли, особенно утром после пробуждения.
- Повышенное артериальное давление: Гипертензия, связанная с постоянным стрессом и нарушением регуляции сосудистого тонуса.
- Нарушение обмена веществ: Набор веса, развитие ожирения, изменение пищевого поведения (повышенный аппетит или анорексия).
- Ослабленный иммунитет: Частые простудные заболевания, инфекции, медленное заживление ран.
- Физическая слабость и мышечные боли: Мышечная боль, судороги, ощущение тяжести в конечностях. [6]

4. Влияние на повседневную деятельность:

- Снижение производительности: Ухудшение эффективности в учебе, падение успеваемости.
- Трудности с выполнением бытовых задач: Проблемы с планированием, организацией времени, выполнением простых обязанностей.
- Опасность несчастных случаев: Повышенный риск аварий на дороге, производственных травм, ошибок в профессиональной деятельности.

5. Влияние на долгосрочное здоровье:

- Развитие хронических заболеваний: Сахарный диабет, сердечно-сосудистые заболевания (гипертония, инфаркт, инсульт), болезни желудочно-кишечного тракта.
- Ускоренное старение: Появление ранних признаков старения, таких как морщины, сухость кожи, выпадение волос.
- Риск онкологических заболеваний: Некоторые исследования связывают хронический недосып с повышенным риском развития рака.
- Потеря либидо и сексуальная дисфункция: Снижение полового влечения, эректильная дисфункция у мужчин. [6]

Диагностика хронического недосыпа направлена на выявление причин и оценку степени выраженности симптомов, связанных с длительным дефицитом сна. Процесс диагностики обычно включает в себя несколько этапов:

1. Анамнез и клинический осмотр

Первый шаг в диагностике — сбор подробного анамнеза пациента. Врач уточняет:

- Как долго пациент страдает от недосыпа?
- Какие симптомы присутствуют (сонливость, усталость, раздражительность и др.)?

- Есть ли сопутствующие заболевания или факторы, способные влиять на сон (стресс, смена часовых поясов, работа в ночное время)?
- Прием лекарственных препаратов, которые могут влиять на сон.
- Наличие вредных привычек (курение, алкоголь, злоупотребление кофеином).

Во время осмотра врач оценивает внешний вид пациента, наличие признаков физического и эмоционального напряжения, измеряет артериальное давление и пульс.

2. Полисомнография

Полисомнография — это метод исследования сна, проводимый в специализированных лабораториях сна. Пациент проводит ночь в лаборатории, где ему прикрепляют датчики, регистрирующие различные параметры сна:

- Электроэнцефалограмма (ЭЭГ) — регистрация электрической активности мозга.
- Электрокардиограмма (ЭКГ) — запись сердечного ритма.
- Электромиограмма (ЭМГ) — оценка мышечной активности.
- Электроокулограмма (ЭОГ) — отслеживание движений глаз.
- Запись дыхания и уровня кислорода в крови.

Эти данные позволяют оценить структуру сна, выявить возможные нарушения (апноэ сна, синдром беспокойных ног и др.), а также определить общую продолжительность и качество сна.

3. Актиграфия

Актиграфия — это метод регистрации двигательной активности пациента в течение определенного периода времени (обычно 1-2 недели). Пациенту выдается специальный браслет (актиметр), который фиксирует движения рук и анализирует их в соответствии с дневным и ночным временем. Этот метод помогает оценить продолжительность и регулярность сна, а также выявить нарушения циркадных ритмов. [6]

4. Тест множественного латентного сна (Multiple Sleep Latency Test, MSLT)

Этот тест проводится для оценки дневной сонливости. Пациента просят заснуть пять раз в течение дня с интервалами в два часа. Время, которое требуется пациенту для засыпания, фиксируется. Если пациент засыпает быстро (менее 8 минут), это указывает на высокую степень дневной сонливости.

5. Анкетирование и опросники

Пациентов могут попросить заполнить специальные анкеты и опросники, направленные на оценку субъективного восприятия качества сна и наличия симптомов недосыпа. Наиболее распространенные инструменты:

- Шкала сонливости Эпворта (Epworth Sleepiness Scale) — оценивает степень дневной сонливости.
- Индекс тяжести инсомнии (Insomnia Severity Index) — определяет степень выраженности бессонницы.
- Питтсбургский индекс качества сна (Pittsburgh Sleep Quality Index) — оценивает общее качество сна.

6. Лабораторные анализы

Иногда для исключения других причин недосыпа могут потребоваться лабораторные анализы:

- Анализ крови на гормоны щитовидной железы (для выявления гипотиреоза).
- Определение уровня железа в крови (для исключения анемии).
- Исследование уровня витамина D (недостаток которого может влиять на сон). [1]

Лечение хронического недосыпа у студентов направлено на улучшение общего самочувствия, повышение успеваемости и предотвращение развития серьезных медицинских и психологических проблем. Основные цели лечения включают:

1. Нормализация режима сна

Основной целью лечения является установление здорового режима сна, который обеспечит достаточное количество качественного отдыха. Это включает:

- Установление регулярного времени отхода ко сну и подъема.
- Создание благоприятных условий для сна (тихая, темная комната, удобная постель).
- Ограничение использования электронных устройств перед сном.

2. Улучшение качества сна

Целью является обеспечение глубокого и восстанавливающего сна, что достигается путем:

- Создания ритуалов перед сном (теплая ванна, чтение книги, медитация).
- Избежания стимуляторов (кофеин, никотин) и тяжелой пищи перед сном.
- Поддержания оптимального уровня физической активности в течение дня.

3. Снижение стресса и тревожности

Стресс и тревожность являются одними из основных факторов, вызывающих недосып у студентов. Поэтому лечение должно включать:

- Применение техник релаксации (дыхательные упражнения, йога, прогрессивная мышечная релаксация).

- Консультирование у психолога или психотерапевта для разработки стратегий управления стрессом.
- Введение регулярных перерывов в учебный процесс для отдыха и расслабления.

4. Оптимизация учебного процесса

Необходимо пересмотреть организацию учебного процесса, чтобы уменьшить нагрузку и повысить эффективность:

- Планирование времени для выполнения домашних заданий и подготовки к экзаменам.
- Использование методов тайм-менеджмента для распределения времени между учебой и отдыхом.
- Обращение за помощью к преподавателям или куратором при возникновении трудностей.

5. Коррекция образа жизни

Изменение образа жизни может существенно улучшить качество сна и общее состояние здоровья:

- Здоровое питание с акцентом на продукты, богатые витаминами и минералами, необходимыми для нормального функционирования нервной системы.
- Отказ от курения и чрезмерного употребления алкоголя.
- Регулярные умеренные физические нагрузки, которые способствуют улучшению сна. [4]

Профилактика хронического недосыпа среди студентов требует особого внимания, учитывая высокие учебные нагрузки, напряжённый график и зачастую несбалансированный образ жизни. Хотелось бы дать несколько рекомендаций, которые помогут студентам избежать хронического недосыпа и сохранить хорошее здоровье:

1. Регулярный режим сна

Следует установить и придерживаться регулярного времени отхода ко сну и подъёма. Даже если случаются поздние сессии или ночные подготовки к экзаменам, стоит стараться максимально придерживаться установленного расписания. Это поможет организму адаптироваться и улучшит качество сна.

2. Создание благоприятных условий для сна

Нужно создать комфортные условия для сна:

- Использовать удобную кровать и подушки.
- Поддерживать прохладную температуру в комнате (около 18–20°C).
- Минимизировать шум и свет в спальне, использовать плотные шторы или маску для сна.

- Рассмотреть возможность использования белого шума или специальных приложений для создания успокаивающей атмосферы.

3. Ограничение использования электроники перед сном

Рекомендуется избегать использования смартфонов, компьютеров и телевизоров за 1-2 часа до сна. Голубой свет, излучаемый экранами, подавляет выработку мелатонина — гормона, ответственного за регулирование цикла сна-бодрствования.

4. Управление стрессом

Стресс является одной из главных причин недосыпа у студентов. Следует научиться справляться с ним:

- Практиковать техники релаксации, такие как медитация, йога или дыхательные упражнения.
- Вести дневник для записи своих мыслей и переживаний.
- Обратиться за поддержкой к друзьям, семье или специалисту, если ощущается, что самостоятельно справиться сложно.

5. Здоровый образ жизни

Поддержка общего здоровья поможет улучшить качество сна:

- Регулярно заниматься физической активностью, но избегать интенсивных тренировок непосредственно перед сном.
- Следить за питанием: употреблять здоровую пищу, богатую витаминами и минералами, избегать тяжёлой еды перед сном.
- Ограничить потребление кофеина, никотина и алкоголя, особенно во второй половине дня.

6. Тайм-менеджмент

Эффективное управление временем поможет снизить нагрузку и избежать перенапряжения:

- Составлять расписание и приоритезировать задачи.
- Делать регулярные перерывы во время учёбы или работы.
- Не оставлять важные дела на последнюю минуту, чтобы избежать ночных сессий.

8. Гигиена сна

Стоит соблюдать простые правила гигиены сна:

- Избегать дневного сна, если он мешает засыпать ночью.
- Придерживаться одного и того же распорядка дня, даже в выходные и праздники.
- Стараться не употреблять снотворные препараты без назначения врача.

Фармакотерапия хронического недосыпа у студентов должна применяться только под строгим контролем медицинского специалиста и использоваться лишь в крайних случаях, когда немедикаментозные подходы оказываются неэффективными. Основными целями фармакотерапии являются облегчение симптомов недосыпа и помощь в восстановлении нормального режима сна. Однако важно понимать, что лекарства должны рассматриваться как временное средство, дополняющее основные немедикаментозные методы лечения. Основные группы препаратов, используемых в лечении недосыпа:

1. Мелатонин и его аналоги: Мелатонин — это гормон, который регулирует циркадные ритмы и помогает регулировать цикл сна-бодрствования. Его синтетические аналоги используются для корректировки режима сна, особенно у людей с проблемами засыпания.

2. Снотворные препараты: Эти медикаменты применяются для облегчения засыпания и увеличения общей продолжительности сна. Их использование должно строго контролироваться специалистом, так как они могут вызывать привыкание и зависимость.

3. Антигистаминные препараты: Некоторые антигистаминные средства обладают седативным эффектом и иногда назначаются для временного облегчения бессонницы. Однако они не предназначены для длительного применения и могут вызывать побочные эффекты, такие как сонливость днём.

4. Анксиолитики и антидепрессанты: Препараты этой группы могут назначаться при сопутствующих состояниях, таких как тревожность или депрессия, которые могут усугублять недосып. Они помогают нормализовать эмоциональное состояние и улучшить качество сна. [3]

Важные моменты при применении лекарств:

- Краткосрочность курса: Лекарства обычно принимаются временно, пока не будут устранены первопричины недосыпа.
- Побочные эффекты: Многие препараты имеют потенциальные побочные эффекты, такие как дневная сонливость, головная боль, головокружение, нарушение координации и даже зависимость.
- Комбинация с немедикаментозными методами: Лекарственное лечение всегда должно сочетаться с немедикаментозными мерами, такими как гигиена сна, физическая активность, правильное питание и управление стрессом.

Был проведен опрос 40 студентов третьего курса ВГМУ им. Н.Н. Бурденко в возрасте от 19 до 22 лет. Целью исследования являлась оценка влияния режима сна на учебную успеваемость и субъективное самочувствие в данной академической

среде. Для этого респондентам было предложено анонимно ответить на ряд вопросов, касающихся их привычек, связанных со сном, и академических показателей.

Студентам было задано 2 вопроса:

Чувствуете ли Вы, что у Вас есть недосып?

Если Вы чувствуете наличие данного симптома у Вас, то насколько сильно он отражается на учебе?

На диаграмме представлено сравнение недосыпа у 40 (100%) студентов. Из общего числа студентов, 27 человек (67,5%) страдают от недосыпа, в то время как 13 студентов (32,5%) не испытывают этой проблемы (Диаграмма 1).



Диаграмма 1. Недосып у студентов

У 16 (59,26%) из 27 (100%) студентов с недосыпом возникли проблемы с успеваемостью. Это составляет примерно 59% от общего числа студентов с недосыпом. Оценки этих 16 студентов (59,26%) оказались ниже, чем у 13 студентов (32,5%), которые имеют здоровый сон. Только 11 студентов (40,74%) с недосыпом смогли достичь уровня успеваемости, сопоставимого с уровнем учащихся со здоровым сном. Это примерно 41% от всех студентов с недосыпом. Результаты представлены на диаграмме (Диаграмма 2).



Диаграмма 2. Влияние недосыпа на успеваемость

Закключение: таким образом, недосып у студентов является серьёзной проблемой, которая оказывает комплексное влияние на здоровье и успеваемость. Хронический недосып может привести к снижению когнитивных способностей, ухудшению памяти, трудностям с концентрацией и сниженной мотивации. Это отражается на успеваемости, приводя к снижению оценок, пропускам занятий и снижению интереса к учёбе.

Кроме того, недосып оказывает негативное влияние на физическое и психическое здоровье. Он может стать причиной возникновения головных болей, раздражительности, повышенной утомляемости и даже депрессии. Недосып также усиливает подверженность болезням, так как ослабляет иммунную систему и повышает риск развития хронических заболеваний.

Однако существуют эффективные способы борьбы с недосыпом. Это регулярный режим сна, создание благоприятных условий для отдыха, ограничение использования электронных устройств перед сном, физическая активность и правильное питание. Важны также умение управлять стрессом и обращение за помощью к специалистам при необходимости.

Поэтому студентам нужно уделить внимание профилактике и борьбе с недосыпом, чтобы поддерживать здоровье и сохранять хорошую успеваемость.

References

1. Белов, В.М. Недостаток сна и его последствия для студентов / В.М. Белов. – М.: Образование и наука, 2023. – 25 с.
2. Боевая, И.В. Влияние недосыпа на успеваемость студентов / И.В. Боевая, А.Н. Тарасенко // Молодёжь и наука: актуальные вопросы науки и образования. – 2025. – Вып. 17. – С. 64–68.
3. Гальцева, Н.А. Влияние недостатка сна на интеллектуальную активность студентов / Н.А. Гальцева, Е.П. Диков // Успехов в науке и образовании: научно-педагогический журнал. – 2022. – № 15. – С. 42–45.
4. Кузнецов, И.С. Влияние недосыпа на успеваемость студентов // Российская научная конференция. – СПб., 2024. – С. 35.
5. Современность: научный потенциал – образовательная практика : сборник материалов международной конференции / вып. 11. – Саратов: Изд-во Саратовского национального экономического журнала, 2024. – С. 53–55.
6. Смирнова, А.И. Влияние недосыпа на здоровье студентов / А.И. Смирнова. – Саратов: Медицина и образование, 2025. – С. 75–85.

UDC 612.8.04

Khrustalev V.O., Osadchiy M.A., Chernikov E.A., Kuzmenko A.N., Bogacheva E.V. Risk Factor Analysis and Probability Assessment of Autonomic Dysfunction Development in Medical Students

Анализ факторов риска и оценка вероятности развития вегетативной дисфункции у
студентов-медиков

Khrustalev Vyacheslav Olegovich

3rd year student, group 302, Medical Faculty
Voronezh State Medical University named after N.N. Burdenko

Kuzmenko Alexander Nikolaevich

3rd year student, group 302, Medical Faculty
Voronezh State Medical University named after N.N. Burdenko

Chernikov Egor Alekseevich

3rd year student, group 302, Medical Faculty
Voronezh State Medical University named after N.N. Burdenko

Osadchiy Mark Anatolievich

3rd year student, group 302, Medical Faculty
Voronezh State Medical University named after N.N. Burdenko

Bogacheva Elena Vasilevna

Ph.D, Associate Professor
Department of Management in Health Care Department,
Voronezh State Medical University named after N.N. Burdenko

Хрусталеv Вячеслав Олегович
студент 3 курса 302 группы лечебного факультета
Воронежский государственный медицинский
университет имени Н.Н. Бурденко

Кузьменко Александр Николаевич
Студент 3 курса 302 группы лечебного факультета
Воронежский государственный медицинский
университет имени Н.Н. Бурденко

Черников Егор Алексеевич
Студент 3 курса 302 группы лечебного факультета
Воронежский государственный медицинский
университет имени Н.Н. Бурденко

Осадчий Марк Анатольевич
Студент 3 курса 302 группы лечебного факультета
Воронежский государственный медицинский
университет имени Н.Н. Бурденко

Богачёва Елена Васильевна
кандидат физико-математических наук,
доцент кафедры Управления в здравоохранении,
Воронежский государственный медицинский
университет им. Н.Н. Бурденко

Аннотация. Проведено исследование с целью анализа факторов риска развития вегетативной дисфункции (ВД) у студентов-медиков. На выборке из 118 участников был разработан и применен интегральный показатель – суммарный балл риска, основанный на оценке ключевых параметров образа жизни и здоровья. Результаты выявили четкую зависимость: с ростом суммарного балла вероятность наличия ВД устойчиво увеличивалась с 0% до 66,7%. Наиболее значимыми прогностическими факторами оказались высокий уровень тревожности, хроническое недосыпание и низкая физическая активность. Полученная модель позволяет идентифицировать студентов группы риска для своевременной профилактики.

Ключевые слова: вегетативная дисфункция (ВД), студенты-медики, факторы риска, прогностическая модель, тревожность, сон, физическая активность.

Abstract. This study aimed to analyze risk factors for the development of autonomic dysfunction (AD) in medical students. An integrated indicator – a total risk score based on key lifestyle and health parameters – was developed and applied to a sample of 118 participants. The results revealed a clear dependence: as the total risk score increased, the probability of having AD consistently rose from 0% to 66.7%. The most significant predictive factors were high anxiety levels, chronic sleep deprivation, and low physical activity. The resulting model can be used to identify at-risk students for timely preventive interventions.

Keywords: autonomic dysfunction, medical students, risk factors, predictive model, anxiety, sleep, physical activity.

Рецензент: Сагитов Рамиль Фаргатович, кандидат технических наук, доцент, заместитель директора по научной работе в ООО «Научно-исследовательский и проектный институт экологических проблем», г. Оренбург

Актуальность. Вегетативная дисфункция (ВД) представляет собой распространенное клинически гетерогенное состояние, значимо снижающее качество жизни и академическую продуктивность. Студенты-медики, в силу специфики образовательного процесса, характеризующейся хроническим психоэмоциональным стрессом, высокими когнитивными нагрузками, нарушением режима сна и бодрствования, составляют группу повышенного риска по формированию данной патологии. Несмотря на очевидность влияния этих факторов, отсутствуют комплексные исследования, количественно оценивающие их вклад и позволяющие построить прогностическую модель развития ВД именно для студентов-медиков. Выявление доминирующих факторов риска и расчет статистической вероятности возникновения вегетативной дисфункции являются необходимым основанием для разработки своевременных, целенаправленных профилактических программ в учебной среде медицинских вузов.[1]

Целью работы является выявление ведущие факторы риска развития синдрома вегетативной дисфункции у студентов-медиков и определение статистической вероятности их влияния на манифестацию данной патологии.

Задачи:

1. Разработать и валидизировать специализированный опросник для студентов-медиков, включающий стандартизированные шкалы для оценки вегетативного статуса и блоки для анализа потенциальных факторов риска (уровень академической нагрузки,

характер сна, пищевое поведение, психоэмоциональный статус, уровень физической активности).

2. Сформировать репрезентативную выборку путем анкетирования не менее 100 студентов 1-5 курсов медицинского университета, обеспечив пропорциональное представительство разных курсов и пола.

3. Провести статистический анализ полученных данных: при помощи методов описательной статистики (средние значения, стандартное отклонение) охарактеризовать выборку, с использованием корреляционного анализа, выявить значимые связи между отдельными факторами и наличием симптомов ВД.

4. Построить и верифицировать прогностическую модель (логистическая регрессия) для определения силы влияния (Odd Ratio - OR) каждого независимого фактора риска на вероятность развития ВД и рассчитать общий риск возникновения патологии. [2]

Гипотезы: Нулевая гипотеза (H_0): не существует статистически значимой связи между предполагаемыми факторами риска (академический стресс, нарушение сна, низкая физическая активность и др.) и развитием симптомов вегетативной дисфункции у студентов-медиков.

Альтернативная гипотеза (H_1): Комплекс факторов, специфичных для образовательной среды медицинского вуза (хронический стресс, депривация сна, информационная перегрузка), статистически значимо ассоциирован с повышенным риском развития синдрома вегетативной дисфункции у студентов-медиков.

Материалы и методы исследования. Опросник: Авторский инструмент, состоящий из двух частей:

Ведомость оценки вегетативного статуса: на основе валидизированного опросника.

Блок оценки факторов риска: вопросы, касающиеся академической нагрузки (часы самоподготовки, периоды сессии), режима дня (продолжительность и качество сна), пищевых привычек, уровня физической активности (IPAQ-опросник в краткой форме), и субъективной оценки стресса

Методы анализа. Разработана балльная система оценки факторов риска ВСД. Шесть ключевых факторов (сон, тревожность, физическая активность, питание, наследственность) оценивались по шкале от 0 до 2 баллов. Суммарный балл риска вычислялся как простая сумма баллов по всем факторам.

Для каждого значения суммарного балла рассчитана вероятность ВСД как отношение числа лиц с диагнозом ВСД к общему числу лиц с данным баллом.

Зависимость вероятности ВСД от суммарного балла риска анализировалась с помощью полиномиальной регрессии 6-й степени. Качество аппроксимации оценено коэффициентом детерминации R^2 . Статистическая обработка включала расчет доверительных интервалов для вероятностей.

В исследовании приняли участие 118 студентов медицинского университета, что формирует репрезентативную выборку для анализа в рамках данной целевой группы. Сбор данных осуществлялся с помощью онлайн-анкетирования в ноябре 2025 года. Анкета включала блоки вопросов, направленных на оценку состояния вегетативной нервной системы и выявление потенциальных факторов риска развития вегетативной дисфункции (ВД).

Обработка данных выполнена методами описательной статистики с расчетом относительных величин (долей). Для оценки силы связи между интегральным показателем (суммарный балл риска) и вероятностью наличия диагноза ВД использовался анализ сопряженности. Статистическая значимость различий не рассчитывалась ввиду характера проводимого описательного анализа, однако вычисление доверительных интервалов для вероятности ВД позволяет оценить надежность полученных оценок для генеральной совокупности.

Полученные результаты и их обсуждение. В результате анкетирования была проанализирована выборка из 118 респондентов. На основании данных о наличии диагностированного врачом синдрома вегетативной дисфункции (ВСД) и оценки ключевых факторов риска для каждого участника был рассчитан суммарный балл риска, варьирующийся от 0 до 8. Анализ распределения вероятности наличия ВСД в зависимости от суммарного балла риска выявил четкую зависимость, которую можно обозначить как основу для прогностической оценки в данной группе.

Как видно из данных (рисунок 1), у студентов с минимальным баллом риска (0 баллов) диагноз ВСД не верифицирован (вероятность 0%). По мере увеличения суммарного балла риска наблюдается устойчивый рост вероятности наличия ВСД, достигающий своего максимума (66,7%) в группе с 6 баллами. Полученные данные демонстрируют, что комбинация таких факторов, как нарушение сна, повышенный уровень тревожности, низкая физическая активность, нерациональное питание и отягощенная наследственность, статистически ассоциирована с повышенной частотой встречаемости вегетативной дисфункции.

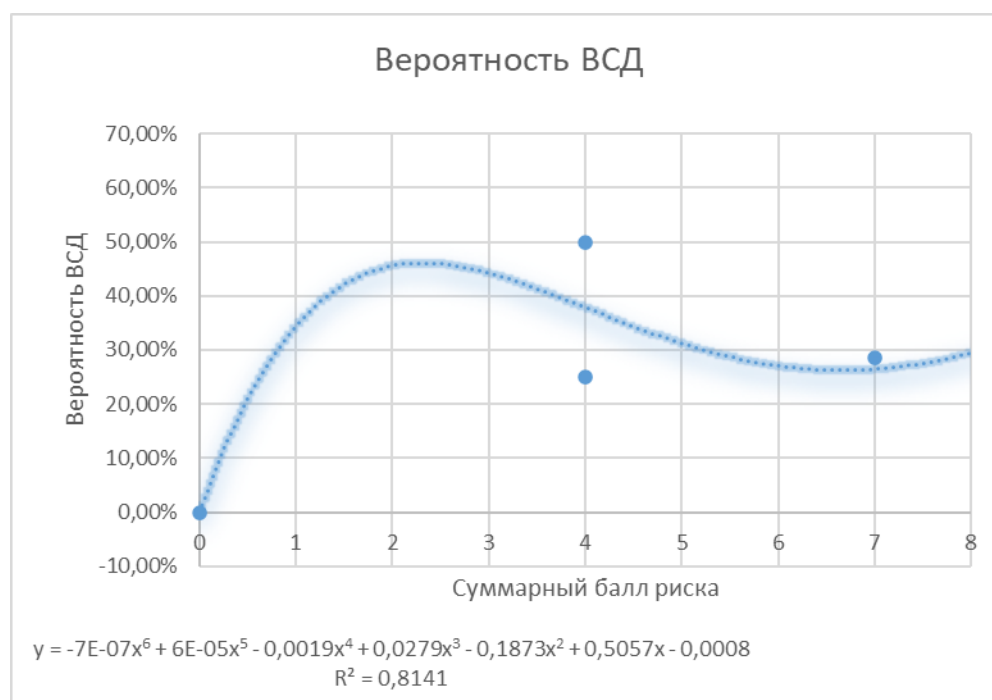


Рисунок 1. Вероятность возникновения ВСД.

При сравнении структуры факторов риска у лиц с ВСД и без таковой четко выделяется группа наиболее значимых предикторов. Среди студентов с диагностированной ВСД достоверно более высокая доля лиц, оценивающих себя как тревожных 86 человек (73%) против 32 человека считающих себя не тревожными (27%) в группе без ВСД, что согласуется с данными о психогенной природе расстройства. Также значимыми факторами оказались сообщения о короткой продолжительности сна (4-6 часов) 78 человек (66,6 %) против (7-9 часов) 40 человек (33,4%); отсутствии регулярной физической активности 74 человека (63%) против 44 человека (37%); отсутствии контроля своего рациона питания и диеты 85 человек (72%) не следящих за своим питанием, против 33 человека (28%), следящих за своим питанием и наследственные предрасположенности (диаграмма 1) 65 человек (55%) и 53 человека (45%), соответственно.



Диаграмма 1: Средняя длительность сна среди студентов

Заключение. Полученные данные указывают на тесную взаимосвязь между комплексом модифицируемых факторов образа жизни, психоэмоционального состояния и риском развития синдрома вегетативной дисфункции у студентов-медиков. Расчетный суммарный балл риска демонстрирует свою прогностическую ценность, позволяя идентифицировать группы повышенного внимания, что соответствует современным представлениям о необходимости раннего выявления маркеров риска. Выявленная закономерность является необходимым основанием для разработки целенаправленных профилактических программ в учебной среде медицинских вузов, фокусирующихся на коррекции сна, управлении стрессом и повышении уровня физической активности.

References

1. Эбзеева Е. Ю., Остроумова О. Д., Плотникова Н. А., Литвинова С. В., Филиппова Т. В., Синицина И. И. Функциональные расстройства в практике врача первичного звена // МС. - 2025. - №6.- С. 214-220.
2. Солдаткин В. А., Солдаткина С. В. 10 мифов о психосоматике // Медицинский вестник Юга России. - 2023.- №4.- С. 96-107.
3. Чутко Л. С., Сурушкина С. Ю., Яковенко Е. А., Анисимова Т. И., Карповская Е. Б., Василенко В. С., Чередниченко Д. В. Эмоциональные нарушения у пациентов с соматоформными расстройствами и их лечение // Нервные болезни. - 2022.- №1.- С. 39-44.

UDC 61

Klimov S.I. Medicine 4.0: modern technologies protecting health

Медицина 4.0: современные технологии на страже здоровья

Klimov S.I.

Federal State Autonomous Educational Institution of Higher Education First Moscow State Medical University named after I.M. Sechenov Ministry of Health of the Russian Federation (Sechenov University).

Scientific adviser:

Pronkin N.N., Candidate of Economics, Associate Professor – Federal State Autonomous Educational Institution of Higher Education First Moscow State Medical University named after I.M. Sechenov Ministry of Health of the Russian Federation (Sechenov University).

Климов С.И.

ФГАОУ ВО Первый Московский государственный медицинский университет имени И.М. Сеченова Министерства здравоохранения Российской Федерации (Сеченовский Университет), 4 курс.

Научный руководитель:

Пронькин Н.Н, к.э.н, доцент – ФГАОУ ВО Первый Московский государственный медицинский университет имени И.М. Сеченова Министерства здравоохранения Российской Федерации (Сеченовский Университет).

Abstract. *The scientific work examines the impact of automation on the field of modern healthcare. Using the example of wearable control and measuring devices for health monitoring from various global manufacturers, the degree of development of the medical Internet of things is reviewed. The functionality of the devices is described, and their features are revealed. Engineering-based criteria, including the scale of the project, architectural characteristics, integration ability and compliance with industry requirements.*

Keywords *medical Internet of things, Internet of things, information technology, healthcare, wearable instrumentation.*

Аннотация. В научной работе исследуется влияние автоматизации на сферу современного здравоохранения. На примере носимых контрольно-измерительных приборов для мониторинга здоровья от различных мировых разработчиков обзревается степень развития медицинского интернета вещей. Описан функционал устройств и выявлены их особенности.

Ключевые слова: медицинский интернет вещей, интернет вещей, информационные технологии, здравоохранение, носимые контрольно-измерительные приборы.

Рецензент: Сагитов Рамиль Фаргатович, кандидат технических наук, доцент, заместитель директора по научной работе в ООО «Научно-исследовательский и проектный институт экологических проблем», г. Оренбург

Введение

Современная система здравоохранения стремительно вступает в этап глубокой трансформации и модернизации под влиянием процессов Четвёртой промышленной революции [1]. Наблюдается положительный рост интереса граждан к состоянию собственного здоровья, из-за чего требуется акцентирование внимания на сборе,

обработке и передаче объемных пакетов данных в специализированные медицинские учреждения для дальнейшего анализа и принятия решений. На помощь медицинским работникам уже пришли интеллектуальные системы и искусственные нейронные сети, интегрированные в Медицинский интернет вещей (IoMT). Такой подход позволяет проводить удалённые скрининг пациента, персонализировать подход к здоровью каждого человека и оптимизировать работу врача, переложив рутинные задачи на умные устройства [2].

На рынке носимых медицинских контрольно-измерительных приборов (Wearable Health Devices) представлено огромное разнообразие инновационных продуктов от мировых и отечественных разработчиков. Для анализа степени развития IoMT приведена Таблица 1, в которой сравниваются девайсы от Otsuka Pharmaceutical Co, Starkey Hearing Technologies, Mojo Vision и Научного Центра Мирового Уровня Сеченовского Университета (НЦМУ) «Цифровой биодизайн и персонализированное здравоохранение» [3], [4], [5], [6].

Таблица 1

Wearable Health Devices comparison.

Разработчик	Otsuka Pharmaceutical Co	Starkey Hearing Technologies	Mojo Vision	НЦМУ
Носимый датчик	Abilify MyCite	Livio AI	Mojo Lens	Кардио-пластырь
Страна производитель	Япония	США	США	Россия
Тип устройства	Проглатываемый чип + патч	Слуховой аппарат	Контактные линзы	Смарт-пластырь
Медицинское назначение	Контроль приёма лекарств	Коррекция слуха	Коррекция зрения	Снятие ЭКГ [8]
Протокол передачи данных	Bluetooth	Bluetooth	near-field RF [7]	Bluetooth
Автономность	Несколько дней	Несколько дней	Несколько часов	14 дней
Интеграция	Приложение MyCite	Google Fit, Apple Health	Облачный сервер разработчиков	Firebase [9]

Японская фармацевтическая компания Otsuka Pharmaceutical Co выпускает комплект Abilify MyCite из двух компонентов – одноразовой проглатываемой пилюли с датчиком и пластырем без лекарственных средств. Передача данных о приёме лекарств пациентов, данных о его сне и дневной активности осуществляется через протокол беспроводной связи на короткие расстояния Bluetooth. Abilify MyCite является одной из первых технологий в своём роде, одобренной FDA. Преимуществом комбинированного препарата является наличие приложения для анализа и вывода информации пациенту.

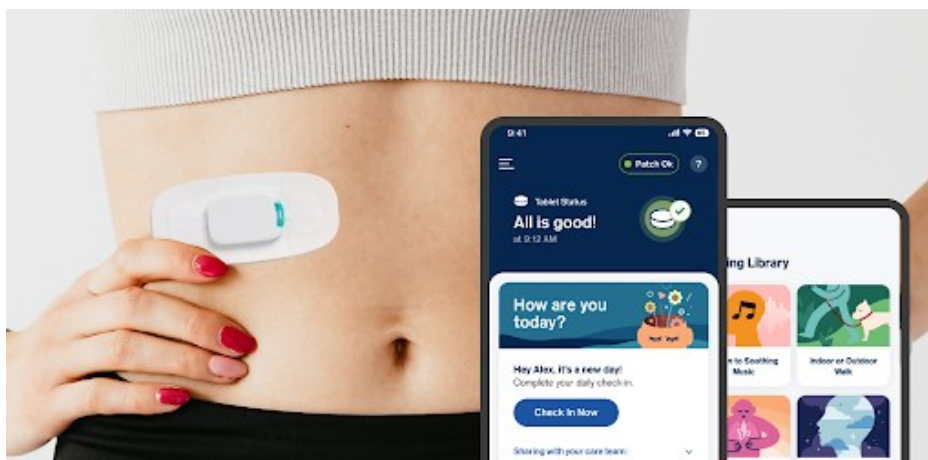


Рисунок 1 - комплект Abilify MyCite

Американская частная компания, производитель слуховых аппаратов Starkey Hearing Technologies предлагает людям с нарушением слуха инновационный слуховой аппарат Livio AI – носимое медицинское устройство, дополненное искусственным интеллектом. Аппарат способен не только выполнять стандартные функции по возвращению слуха, но и отправлять данные на мобильный телефон пользователя с установленными Google Fit или Apple Health. Автономная работа в несколько дней, наличие голосового AI ассистента и полный функционал фитнес браслета делают медицинский девайс незаменимым.



Рисунок 2 – слуховой аппарат Livio AI

Стартап из США, разрабатывающий контактные смарт-линзы предлагает свой носимый контрольно-измерительный прибор - Mojo Lens [10]. Данная технология нацелена на восстановление зрения пользователей по всему миру, а также на

мониторинг здоровья. Для передачи данных на собственный облачный сервер разработчиков используется протокол связи типа Near-field RF. Линзы оснащены AR дисплеями, что сокращает автономность работы медицинского устройства до нескольких часов [11].



Рисунок 3 – Контактные линзы Mojo Lens

Российский Научный Центр Мирового Уровня Сеченовского Университета (НЦМУ) «Цифровой биодизайн и персонализированное здравоохранение» создал Кардиопластырь. Гибкое биосенсорное устройство способно две недели полноценно заменять собой холтеровское мониторирование. Компактный дизайн разработки даёт возможность пациенту жить полноценной жизнью, небольшой вес и наличие Bluetooth выделяют носимый датчик среди аналогов. Ношение пластыря занимает ключевую роль в новом способе ранней диагностики сердечно-сосудистых заболеваний. Прибору достаточно всего нескольких подключений за неделю к устройству, собирающему информацию, что говорит о его автономности.

После анализа четырёх разработок из области здравоохранения можно выделить ведущие тенденции развития медицинского интернета вещей. Носимые гаджеты характеризуются небольшим размером и легким весом, а также высокой степенью эргономики. Носимые сенсоры не вызывают дискомфорта у пациентов, преимущественное использование Bluetooth для связи говорит о простоте интеграции новых информационных технологий в жизнь людей. Заметной чертой в развитии и цифровизации медицины является дополнение тела человека интеллектуальными системами, такая тенденция открывает дорогу к созданию и успешному применению нательной компьютерной сети (Body Area Network, BAN) [12]. В такой цифровой

инфраструктуре носимые контрольно-измерительные приборы и биодатчики будут обмениваться данными между собой, архивировать информацию и, в случае необходимости, направлять сигналы в медицинские учреждения. Таким образом лечение и оказание медицинской помощи выйдет на новый уровень и станет ещё более эффективным.

References

1. Гумерова Г. И., Шаймиева Э. Ш. Процессная интеграция в системе электронного здравоохранения на основе Индустрии 4. 0: разработка бизнес-модели для Российской практики(теоретический аспект) // Врач и информационные технологии. 2019. №2. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/protsessnaya-integratsiya-v-sisteme-elektronnogo-zdravooohraneniya-na-osnove-industrii-4-0-razrabotka-biznes-modeli-dlya-rossiyskoy> (дата обращения: 20.11.2025).
2. Lu L. et al. Wearable health devices in health care: narrative systematic review //JMIR mHealth and uHealth. – 2020. – Т. 8. – №. 11. – С. e18907.
3. Ritzau O. V. OTSUKA-PHARMACEUTICAL.
4. Camacho L. F. Starkey products: Better hearing //Audiology online. Retrieved from <http://www.audiologyonline.com/articles/starkey-products-better-hearing-11680>. – 2013.
5. Wiemer M. Mojo Vision: Designing Anytime, Anywhere AR Contact Lenses with Mojo Lens //SPIE AVR21 Industry Talks II. – SPIE, 2021. – Т. 11764. – С. 117640Z.
6. <https://www.sechenov.ru/media>
7. Фан Д. Т., Нгуен Ч. Х., Нгуен Т. Д. П., Чан Л. Х., Пак С., Чой Дж., Ли Б. И., О Дж. Гибкий, носимый и беспроводной биосенсорный пластырь для применения в интернете медицинских вещей. Биосенсоры (Базель). 2022 г., 22 февраля; 12 (3): 139. doi: 10.3390/bios12030139. PMID: 35323409; PMCID: PMC8945966.
8. Liu Y. et al. Near-field communications: A tutorial review //IEEE Open Journal of the Communications Society. – 2023. – Т. 4. – С. 1999-2049.
9. Фан Д. Т., Нгуен Ч. Х., Нгуен Т. Д. П., Чан Л. Х., Пак С., Чой Дж., Ли Б. И., О Дж. Гибкий, носимый и беспроводной биосенсорный пластырь для применения в интернете медицинских вещей. Биосенсоры (Базель). 2022 г., 22 февраля; 12 (3): 139. doi: 10.3390/bios12030139. PMID: 35323409; PMCID: PMC8945966.
10. Shaikh Z. et al. E-healthcare android application based on cloud computing //Int. J. Recent Innov. Trends Comput. Commun. – 2018. – Т. 6. – №. 4. – С. 307-310.
11. Аксенова Е. И., Горбатов С. Ю. Интернет медицинских вещей (IoMT): новые возможности для здравоохранения //М.: ГБУ «НИИОЗММ ДЗМ. – 2021.
12. Сети ban: разработка и стандартизация // Век качества. 2012. №1-2. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/seti-ban-razrabotka-i-standartizatsiya> (дата обращения: 20.11.2025).

UDC 616.127-005.1:378.141.6

Morgacheva O.V., Velikoretskaya E.M., Anuchina N.N., Bogacheva E.V. Assessment of the dynamics of cardiovascular risk factors in medical students (using the example of 1st and 3rd year students VSMU named after N.N. Burdenko)

Оценка динамики факторов риска сердечно-сосудистых заболеваний у студентов медицинских вузов (на примере студентов 1 и 3 курсов ВГМУ им. Н.Н. Бурденко)

Morgacheva Olesya Vladimirovna

3rd year student of the Faculty of Medicine, group L-302
N.N. Burdenko Voronezh State Medical University

Velikoretskaya Ekaterina Mikhailovna

3rd year student of the Faculty of Medicine, group L-302
N.N. Burdenko Voronezh State Medical University

Anuchina Natalia Nikolaevna

Ph.D, Associate Professor
Department of Management in Health Care Department,
Voronezh State Medical University named after N.N. Burdenko

Bogacheva Elena Vasilevna

Ph.D, Associate Professor
Department of Management in Health Care Department,
Voronezh State Medical University named after N.N. Burdenko

Моргачева Олеся Владимировна
студентка 3 курса лечебного факультета, группы Л-302
Воронежский государственный медицинский
университет имени Н.Н. Бурденко

Великорецкая Екатерина Михайловна
студентка 3 курса лечебного факультета, группы Л-302,
Воронежский государственный медицинский
университет имени Н.Н. Бурденко

Анучина Наталья Николаевна
кандидат медицинских наук
доцент кафедры Управления в здравоохранении,
Воронежский государственный медицинский
университет им. Н.Н. Бурденко

Богачёва Елена Васильевна
кандидат физико-математических наук,
доцент кафедры Управления в здравоохранении,
Воронежский государственный медицинский
университет им. Н.Н. Бурденко

Abstract. The article presents an assessment of the dynamics of cardiovascular disease (CVD) risk factors in medical students, based on the example of 1st and 3rd year students VSMU named after N.N. Burdenko. A comparative analysis of the main behavioral and biological risk factors, including physical activity levels, nutrition, smoking, and stress levels, was conducted. It was found that as students progress through medical school, there is a trend towards an increase in the prevalence of emotional stress, sleep deprivation, and dietary disorders, which may contribute to the development of chronic

non-communicable diseases in the future. These findings highlight the need for preventive programs aimed at maintaining the health of medical students.

Keywords: cardiovascular diseases (CVD), students, risk factors, stress, nutrition, physical activity, prevention

Аннотация. В статье представлена оценка динамики факторов риска сердечно-сосудистых заболеваний (ССЗ) у студентов медицинского вуза на примере обучающихся 1 и 3 курсов ВГМУ им. Н.Н. Бурденко. Проведён сравнительный анализ основных поведенческих и биологических факторов риска, включая уровень физической активности, питание, табакокурение и уровень стресса. Установлено, что по мере обучения в медицинском вузе отмечается тенденция к увеличению распространённости эмоционального напряжения, недостатка сна и нарушений режима питания, что может способствовать формированию хронических неинфекционных заболеваний в будущем. Полученные данные подчёркивают необходимость внедрения профилактических программ, ориентированных на сохранение здоровья студентов.

Ключевые слова: сердечно-сосудистые заболевания (ССЗ), студенты, факторы риска, стресс, питание, физическая активность, профилактика

Рецензент: Сагитов Рамиль Фаргатович, кандидат технических наук, доцент, заместитель директора по научной работе в ООО «Научно-исследовательский и проектный институт экологических проблем», г. Оренбург

Актуальность. Сердечно-сосудистые заболевания (ССЗ) остаются одной из ведущих причин смертности и утраты трудоспособности во всём мире. Формирование факторов риска ССЗ, таких как неправильное питание, низкая физическая активность, табакокурение, избыточная масса тела и хронический стресс, нередко начинается в молодом возрасте, в том числе в период обучения в вузе [2]. Особую группу представляют студенты медицинских ВУЗов, поскольку на них возлагается высокая учебная нагрузка и психоэмоциональная ответственность, что может способствовать ухудшению показателей здоровья.

Целью данной работы явилась оценка динамики факторов риска ССЗ у студентов 1 и 3 курсов медицинского вуза (на примере студентов ВГМУ им. Н.Н. Бурденко), выявление возможных тенденций их изменения в процессе обучения и разработка практических рекомендаций.

Материалы и методы исследования. Исследование проводилось на базе Воронежского государственного медицинского университета имени Н.Н. Бурденко. Среди студентов 1 и 3 курсов был проведён опрос репрезентативной по полу, возрасту и курсу обучения выборки из 100 человек (соответствует уровню значимости 95%) с выяснением распространённости среди студентов различных факторов риска ССЗ.

Оценка факторов риска осуществлялась с использованием анкетирования. Анкета включала вопросы о режиме питания, уровне физической активности, наличии вредных привычек, частоте стрессовых ситуаций и качестве сна.

Статистическая обработка данных осуществлялась с использованием методов описательной статистики для расчёта и сопоставления относительных величин в выборочной совокупности.

Результаты. С помощью созданного опросника, рассматривалась распространённость факторов риска ССЗ среди студентов Воронежского государственного медицинского университета имени Н.Н. Бурденко. По результатам опроса, наиболее распространёнными факторами риска ССЗ среди студентов 1 курса являются: малоактивный образ жизни, употребление фастфуда, газированных напитков, недостаток в рационе свежих овощей и фруктов, курение, употребление алкоголя, недостаток сна, стресс. Наиболее распространённый фактор – недостаток сна отметили 93% опрошенных, вторым по распространённости является – недостаток в рационе свежих овощей и фруктов (71%), стресс (64%) на третьем месте, четвертое место занимает малоактивный образ жизни (57%), пятое место разделили между собой курение, употребление алкоголя и употребления фастфуда и газированных напитков (36%). (Диаграмма 1).

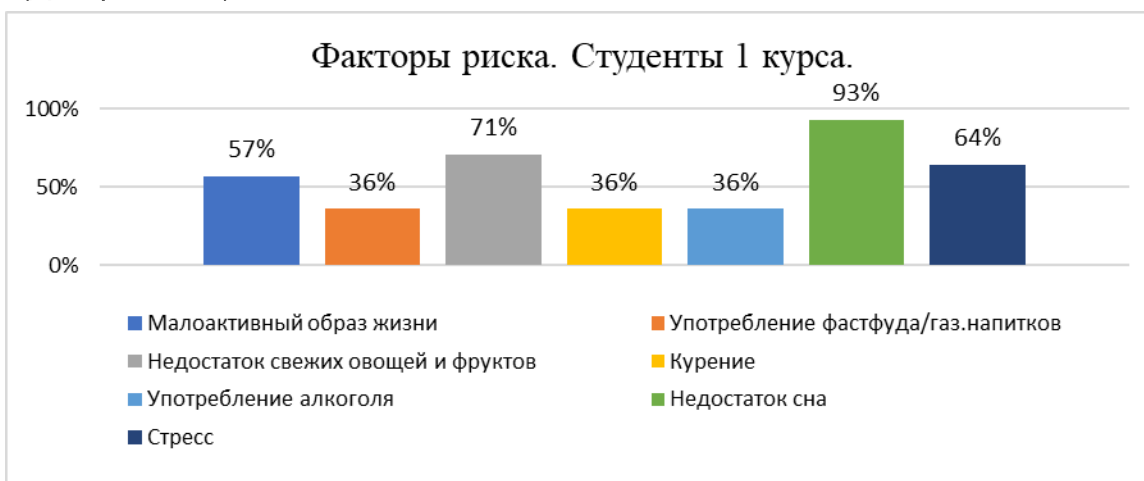


Диаграмма 1. Факторы риска 1 курс.

Среди студентов 3 курса самыми распространёнными факторами являлись также употребление фастфуда, газированных напитков, недостаток в рационе свежих овощей и фруктов, малоактивный образ жизни, курение, употребление алкоголя, недостаток сна, стресс. На недостаток сна обратили внимание 90% обучающихся, второе место по распространённости заняли недостаток в рационе свежих овощей и фруктов и употребление алкоголя (79%), на третьем месте употребление фастфуда и газированных напитков (66%), стресс (62%) на 4 месте, на 5 месте курение (35%), на 6 месте малоактивный образ жизни (34%). (Диаграмма 2).

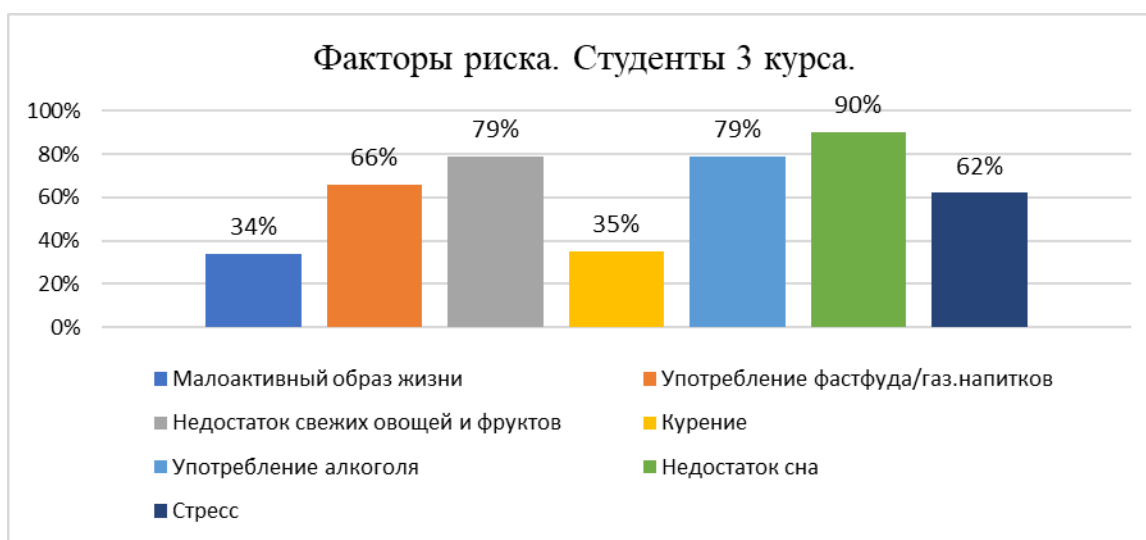


Диаграмма 2. Факторы риска 3 курс.

Исходя из полученных данных, можно сделать вывод, что такой фактор риска, как недостаток сна является наиболее распространённым среди студентов 1 и 3 курсов. Наблюдается тенденция к увеличению в рационе студентов фастфуда и газированных напитков, а также употребления алкоголя к 3 курсу. Помимо этого, к третьему курсу увеличивается двигательная активность у студентов, это можно проследить по тенденции к снижению такого фактора риска, как малоактивный образ жизни.

Проведённый статистический анализ для сравнения полученных относительных величин для 1-го и 3-го курсов показал:

1. По употреблению фастфуда/газированных напитков — наблюдается тенденция к увеличению к 3-му курсу (с 36% до 66%), но различие не достигает стандартного уровня статистической значимости.

2. Употребление алкоголя (несколько раз в месяц) — значимо возрастает к 3-му курсу (с 36% до 79%). Это статистически значимое различие ($p < 0.01$), указывающее на заметное увеличение частоты употребления алкоголя среди студентов старших курсов.

3. Недостаток сна — распространён в обеих группах (93% и 90%), различие незначимо. Проблема актуальна независимо от курса.

Также был проведён опрос с выяснением распространённости нарушения общего соматического состояния. Опираясь на полученные результаты, 11 студентов 1 курса (52%,) отмечают состояние своего здоровья в целом, как удовлетворительное или плохое. У обучающихся (13 человек-62%) проявляются следующие симптомы: головные боли, нарушения сна, хроническая усталость, боли в спине или шее, нарушения аппетита, и 16 человек (76%) ощущают себя перегруженными, раздражительными и

беспокойными. Студенты 1 курс представляет собой особую группу студентов, которые проходят период адаптации к новым социальным условиям, когда стресс и учебная нагрузка максимальны, поэтому всего лишь 7 человек-33,3% пользуются различными способами управления стресса. (Диаграмма 3).

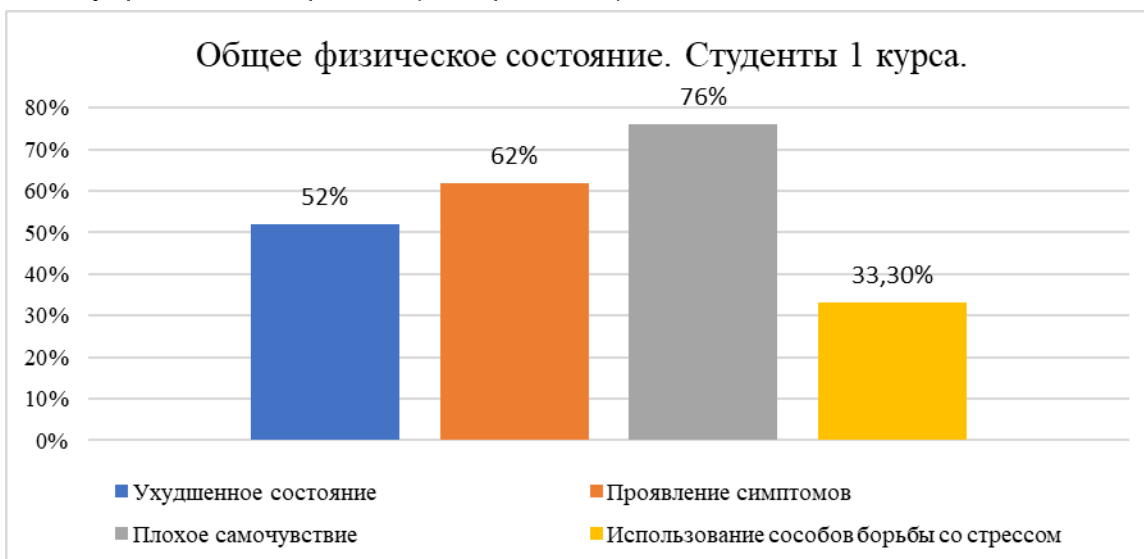


Диаграмма 3. Общее физическое состояние 1 курс.

Среди студентов 3 курса намного чаще проявляются признаки хронического стресса 31 человек (86%), они самостоятельно отмечают ухудшение самочувствия 21 человек (59%). Малая доля студентов ощущают себя оптимистами и полны сил, а все остальные отмечают истощение и повышение тревожности 29 человек (81%). Повышается количество обучающихся, которые занимаются спортом, появление хобби для снижения стресса отметили 20 человек (56%) (Диаграмма 4).

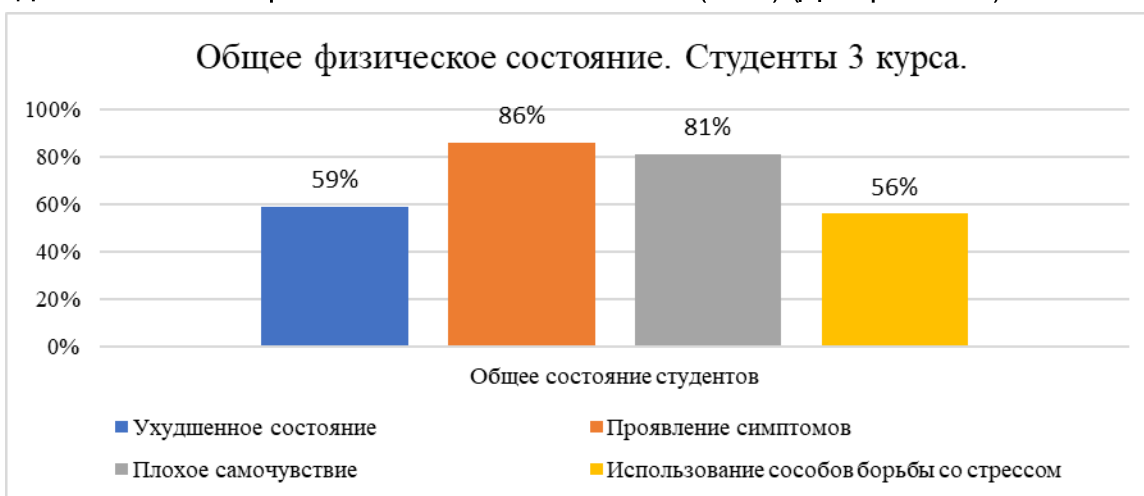


Диаграмма 4. Общее физическое состояние. 3 курс.

По итогам проведенного исследования, были разработаны практические рекомендации для предупреждения и предотвращения риска сердечно-сосудистых заболеваний у студентов медицинских вузов.

Практические рекомендации:

1. Организовать обязательную диспансеризацию студентов-медиков на 1-м курсе: измерение ИМТ, АД, опрос физической активности и питания.
2. Разработать курс или модуль по профилактике ССЗ, включая студенческий образ жизни (питание, физическая активность, сон, стресс-менеджмент).
3. Реализовать годовые мониторинги на 2-м и 3-м курсах с обратной связью для студентов (информирование о результатах, рекомендации).
4. Стимулировать участие в студенческих программах по физической активности (спорт-клубы, групповые тренировки), внедрить акции «здорового питания» в студенческой столовой.
5. При выявлении студентов с ≥ 2 факторами риска – направлять в службу профилактической медицины или на консультацию к специалисту [3].

Заключение: Анализ динамики факторов риска сердечно-сосудистых заболеваний показал, что студенты 3 курса имеют более неблагоприятные показатели по сравнению с первокурсниками. Рост уровня стресса и нарушения сна могут быть связаны с увеличением объема учебной нагрузки и дефицитом времени на отдых. Нарушение режима питания, наличие вредных привычек также подтверждают формирование метаболических предпосылок к развитию ССЗ. Выявленные тенденции указывают на необходимость раннего внедрения образовательных, скрининговых программ, мониторинг динамики, направленных на формирование устойчивых навыков здорового образа жизни у студентов медицинских вузов [1].

References

1. Иванова Н.Н., Петрова Е.А. Образ жизни студентов и его влияние на здоровье // Здоровье и образование в XXI веке. – 2021. – Т. 23, №2. – С. 45–50.
2. Roth G.A. et al. Global burden of cardiovascular diseases and risk factors, 1990–2021 // Journal of the American College of Cardiology. – 2023. – Vol. 82(25). – P. 2340–2361.
3. Visseren F.L.J. et al. 2021 ESC Guidelines on cardiovascular disease prevention in clinical practice // European Heart Journal. – 2021. – Vol. 42(34). – P. 3227–3337.

UDC 378.141.6

Roshchupkina S.G., Zlobina E.I., Gridnev A.A., Shugai V.M., Bogacheva E.V. The impact of academic stress on the eating behavior of medical university students

**Влияние учебного стресса на пищевое поведение студентов медицинского
университета**

Roshchupkina Svetlana Gennadievna

3rd year student of the Faculty of Medicine, group L-302
N.N. Burdenko Voronezh State Medical University

Zlobina Ekaterina Ivanovna

3rd year student of the Faculty of Medicine, group L-302
N.N. Burdenko Voronezh State Medical University

Gridnev Anton Aleksandrovich

3rd year student of the Faculty of Medicine, group L-302
N.N. Burdenko Voronezh State Medical University

Shugay Valeriya Mikhailovna

3rd year student of the Faculty of Medicine, group L-302
N.N. Burdenko Voronezh State Medical University

Bogacheva Elena Vasilevna

Ph.D, Associate Professor

Department of Management in Health Care Department,
Voronezh State Medical University named after N.N. Burdenko

Рощупкина Светлана Геннадьевна

студентка 3 курса лечебного факультета, группы Л-302
Воронежский государственный медицинский
университет имени Н.Н. Бурденко

Злобина Екатерина Ивановна

студентка 3 курса лечебного факультета, группы Л-302
Воронежский государственный медицинский
университет имени Н.Н. Бурденко

Гриднев Антон Александрович

студент 3 курса лечебного факультета, группы Л-302
Воронежский государственный медицинский
университет имени Н.Н. Бурденко

Шугай Валерия Михайловна

студентка 3 курса лечебного факультета, группы Л-302
Воронежский государственный медицинский
университет имени Н.Н. Бурденко

Богачёва Елена Васильевна

кандидат физико-математических наук,
доцент кафедры Управления в здравоохранении,
Воронежский государственный медицинский
университет им. Н.Н. Бурденко

Аннотация. В статье представлены результаты исследования, посвященные изучению взаимосвязи учебного стресса и пищевого поведения у студентов медицинского вуза. В анкетировании приняли участие 129 обучающихся, установлено, что большинство из них (38%) испытывают высокий или очень высокий уровень стресса. Было доказано, что стресс напрямую влияет на пищевые привычки студентов: 65,2% опрошенных склонны к “заеданию” стресса. Кроме того, в напряженные периоды у студентов возрастает потребление сладкого, фастфуда, энергетических напитков. Эти изменения в рационе приводят к увеличению числа жалоб на нарушения работы ЖКТ (88,4%). Результаты исследования подтверждают необходимость внедрения профилактических программ, направленных на коррекцию пищевого поведения и стрессоустойчивость в медицинских вузах.

Ключевые слова: учебный стресс, пищевое поведение, пищевые выборы, студенты-медики.

Abstract. The article presents the results of a study on the relationship between learning stress and eating behavior in medical university students. 129 students took part in the survey, and it was found that most of them (38%) experience high or very high levels of stress. It has been proven that stress directly affects the eating habits of students: 65.2% of respondents tend to “jam” stress. In addition, during stressful periods, students' consumption of sweets, fast food, and energy drinks increases. These changes in diet lead to an increase in the number of complaints of gastrointestinal disorders (88.4%). The results of the study confirm the need to introduce preventive programs aimed at correcting eating behavior and stress tolerance in medical schools.

Keywords: learning stress, eating behavior, food choices, medical students.

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

Актуальность. Стресс является неотъемлемой частью жизни каждого студента медицинского университета. Интенсивный ритм обучения, огромный объем изучаемой информации, необходимость постоянной концентрации внимания, экзамены, высокая ответственность и эмоциональное выгорание - все эти условия приводят к формированию у студентов состояния хронического стресса.

Влияние хронического стресса носит системный характер. Он оказывает непосредственное влияние на образ жизни учащихся: изменение режима сна и бодрствования, снижение работоспособности, памяти, внимательности, способность усваивать новую информацию, повышение утомляемости, что приводит к снижению успеваемости у студентов [1].

Кроме того, воздействия стресса приводит к перестройке рациона и режима питания, он становится менее сбалансированным и рациональным. Многочисленные исследования подтверждают, что под влиянием стресса студенты начинают употреблять высококалорийные продукты, содержащие большое количество быстрых углеводов, насыщенные жирами и солью, такие как фастфуд, снеки, кондитерские изделия, а также кофеинсодержащие и энергетические напитки [2]. Это способствует возникновению диспепсических расстройств, постоянным колебаниям массы тела, дефицита витаминов и микроэлементов, что в дальнейшем способствует развитию сердечно-сосудистых и эндокринных заболеваний [3].

Кроме того, под влиянием психического аспекта многие студенты используют

пищу, как способ регуляции эмоциональных состояний ("заедание стресса"), что приводит к формированию нездоровых пищевых привычек и формированию зависимостей [4].

В связи с этим, исследование взаимосвязи стрессовой нагрузки у студентов медицинских вузов и пищевым поведением является актуальной темой. Выявление взаимосвязи позволит произвести коррекцию пищевых привычек и улучшить качество жизни будущих врачей, что является залогом их профессионального долголетия.

Цель данной работы исследовать взаимосвязь между уровнем учебного стресса и характером пищевого поведения у студентов медицинского вуза.

Материалы и методы исследования. Описанные результаты были получены в ходе индивидуального анонимного онлайн-анкетирования. В анкетировании было задействовано 129 студентов ВГМУ им. Н.Н. Бурденко. Отмечено, что в исследовании более заинтересованы были девушки - 72 (55,8%), а количество юношей, прошедших опрос составило 57 (44,2%). Сбор информации показал, что 93 (72,1%) опрошенных приходится на лечебный факультет и 36 (27,9%) обучающихся на педиатрический факультет. На долю 1 курса пришлось 24 (18,6%), 2 курс - 32 (24,8%), 3 курс - 44 (34,1%), 4 курса - 12 (9,3%), 5 курса - 10 (7,8%), 6 курса - 7(5,4%).

Обработка выполнена методами описательной статистики для расчета и сопоставления относительных величин в выборочной совокупности.

Результаты. Была произведена оценка уровня стресса у студентов медицинского вуза. Использована 10-бальная шкала оценки уровня стресса. Количество обучающихся, выбравших 1 балл - 2 (1,6%), 2 балла - 1 (0,8%), 3 балла - 5 (3,9%). 4 -10 (7,8%), 5 - 13 (10,1%), 6 - 14 (10,9%), что указывало у студентов на средний уровень стресса. Высокий уровень - 7 и 8 баллов выбрали 30 (23,3%) и 19 (14,7%) обучающихся соответственно. 9 баллов - 14 (10,9%) и 10 баллов - 21 (16,3%) обозначало очень высокий уровень. (Диаграмма 1).

Низкий риск	1-3
Средний риск	4-6
Высокий риск	7-8
Очень высокий риск	9-10

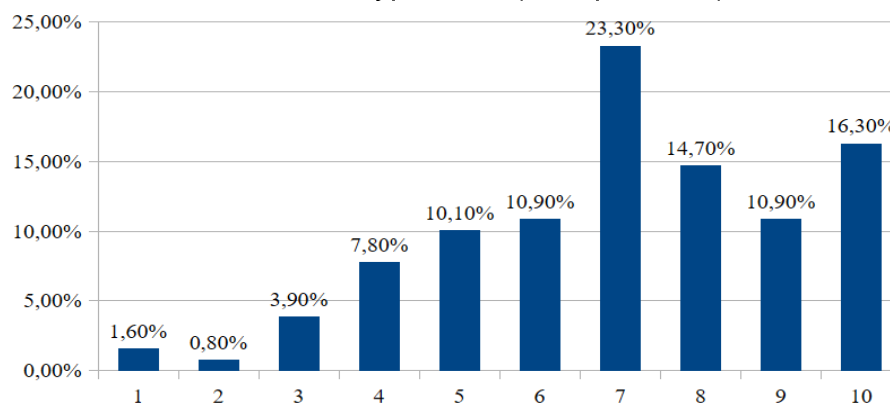


Диаграмма 1. Оценка уровня стресса.

Большинство студентов отметили, что в связи с учебой у них не хватает времени на нормальный прием пищи. У 20 обучающихся (15,5%) - постоянно, 32 - (24,8%) - часто, 41- (31,8%) - иногда, 27 - (20,9%) – редко и лишь у 9 (7%) - никогда. Было установлено, что у 60 (46,5%) опрошенных студентов под влиянием учебного стресса повышается аппетит, у 34 (26,4%) - аппетит значительно снижается, у 35 (27,1%) - не меняется.

Студентам был задан вопрос о регулярности питания, в котором 17 (13,2%) человек отметили 1 раз в день, 2 раза в день - 33 (25,6%), 3 раза в день - 41 (31,8%), 4 раза в день и более - 16 (12,4%). Также некоторые обучающиеся отмечали отсутствие регулярности питания - 22 (17,1%). (Диаграмма 2).

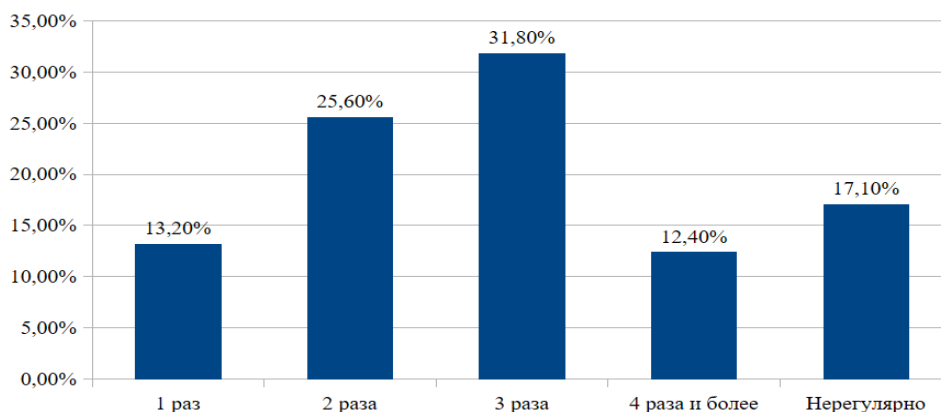


Диаграмма 2. Регулярность питания студентов- медиков.

Студенты также отмечали изменение в пищевых выборах в период сильного учебного стресса. Так большинство указывали на увеличение потребления сладкого (шоколад, конфеты, выпечка) - 40,5%. Многие предпочитали соленое (чипсы, сухарики, орешки) - 25,9%. Жирную пищу (картофель фри, бургеры, пицца) менее активно потребляют в период стрессовых ситуаций - 19,8%, 6,9% - выбирают что-то другое. Лишь у 6,9% в результате нервного напряжения не происходит изменения пищевого выбора.

Студентам были предложены примеры конкретных продуктов, и их попросили оценить изменения их потребления в периоды высокого учебного стресса (например, сессия) по сравнению с обычным учебным временем. Выяснено, что у большинства не меняется потребление овощей и фруктов - 47 (36,4%), чуть у меньшего количества опрошенных их потребление сокращается - 43 (33,3%), значительно сокращается - 23 (17,8%), увеличивается у 13 (10,1%) студентов и только у 3 (2,3%) - значительно увеличивается. Также отмечается сокращение потребления готовых домашних блюд (супы, каши, гарниры) - 50 (38,8%), значительно сокращается у 22 (17,1%), не меняется

- 47 (36,4%) и всего у 6 (4,7%) и 4 (3,1%) увеличивается и значительно увеличивается соответственно. Во время стресса студенты начинают в большем количестве употреблять фастфуд: значительно увеличивается - 17 (13,2%), увеличивается - 58 (45%), не меняется - 30 (23,3%), сокращается - 18 (14%), значительно сокращается - 6 (4,7%). Растет потребление сладостей и выпечки: значительно увеличивается - 29 (22,5%), увеличивается - 53 (41,1%), не меняется - 25 (19,4%), сокращается - 21 (16,3%), значительно сокращается 0,8%. Также наблюдается тенденция роста потребности у студентов в энергетических напитках и крепком кофе: значительно увеличивается у 41 (31,8%) студента, увеличивается у 44 (34,1%), не меняется - 25 (19,4%), сокращается у 12 (9,3%) опрошенных, значительно сокращается - 7 (5,4%). (Диаграмма 3).

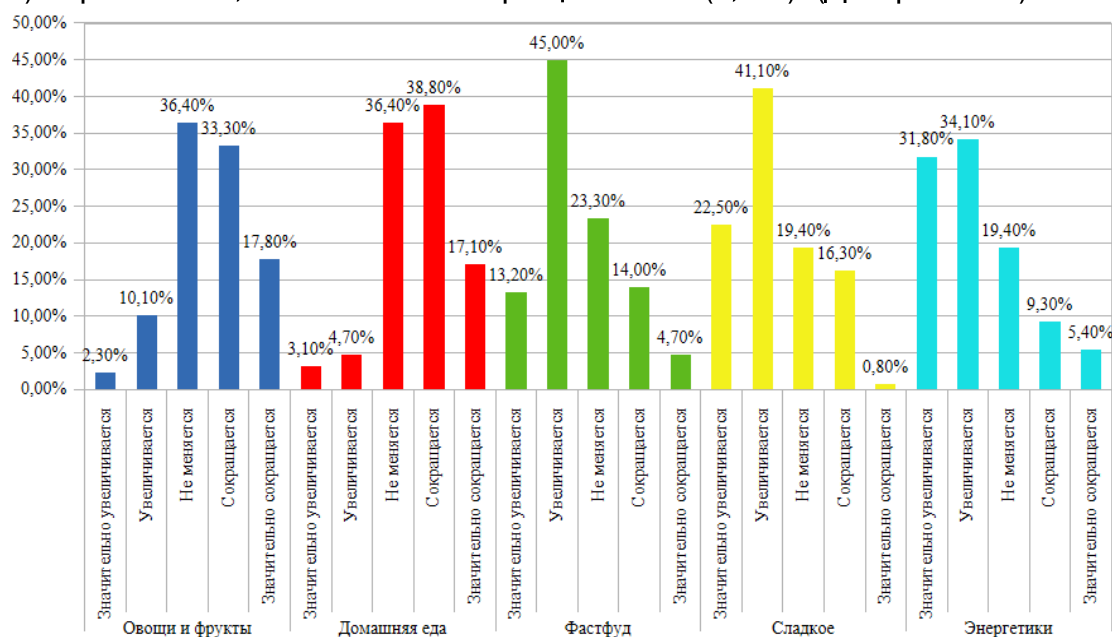


Диаграмма 3. Изменение в пищевых выборах в период сильного учебного стресса.

В вопросе о жалобах на проблемы со здоровьем, при нарушении питания 51 (39,5%) студентов отмечали, что иногда они возникают, 43 (33,3%) - указывали, что жалобы возникают часто, 20 (15,5%) - редко, 15 (11,6%) - не возникают. Расчет критического значения критерия χ^2 при уровне значимости $\alpha=0.05$ показал, что различия частот статистически значимы, что является подтверждением того, что у студентов возрастают жалобы на проблемы со здоровьем при нарушении пищевого поведения.

Были зарегистрированы следующие жалобы: утомляемость была у 30,4% студентов, тяжесть и дискомфорт в животе отметили 30% обучающихся, изжогу - 17%, нарушения стула - 17%, а отсутствие жалоб всего лишь у 5,7%. (Диаграмма 4).

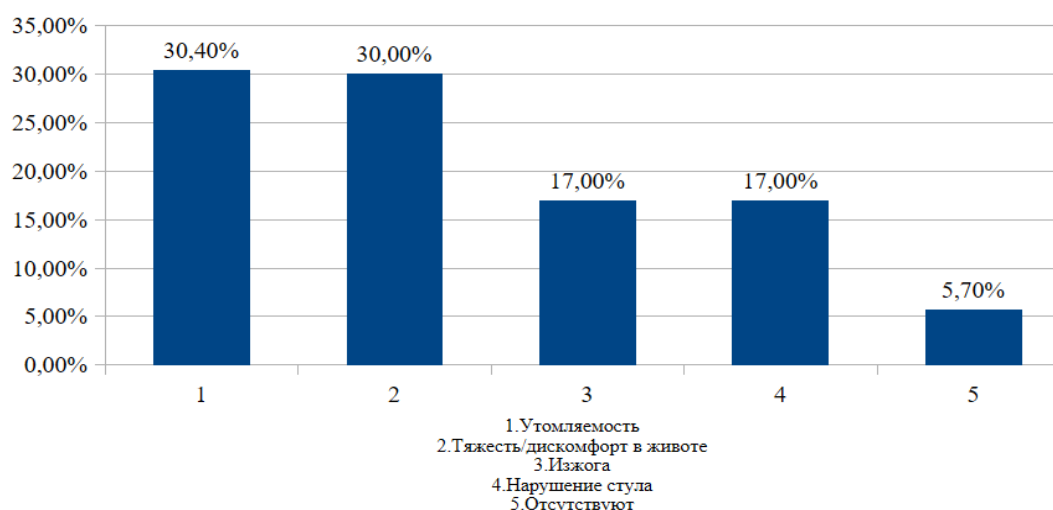


Диаграмма 4. Проявление жалоб у студентов медицинского вуза.

Закключение. На основе проведенного нами исследования, можно сделать вывод, что между стрессом и характером пищевого поведения студентов медицинского вуза имеется непосредственная связь. Подтверждена высокая распространенность стресса среди студентов медицинского вуза: 65,2% опрошенных оценили свой уровень стресса как “высокий” и “очень высокий”. Это свидетельствует о высокой психоэмоциональной нагрузке в медицинских вузах. Было выявлено, что в период повышенной нагрузки отмечается тенденция к “заеданию” стресса у 46,5 % обучающихся, где пища выступает в роли быстрого регулятора эмоционального состояния. Кроме того, нарушается регулярность питания - только 31,8% питаются 3 раза в день. Сильный стресс изменяет пищевые выборы студентов. Отмечено, что потребление овощей и фруктов у 51,1% студентов сокращается. В рационе в период высокого стресса увеличивается количество фастфуда у 58,2% учащихся, сладкого и выпечки у 63,6%, энергетических напитков и крепкого кофе у 65,9%. Питание становится менее полезным и рациональным. Несбалансированный рацион приводит к жалобам со стороны желудочно-кишечного тракта, которые наблюдались у большинства студентов. Отмечались следующие жалобы у учащихся: утомление у 30,4%, тяжесть и дискомфорт в животе у 30%, изжога у 17% обучающихся, нарушение стула у 17%.

Полученные данные обосновывают необходимость разработки профилактических мероприятий, направленных на коррекцию пищевого поведения и снижения стресса у студентов медицинского вуза.

References

1. Уровень, факторы и способы преодоления учебного стресса студентами-медиками / В. А. Солянина, В. В. Рындина, Д. В. Тюнькин, А. Ю. Глебов // Коллекция гуманитарных исследований. – 2024. – № 1(38). – С. 33-40.
2. Нашиванкина, Я. С. Особенности питания студентов-медиков как один из факторов формирования здоровья / Я. С. Нашиванкина, В. В. Гончарова, С. П. Стальмакова // Актуальные вопросы современной медицины и фармации: материалы 77-ой Международной научно-практической конференции студентов и молодых ученых, Витебск, 24–25 апреля 2025 года. – Витебск: Витебский государственный медицинский университет, 2025.
3. Шурова, А. А. Влияние стресса на повседневное питание студентов / А. А. Шурова, С. С. Гуреева, В. В. Жигулина // Молодежь, наука, медицина: материалы 68-й Всероссийской межвузовской студенческой научной конференции с международным участием, Тверь, 20–21 апреля 2022 года. – Тверь: Государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования Тверская государственная медицинская академия Министерства здравоохранения Российской Федерации, 2022. – С. 868-870.
4. Saintila J, Valle-Chafloque A, Barreto-Espinoza LA, López-López E, Gálvez-Díaz NDC, Lizarraga-De-Maguiña IG, Cervera NAB, Oblitas-Guerrero SM, Bernal-Corrales FDC, Távara GL. Self-Perceived Health Status and Life Satisfaction Associated with Emotional Eating in Nursing and Medical Students: A Cross-Sectional Study in a Region of Peru. Med Sci (Basel). 2025 Sep 17;13(3):196. doi: 10.3390/medsci13030196.

UDC 616.89

Savchenkov N.A., Lipadkin Z.K., Bogacheva E.V. Digital Sleep Hygiene: How are gadgets stealing our vacation

Цифровая гигиена сна: Как гаджеты крадут наш отдых.

Savchenkov Nikolay Andreevich,

3rd year student of the Faculty of Medicine
Voronezh State Medical University named after N.N. Burdenko

Lipadkin Zakhar Konstantinovich,

3rd year student of the Faculty of Medicine,
Voronezh State Medical University named after N.N. Burdenko

Bogacheva Elena Vasilevna

Ph.D, Associate Professor
Department of Management in Health Care Department,
Voronezh State Medical University named after N.N. Burdenko

Савченков Николай Андреевич,
Студент 3 курса лечебного факультета группы Л-320
Воронежский государственный медицинский университет
им. Н.Н. Бурденко

Липадкин Захар Константинович,
Студент 3 курса лечебного факультета группы Л-320
Воронежский государственный медицинский университет
им. Н.Н. Бурденко

Богачёва Елена Васильевна
кандидат физико-математических наук,
доцент кафедры Управления в здравоохранении,
Воронежский государственный медицинский
университет им. Н.Н. Бурденко

Abstract. The article presents the results of a study of sleep quality and digital habits among 217 students of higher and secondary vocational educational institutions in the Voronezh region. The analysis revealed systemic sleep hygiene disorders: only 8% of the respondents rated their sleep as "excellent", and 60% sleep less than 7 hours. It was found that the key negative factor is the use of digital devices before bedtime (58% of respondents), which demonstrates a pronounced inverse correlation with the quality of rest. Academic stress has been identified as the dominant cause of disorders forming the "stress – digital addiction – lack of sleep" cycle. Based on the results, practical recommendations for educational institutions are formulated.

Keywords: digital hygiene, sleep quality, students, gadgets, blue light, academic stress, lack of sleep, sleep hygiene, survey, higher education.

Аннотация. В статье представлены результаты исследования качества сна и цифровых привычек среди 217 студентов высших и средних профессиональных учебных заведений Воронежской области. Анализ выявил системные нарушения гигиены сна: лишь 8% опрошенных оценили свой сон как «отличный», а 60% спят менее 7 часов. Установлено, что ключевым негативным фактором является использование цифровых устройств перед сном (58% респондентов), которое демонстрирует выраженную обратную корреляцию с качеством отдыха. Академический стресс идентифицирован как доминирующая причина нарушений, формирующая круг «стресс – цифровая зависимость – недосыпание». На основе результатов сформулированы практические рекомендации для образовательных учреждений.

Ключевые слова: цифровая гигиена, качество сна, студенты, гаджеты, синий свет, академический стресс, недосыпание, гигиена сна, опрос, высшее образование.

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

Актуальность исследования обусловлена масштабным распространением нарушений сна среди студентов, напрямую связанных с цифровыми привычками. Интенсивное использование гаджетов перед сном нарушает выработку мелатонина из-за синего света, усугубляя хроническое недосыпание. Эта проблема обусловлена высоким академическим стрессом, который формирует порочный круг «стресс – цифровая зависимость – недосып». При этом существует явный разрыв между осознанием вреда и реальным поведением молодежи. Низкая осведомленность о методах цифровой гигиены требует активного просвещения. Таким образом, разработка мер по улучшению гигиены сна является ключевой задачей для сохранения здоровья и успеваемости студенчества.

Целью исследования являлась комплексная оценка качества сна и выявление ключевых факторов, его нарушения в студенческой среде, с особым акцентом на влияние цифровых устройств и академической нагрузки, для разработки научно обоснованных рекомендаций по улучшению гигиены сна.

Материалы и методы исследования. В учебных заведениях высшего образования Воронежской области (ВГМУ им. Н.Н. Бурденко, ВГТУ и ВИ МВД) проведен опрос репрезентативной по полу и годам обучения выборки из 217 респондентов с выяснением гигиены их сна в момент учебного процесса в течение 2 недель с конца октября по начало ноября 2025 года. Обработка выполнена методами описательной статистики для расчета и сопоставления относительных величин в выборочной совокупности и формирования прогнозов для генеральной совокупности при $p \leq 0,05$ с учетом ошибок репрезентативности.

Результаты. Анализ качества сна в студенческой среде выявил системные нарушения гигиены сна, требующие безотлагательного внимания. Статистические данные демонстрируют, что лишь незначительная часть опрошенных, а именно 17 человек (8%) оценивают качество своего сна как "отличное", в то время как подавляющее большинство респондентов испытывает различные степени дискомфорта. Особую тревогу вызывает тот факт, что 39 студентов (18%) характеризуют свой сон как "плохой", что может свидетельствовать о наличии клинически значимых нарушений сна [2]. Ситуация усугубляется хроническим недосыпанием - только треть опрошенных - 74 человека (34%), соблюдают рекомендованную продолжительность сна 7-9 часов, тогда как 130 студентов (60%) спят менее 7 часов, а каждый пятый - 41 человек (19%) и вовсе ограничивается 6 часами

сна, что создает предпосылки для развития когнитивных нарушений и снижения академической успеваемости.

Использование цифровых устройств перед сном представляет собой наиболее значимый фактор нарушения гигиены сна. Исследование выявило, что 58% респондентов пользуются гаджетами непосредственно перед засыпанием или даже в постели, что противоречит базовым принципам гигиены сна. Структура цифровых активностей демонстрирует преобладание пассивного потребления контента - просмотр социальных сетей - 139 человек (64%), видеоплатформ - 113 человек (52%) и новостных лент - 82 человека (38%). При этом отмечается критически низкий уровень использования защитных функций устройств - лишь 39 респондентов (18%) систематически активируют ночной режим, а 28 студентов (13%) не знакомы с этой опцией. Особого внимания заслуживает факт использования гаджетов для учебной деятельности - 69 человек (32%) в вечернее время, что создает двойную нагрузку на нервную систему.

Парадоксальным представляется расхождение между когнитивным осознанием проблемы и поведенческими паттернами. Хотя 115 респондентов (53%) признают негативное влияние цифровых устройств на качество сна, это осознание не трансформируется в изменение привычек. Статистический анализ выявил выраженную корреляционную зависимость: в группе, откладывающей гаджеты за 2 часа до сна, доля респондентов с "хорошим" и "отличным" сном достигает 67% (145 человек), тогда как среди пользующихся устройствами в кровати этот показатель не превышает 18% (39 человек) [1]. Одновременно в последней группе отмечается максимальная доля лиц с "плохим" сном - 52 человека (24%).

Таблица 1

Корреляция времени использования гаджетов и качества сна

Время отключения	Доля с "хорошим" и "отличным" сном	Доля с "плохим" сном
Более чем за 2 часа	67%	8%
За 1-2 часа	42%	15%
За 30-60 минут	31%	19%
Непосредственно перед сном	18%	24%

Анализ данных таблицы 1 выявляет выраженную обратную зависимость между временем отключения гаджетов и качеством сна: среди студентов, прекращающих использование устройств более чем за 2 часа до сна, 67% (145 человек) оценивают свой сон как "хороший" или "отличный", тогда как в группе пользующихся гаджетами непосредственно перед сном этот показатель падает до 18% (39 человек) [3]. При этом

доля лиц с "плохим" сном прогрессивно возрастает от 8% (17 человек) в первой группе до 24% (52 человека) в последней, демонстрируя трехкратное ухудшение. Четкий градиент прослеживается на всех промежуточных позициях: при отказе от гаджетов за 1-2 часа до сна хорошее качество отмечают 91 респондент (42%), за 30-60 минут - 67 респондентов (31%), что подтверждает критическую важность временного интервала между цифровой активностью и отходом ко сну для восстановительных процессов организма.

Доминирующим стресс-фактором, детерминирующим нарушения сна, выступает академическая нагрузка.

Таблица 2

Сравнительный анализ групп

Параметр	Группа "Отдохнуть от учебы"	Остальные респонденты
Средняя оценка сна	2.1/5 (Плохое)	3.4/5 (Удовлетворительное)
Занимаются работой/учебой перед сном	68%	24%
Используют гаджеты в кровати	84%	52%
Спят менее 6 часов	47%	18%
Просыпаются ночью регулярно	42%	19%

Качественный анализ таблицы 2 показал, что 59 респондентов (27%) в спонтанных ответах указывают на необходимость "отдыха от учебы" как ключевое условие улучшения сна. Сравнительный анализ демонстрирует, что группа, идентифицирующая учебный стресс как основную проблему, имеет значительно худшие показатели по всем параметрам: средняя оценка сна 2.1/5 против 3.4/5 в контрольной группе, 68% (40 человек) занимаются учебой перед сном, 84% (50 человек) используют гаджеты в кровати, 47% (28 человек) спят менее 6 часов. Эти данные свидетельствуют о формировании порочного круга "академический стресс - цифровая зависимость - нарушение сна" [5].

Межвузовский сравнительный анализ выявил значительные различия в паттернах гигиены сна.

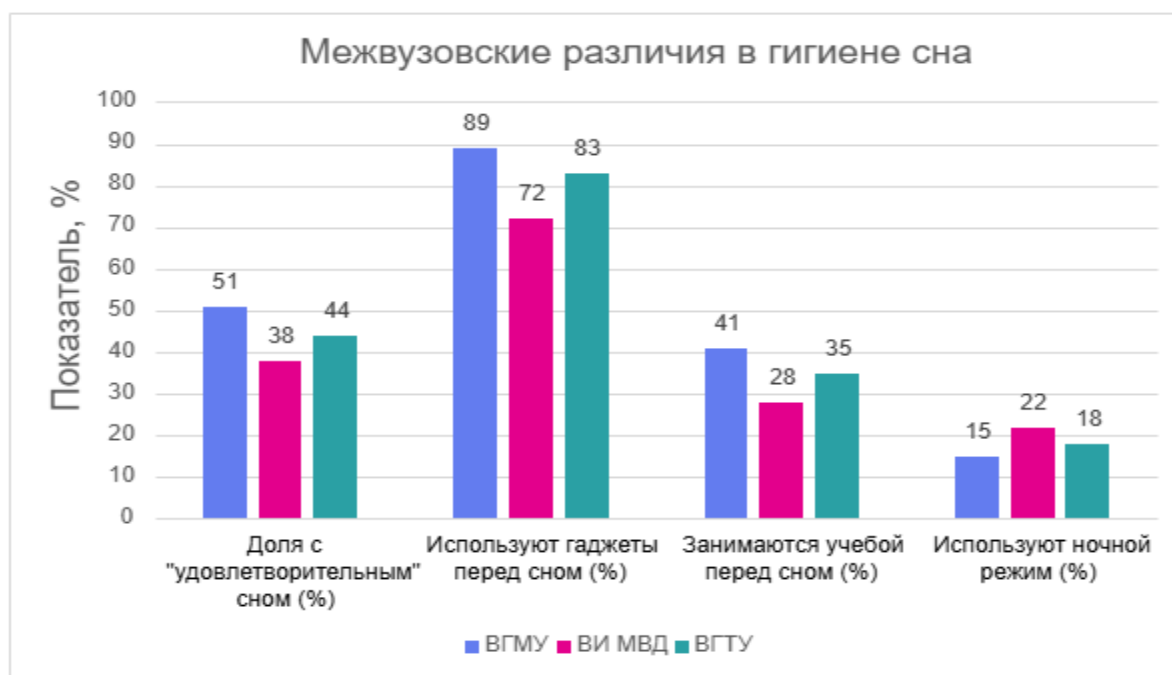


Рисунок 1. Межвузовские различия в гигиене сна

Анализ рисунка 1 показал, что студенты медицинского университета демонстрируют наиболее тревожные показатели: 89% используют гаджеты перед сном, 51% оценивают сон как "удовлетворительный", средняя продолжительность сна составляет 6,2 часа. В отличие от них, курсанты военного института показывают лучшие результаты (6,8 часа сна, 38% с "удовлетворительным" сном), что, вероятно, обусловлено строгим распорядком дня курсантов [6]. Интересные различия наблюдаются в структуре цифровых активностей: медики чаще используют мессенджеры (55%) и социальные сети (62%), тогда как военные курсанты предпочитают чтение (45%) и работу с учебными материалами (38%).

Арсенал методов борьбы с нарушениями сна у студентов ограничен и недостаточно эффективен. Наиболее популярными стратегиями являются проветривание помещения (23% - 50 человек) и прослушивание музыки (16% - 35 человек), тогда такие доказательно эффективные методики, как медитативно-дыхательные практики, используются лишь 12% респондентов (26 человек) [4]. Тревожным сигналом является тот факт, что 46 студентов (21%) не применяют никаких специальных методов улучшения сна, что указывает на дефицит знаний о принципах гигиены сна и необходимости образовательных интервенций в данной области.

Основные выводы исследования:

1. Эпидемия поздних гаджетов: 58% студентов используют устройства непосредственно перед засыпанием, подвергая себя воздействию синего света в самое критическое время.
2. Осознанный вред: 53% респондентов признают негативное влияние гаджетов на сон, но не меняют свои привычки, демонстрируя разрыв между знанием и действием.
3. Стресс-фактор №1: академическая нагрузка идентифицирована как главная причина нарушений сна - 27% респондентов прямо связывают проблемы со сном с учебным стрессом.
4. Недооценка защиты: только 18% респондентов всегда используют ночной режим, при этом 13% вообще не знают о существовании такой функции.
5. Вузовская специфика: студенты медицинского вуза демонстрируют наихудшие показатели качества сна, что требует особого внимания к этой группе риска [7].

Рекомендации для образовательных учреждений:

1. Внедрение образовательных программ по цифровой гигиене и управлению стрессом.
2. Регламентация академической нагрузки - не назначать дедлайны на вечернее время.
3. Создание зон психологической разгрузки и отдыха без гаджетов.
4. Проведение регулярных опросов мониторинга качества сна студентов.
5. Организация мастер-классов по техникам релаксации и тайм-менеджменту.

Заключение. Проведенное исследование убедительно демонстрирует, что современное студенчество сталкивается с эпидемией нарушений сна, напрямую связанной с цифровыми привычками и высоким уровнем академического стресса. Основными проблемами являются массовое использование гаджетов перед сном, приводящее к воздействию синего света и психоэмоциональному перевозбуждению, а также хроническое недосыпание. Парадокс между осознанием вреда и отсутствием поведенческих изменений подчеркивает необходимость внешнего вмешательства. Для разрыва круга «академический стресс — цифровая зависимость — нарушение сна» необходимы целенаправленные и системные меры со стороны образовательных учреждений. К ним относятся внедрение образовательных программ по цифровой гигиене и тайм-менеджменту, регламентация учебной нагрузки, создание зон отдыха без гаджетов и популяризация доказательных методов релаксации. Особого внимания требуют студенты медицинских вузов, показавшие наихудшие результаты. Реализация предложенных рекомендаций будет способствовать не только улучшению качества сна

и здоровья студентов, но и повышению их академической успеваемости и общего благополучия.

References

- 1.Александров А.А., Карпиков И.С., Смирнова Е.В. Влияние использования электронных устройств в вечернее время на качество сна и дневное функционирование у студентов-медиков // Гигиена и санитария. – 2023. – Т. 102, № 1. – С. 65-70.
- 2.Полуэктов М.Г., Пичкур Е.С. Современные представления о структуре сна и ее изменениях в онтогенезе. // Неврология, нейропсихиатрия, психосоматика. 2024. Т.16, №1. С. 78–83.
- 3.Корабельникова Е.А. Саморазрушающее поведение у подростков и лиц молодого возраста: роль дефицита саморегуляции и нарушений сна // Педиатрия. Consilium Medicum. – 2021. – № 3. – С. 198-204.
- 4.Ковров Г.В., Лебедев М.А., Посохов С.И. Кортизол как маркер гиперактивации при инсомнии, связанной со стрессом. // Неврологический журнал. – 2024. – Т. 29, № 1. – С. 34–40.
- 5.Петров А.М., Сидоров П.И. Цифровая гигиена как фактор сохранения психического здоровья студенческой молодежи // Высшее образование в России. – 2022. – Т. 31, № 5. – С. 156-165.
- 6.Полуэктов М.Г., Пичкур Н.В. Нарушения сна в подростковом и молодом возрасте: современное состояние проблемы // Неврология и психиатрия им. С.С. Корсакова. – 2020. – Т. 120, № 10. – С. 130-135.
- 7.Бабенко О.М., Меньшикова А.А., Величковский Б.Б. Роль медленноволнового сна в консолидации памяти и регуляции синаптического гомеостаза: современные данные. // Успехи физиологических наук. – 2023. – Т. 54, № 4. – С. 21–38.

UDC 616.34-002.1

Sukhoverkhova E.A., Khurda A.A., Bogachuva E.V. Analysis of the use of vitamins and dietary supplements by medical university students

Анализ употребления витаминов и БАДов студентами медицинского университета

Sukhoverkhova Ekaterina Andreevna,

3rd year student of the Medical Faculty of the L-320 group,
Voronezh State Medical University named after N. N. Burdenko

Khurda Anastasia Anatolyevna,

3rd year student of the Medical Faculty of the L-320 group,
Voronezh State Medical University named after N. N. Burdenko

Bogacheva Elena Vasilevna

Ph.D, Associate Professor

Department of Management in Health Care Department,
Voronezh State Medical University named after N.N. Burdenko

Суховерхова Екатерина Андреевна,
студентка 3 курса лечебного факультета группы Л-320,
Воронежский государственный медицинский
университет им. Н.Н. Бурденко

Хурда Анастасия Анатольевна,
студентка 3 курса лечебного факультета группы Л-320,
Воронежский государственный медицинский
университет имени Н.Н. Бурденко

Богачёва Елена Васильевна
кандидат физико-математических наук,
доцент кафедры Управления в здравоохранении,
Воронежский государственный медицинский
университет им. Н.Н. Бурденко

Аннотация. В статье анализируется практика применения витаминных комплексов и биологически активных добавок (БАД) в студенческой среде медицинского вуза. Исследование актуально в связи с повышенными интеллектуальными и психоэмоциональными нагрузками в период обучения, которые могут провоцировать потребность в дополнительной поддержке здоровья. Основной фокус работы направлен на выявление факторов, определяющих выбор будущих врачей: является ли использование БАДов осознанной мерой для восполнения дефицита питательных веществ или следствием влияния социальных тенденций. На основе данных анкетирования изучены распространённость, мотивация и ключевые источники информации, формирующие потребительское поведение студентов. Отдельное внимание уделяется влиянию профессионального образования на становление осознанного и обоснованного подхода к приёму добавок. Полученные результаты дают возможность оценить, как будущие медицинские специалисты формируют собственные практики заботы о здоровье, что в дальнейшем может отразиться на характере их рекомендаций для пациентов.

Ключевые слова: витамины, биологически активные добавки (БАД), питание, здоровый образ жизни, здоровье, студенты.

Abstract. The article analyzes the practice of using vitamin complexes and biologically active additives (dietary supplements) in the student environment of a medical university. The study is relevant due to increased intellectual and psycho-emotional stress during the study period, which may provoke the need for additional health support. The main focus of the work is aimed at identifying the factors determining the choice of future doctors: whether the use of dietary supplements is a conscious measure to compensate for nutritional deficiencies or a consequence of the influence of social trends. Based on

the survey data, the prevalence, motivation, and key sources of information shaping students' consumer behavior were studied. Special attention is paid to the impact of vocational education on the formation of a conscious and informed approach to taking supplements. The results obtained provide an opportunity to assess how future medical professionals form their own health care practices, which may further affect the nature of their recommendations to patients.

Keywords: *vitamins, biologically active additives (dietary supplements), nutrition, healthy lifestyle, health, students.*

Рецензент: Сагитов Рамиль Фаргатович, кандидат технических наук, доцент, заместитель директора по научной работе в ООО «Научно-исследовательский и проектный институт экологических проблем», г. Оренбург

Актуальность. Питание справедливо считается одним из важнейших детерминирующих факторов здоровья населения, оказывающим непосредственное влияние на экономическое развитие и благополучие государства. В настоящее время у большинства жителей России наблюдаются значительные нарушения структуры и качества питания. Рацион современного человека характеризуется преобладанием рафинированных пищевых продуктов, которые, благодаря жестким технологическим параметрам хранения и переработки, обладают низкой пищевой ценностью. Они содержат в расчете на 1000 ккал незначительное количество эссенциальных макро- и микронутриентов, в первую очередь витаминов, минеральных веществ и других биологически активных компонентов пищи [1]. Усугубляет ситуацию широкое потребление продуктов с высокой степенью переработки, которые отличаются высоким содержанием жиров и углеводов, но бедны витаминами и микроэлементами.

Хроническая недостаточность эссенциальных микронутриентов на фоне нарушения структуры питания, гиподинамии, воздействия вредных факторов окружающей среды и других негативных последствий цивилизации закономерно приводит к снижению адаптационных возможностей организма. Это наносит существенный вред здоровью, снижает качество жизни и является ключевым фактором риска возникновения и развития алиментарно - зависимых заболеваний. При этом простое увеличение объема потребляемой пищи и калорийности рациона не является решением, а напротив, ведет к избыточной массе тела и ожирению, провоцируя другие «болезни цивилизации», такие как сердечно-сосудистые и онкологические патологии.

Отечественный и мировой опыт свидетельствует, что эффективным путем преодоления выявленных дефицитов и оптимизации пищевых рационов является использование биологически активных добавок (БАД). Биологически активные добавки к пище представляют собой наиболее эффективный способ устранения дефицита витаминов, микроэлементов и ненасыщенных жирных кислот. В отличие от лекарственных средств, они изготавливаются из натуральных компонентов, что с каждым годом повышает их популярность среди различных слоев населения. В

современном обществе, где ценность здоровья и благополучия высока как никогда, БАДы находят все большую востребованность, и их прием становится частью здорового образа жизни [2].

Особую актуальность вопрос применения БАДов приобретает в студенческой среде, и в частности, среди студентов-медиков, которые сталкиваются с повышенными умственными и эмоциональными нагрузками в процессе обучения. Студенты первых курсов нередко начинают употреблять БАД с целью улучшения самочувствия и повышения активности в новых социальных условиях. Основное потребление БАД наблюдается именно среди молодежной группы населения. Однако, несмотря на возросшие рекомендации по их использованию со стороны врачей и активную пропаганду в различных источниках информации, отношение студентов к таким добавкам зачастую остается неоднозначным. С одной стороны, БАД воспринимаются как доступное средство поддержки здоровья, а с другой — существует определенный скептицизм относительно их эффективности и безопасности. Ключевой проблемой является недостаточная информированность молодежи о роли БАДов в коррекции питания и здоровья, а также о безопасности их применения. Отсутствие достоверной информации о составе и функциях БАДов нередко вызывает негативную реакцию у людей на их употребление [3].

Целью данного исследования является анализ особенностей употребления витаминов и биологически активных добавок студентами Воронежского государственного медицинского университета имени Н. Н. Бурденко.

Материалы и методы исследования. На базе Воронежского государственного медицинского университета имени Н.Н. Бурденко был проведен онлайн-опрос репрезентативной выборки студентов ($n=237$) с уровнем точности 95% [4]. В качестве респондентов были привлечены студенты лечебного, педиатрического, медико-профилактического и фармацевтического факультетов и института стоматологии всех курсов обучения. Были проанализированы распространенность, причины и характер приема БАДов и витаминов, а также оценка студентами их эффективности и безопасности.

Обработка данных проводилась методами описательной статистики с расчетом относительных величин и доверительных интервалов. Это обеспечило возможность с уровнем значимости $p \leq 0,05$ перенести выводы с выборки на всю генеральную совокупность, учитывая статистическую погрешность.

Результаты. В исследовании приняли участие 237 студентов Воронежского государственного медицинского университета имени Н.Н. Бурденко, представляющих все основные факультеты и курсы. Большую часть, а именно 84,4% ($n=200$)

респондентов составили девушки и 15,6% (n=37) – юноши. Наиболее многочисленной была группа студентов лечебного факультета (78,5%, 186 чел.), далее следовали педиатрический факультет (9,7%, 23 чел.), институт стоматологии (7,2%, 17 чел.), фармацевтический факультет (3,0%, 7 чел.) и медико-профилактический факультет (1,7%, 4 чел.). Распределение по курсам показало преобладание младших курсов: 1 курс – 33,3% (79 чел.), 2 курс – 20,7% (49 чел.), 3 курс – 25,3% (60 чел.), 4 курс – 9,3% (22 чел.), 5 курс – 7,2% (17 чел.), 6 курс – 4,2% (10 чел.). Средний возраст опрошенных составил – 19,7.

Анализ полученных данных выявил высокую распространенность употребления поливитаминных комплексов и биологически активных добавок (БАД): 68,4% (n=162) респондентов принимали их на момент опроса или в течение последнего года. Этот показатель варьировался в зависимости от факультета: наибольшая доля потребителей зафиксирована среди будущих фармацевтов (85,7%), затем следуют студенты лечебного факультета (69,9%) и института стоматологии (64,7%). К старшим курсам отмечалась тенденция к увеличению приема БАДов: максимальные значения зафиксированы на 6-м (80,0%) и 4-м (77,3%) курсах, тогда как на 1-м курсе доля студентов принимающих БАДы была минимальной (6,8%). Среди принимавших БАДы 41,4% делали это регулярно или сезонно, а 27,0% – эпизодически. Более половины респондентов (57,4%) имели опыт приёма добавок свыше одного года.

Среди разновидностей витаминных комплексов и биологически активных добавок (БАД) лидировали моновитамины (витамин D, витамин C и др.), которые использовали 49,4% опрошенных. Поливитаминные комплексы («Компливит», «Витрум» и аналоги) предпочитали 26,5% респондентов. Минеральные добавки (магний, железо, цинк) и омега-3 принимали 34,6% и 28,4% студентов соответственно. Наименее востребованными оказались пробиотики (6,8%) и спортивное питание (12,3%), причем последнее было значительно популярнее среди юношей (25,0%) по сравнению с девушками (10,3%). (Диаграмма 1).

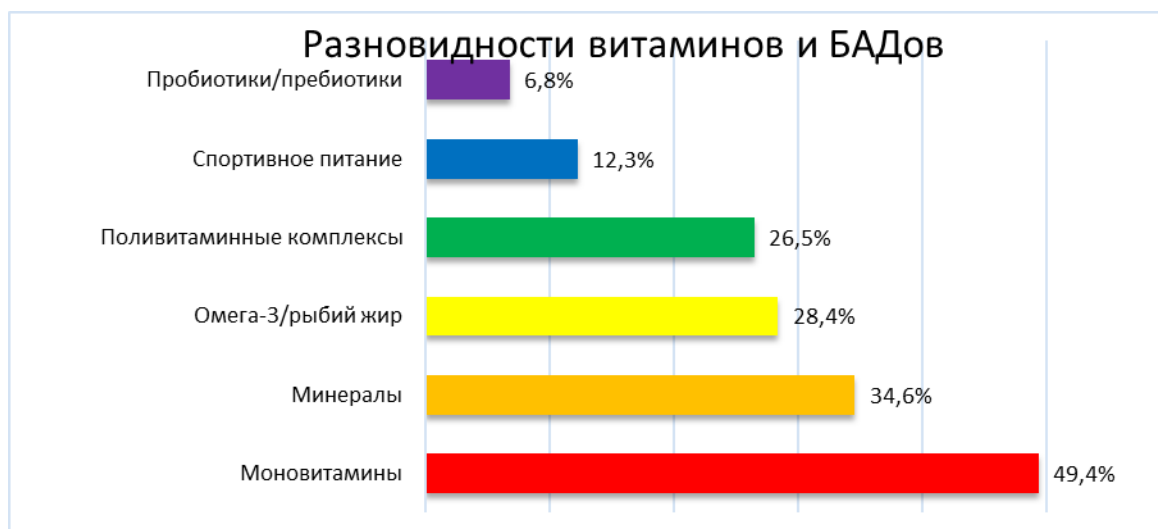


Диаграмма №1. Разновидности витаминов и БАДов.

Ведущим мотивом приёма БАДов стала профилактика дефицитных состояний и общее укрепление здоровья – эту причину указали 75,3% потребителей. Значительная часть респондентов также ориентировалась на укрепление иммунитета (43,2%) и улучшение когнитивных функций – памяти, концентрации внимания (39,5%). Повышение работоспособности и борьба с утомляемостью были важны для 33,3% опрошенных, а улучшение внешнего вида (состояния кожи, волос, ногтей) – для 27,8% респондентов, с выраженным гендерным дисбалансом: 30,3% девушек против 12,5% юношей. Каждый пятый (21,0%) принимал добавки по конкретным медицинским показаниям после консультации с врачом. (Диаграмма 2).



Диаграмма №2. Причины начала приёма витаминов и БАДов.

Основным источником информации о БАДах выступили рекомендации медицинских специалистов: на них полагались 53,1% студентов. При этом среди старшекурсников (5-6 курсы) эта доля достигала 66,7%, тогда как среди студентов младших курсов (1-2 курс) – лишь 46,8%. Научные публикации служили источником знаний для 23,5% респондентов, советы знакомых – для 23,5%. Консультации фармацевтов в аптеке были значимы для 10,5%, тогда как влияние блогеров и рекламы оставалось незначительным (7,4% и 5,6% соответственно).

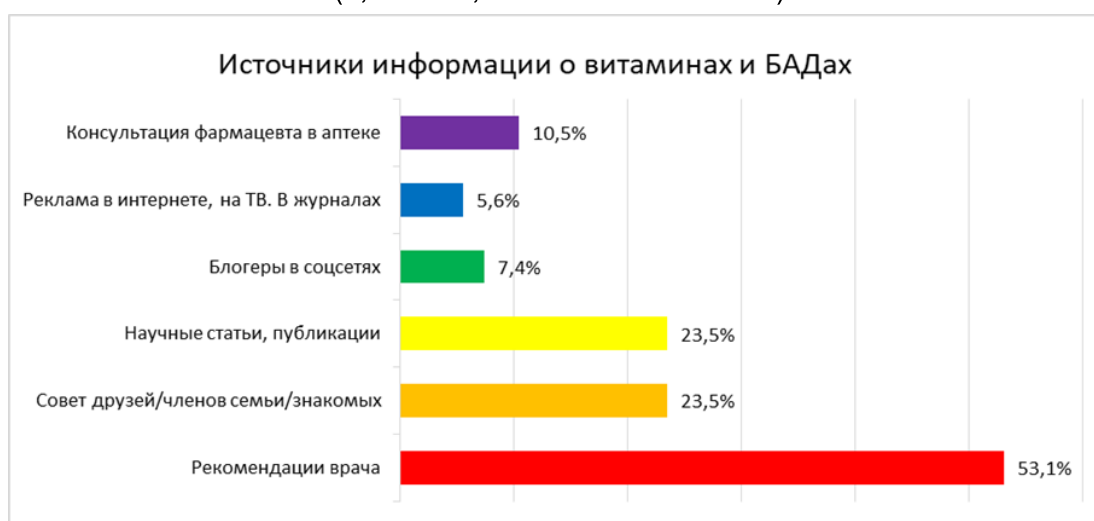


Диаграмма №3. Источники информации о витаминах и БАДах.

При выборе препаратов 41,4% студентов самостоятельно изучали информацию в интернете, 31,5% обязательно консультировались с врачом, а 12,3% ориентировались на известность бренда. Для незначительной части респондентов решающими были ценовой фактор (5,6%) или рекомендации друзей и родственников (6,2%).

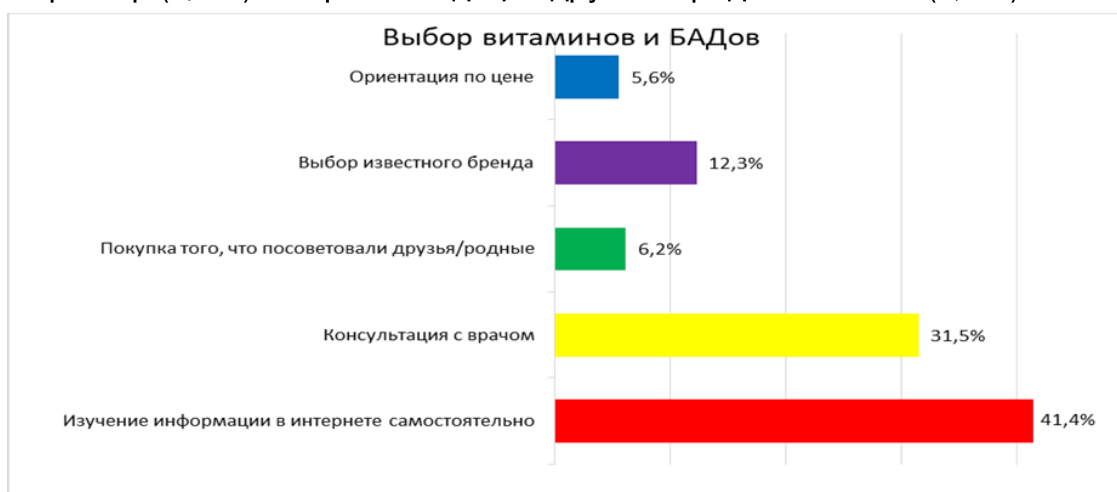


Диаграмма №4. Выбор витаминов и БАДов.

Доминирующим местом приобретения витаминов и БАДов оставались аптеки – через них покупки совершали 76,5% потребителей. Интернет-магазины использовали 43,2% студентов. Магазины спортивного питания посещали 8% респондентов, причем среди юношей эта доля была в 2,5 раза выше (20,8%). Наименьшей популярностью пользовались супермаркеты (2,5%) и сетевой маркетинг (1,9%).

Большинство потребителей (64,8%) отмечали положительный эффект от приёма добавок. Из них 30,9% наблюдали явно выраженный эффект, а 33,9% – скорее положительный, чем отсутствующий. Не ощутили никакого результата 8,6% респондентов, а 26,5% затруднились с оценкой.

Среди студентов, не принимающих БАДы (31,6%), основными причинами отказа служили уверенность в сбалансированности рациона питания (39,2%), скептическое отношение к эффективности добавок (24,3%), финансовые соображения (17,6%) и опасения относительно побочных эффектов (14,9%). Некоторые респонденты ссылались на неудобство режима приёма (10,8%) и недостаток информации (9,5%).

Относительно перспектив начала приема БАДов в будущем 44,6%, не принимающих в настоящее время студентов, ответили утвердительно, 32,4% – отрицательно, а 23,0% не определились с ответом.

Исследование демонстрирует высокую вовлеченность студенческой молодёжи медицинского вуза в практику употребления витаминных комплексов и БАДов. Характер потребления отличается осознанностью и целевой направленностью, опирается преимущественно на рекомендации специалистов и профилактическую ориентацию. Наблюдается чёткая динамика потребительского поведения в зависимости от курса обучения, что отражает процесс профессионального становления и роста медицинской грамотности.

Заключение. Полученные данные указывают на высокую степень осознанности и распространенности употребления витаминов и БАДов среди студентов государственного медицинского университета имени Н. Н. Бурденко ($n=237$, $p \leq 0,05$; 68,4% ($n=162$) - наибольшая доля потребителей зафиксирована среди будущих фармацевтов (85,7%), затем следуют студенты лечебного факультета (69,9%) и института стоматологии (64,7%); с увеличением курса у студентов отмечалась тенденция к увеличению приема БАДов: максимальные значения зафиксированы на 6-м курсе (80,0%), что свидетельствует о формировании осознанного потребительского выбора, учитывая изученную информацию самостоятельно и рекомендации врачей. Главным образом, это отражает прямое влияние медицинского образования на развитие нутрициологической грамотности для успешной профессиональной реализации в будущем. Студенты не просто руководствуются желанием внедрения витаминов и БАДов в пищу, а четкими целями – профилактикой дефицитных состояний и общим

укреплением здоровья, применяя конкретные моно- и поливитаминные комплексы, а также минеральные добавки и омега-3. Большинство опрошенных отмечают положительный эффект от приема как витаминов, так и биологически активных добавок. В то время как - скептицизм тех, кто отказывается от употребления, основывается на адекватной оценке своего рациона питания, а не на субъективных стереотипах. Стоит отметить, что студенты, не принимающие БАДы, рассматривают возможность начала приема в скором времени.

References

1. Витамины и Бады среди студентов / А. Н. Грищенко // Сборник материалов республиканской научно-практической конференции студентов и молодых ученых, посвященной 95-летию со дня рождения профессора Маслакова Дмитрия Андреевича, Гродно, 28–29 апреля 2022 года. – Гродно: Гродненский государственный медицинский университет, 2022. – С. 280-281.
2. Изучение использования БАД студентами-медиками / Я. О. Авакуменко, Н. А. Чудин // Мечниковские чтения-2024: Материалы 97-й Всероссийской научно-практической конференции студенческого научного общества с международным участием, Санкт-Петербург, 24–26 апреля 2024 года. – Санкт-Петербург: Северо-Западный государственный медицинский университет им. И.И. Мечникова, 2024. – С. 256-258.
3. Исследование отношения к употреблению БАД у студентов первых курсов / Я. А. Гутаревич // International Journal of Advanced Studies in Medicine and Biomedical Sciences. – 2025. – Т. 8, № 1. – С. 12-20.
4. Методы определения минимально необходимого объема выборки в медицинских исследованиях. Социальные аспекты здоровья населения / Наркевич А.Н., Виноградов К.А. // Сетевое издание, 2021.

PHYSICAL SCIENCES

UDC 530.145

Golikov D.S. Lax pair of the fermion model system

Пара Лакса модельной системы фермионов

Golikov Dmitriy Sergeevich,

researcher, Moscow State University, Faculty of Physics, Moscow

Голиков Дмитрий Сергеевич,

научный сотрудник, Физический факультет МГУ им. М.В. Ломоносова, г. Москва

Abstract. A system of identical fermions is considered. The Hamiltonian equations corresponding to the true symbol of the system are presented in equivalent form. Solutions to the equations of motion are obtained. An equivalent form of the Hamiltonian equations, which admits representation as a Lax pair, is considered.

Keywords: model system of fermions, true symbol, Hamiltonian equations, Lax pair

Аннотация. Рассмотрена система тождественных фермионов. Уравнения Гамильтона, соответствующие истинному символу системы, представлены в эквивалентной форме. Получены решения уравнений движения. Рассмотрена эквивалентная форма уравнений Гамильтона, допускающая представление в виде пары Лакса.

Ключевые слова: модельная система фермионов, истинный символ, уравнения гамильтона, пара Лакса

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

Рассмотрим систему N тождественных частиц массы m , подчиняющихся статистике Ферми-Дирака, которые находятся на трёхмерном торе T , длины сторон которого равны L_1, L_2, L_3 . Случай бозонов исследован в работе [1]. Будем считать, что потенциал взаимодействия ферми-частиц между собой имеет вид:

$$V(x, y) = V\left(\sqrt[3]{N}(x - y)\right), \quad (7.1)$$

где $V(x)$ – финитная чётная функция, $x, y \in T$. Отметим, что потенциал взаимодействия (формула (7.1)) зависит от N таким образом, что радиус потенциала взаимодействия уменьшается с увеличением числа частиц N .

Истинным символом ультравторично квантованной задачи будем называть функционал [2]

$$\begin{aligned} \mathcal{H}_\alpha[\Phi^+(\cdot), \Phi(\cdot)] = & \iint dx dy \Phi^+(x, y) \left(-\frac{\hbar^2}{2m} (\Delta_x + \Delta_y) + \alpha V(x, y) \right) \Phi(x, y) + \\ & + 2N \iint dx dy dx' dy' V(x, y) \Phi^+(x, y) \Phi^+(x', y') \Phi(x, x') \Phi(y', y), \end{aligned} \quad (7.2)$$

определенный для пары антисимметричных относительно перестановок аргументов функций $\Phi^+(x, y)$, $\Phi(x, y)$, заданных на $L_2(T_2)$, Δ_x — оператор Лапласа, действующий по аргументу x . Параметр $\alpha \in [0, 1]$ определяет степень учёта второго слагаемого в первом интеграле.

Из сохранения числа частиц в системе для функций $\Phi^+(x, y)$, $\Phi(x, y)$, следует условие

$$\iint dx dy \Phi^+(x, y), \Phi(x, y) = \frac{1}{2}. \quad (7.3)$$

СИСТЕМА УРАВНЕНИЙ ГАМИЛЬТОНА

Согласно асимптотическим методам [3], каждому решению нестационарной системы уравнений

$$i\dot{\Phi}(x, y, t) = \frac{\delta \mathcal{H}_\alpha}{\delta \Phi^+(x, y, t)}, \quad -i\dot{\Phi}^+(x, y, t) = \frac{\delta \mathcal{H}_\alpha}{\delta \Phi(x, y, t)}, \quad (7.4)$$

удовлетворяющему условию (7.3), в пределе при стремлении числа частиц к бесконечности соответствует асимптотическая серия собственных функций и собственных значений соответствующего оператора [2].

Для символа, определённого формулой (7.2), уравнения Гамильтона примут вид:

$$i\dot{\Phi}(x, y, t) = \left(-\frac{\hbar^2}{2m} (\Delta_x + \Delta_y) + \alpha V(x, y) \right) \Phi(x, y, t) + \\ + 2N \iint dx' dy' (V(x, y) + V(x', y')) \Phi^+(x', y', t) \Phi(x, x', t) \Phi(y', y, t), \quad (7.5)$$

$$-i\dot{\Phi}^+(x, y, t) = \left(-\frac{\hbar^2}{2m} (\Delta_x + \Delta_y) + \alpha V(x, y) \right) \Phi^+(x, y, t) + \\ + 2N \iint dx' dy' (V(x, x') + V(y, y')) \Phi(x', y', t) \Phi^+(x, x', t) \Phi(y', y, t). \quad (7.6)$$

Как было показано в работе [4], функции

$$\tilde{R}(x, y, t) = \sqrt{N} \Phi^+(x, y, t), \quad G(x, y, t) = 2N \int dz \Phi^+(x, z, t) \Phi(y, z, t), \\ R(x, y, t) = 2\sqrt{N} \left(\alpha \Phi(x, y, t) - \int dz \Phi(x, z, t) G(z, y, t) \right), \quad (7.7)$$

заданные на $L_2(T_2)$, обладающие в силу антисимметрии $\Phi^+(x, y)$, $\Phi(x, y)$ свойствами

$$R(x, y, t) = -R(y, x, t), \quad \tilde{R}(x, y, t) = -\tilde{R}(y, x, t) \\ \int dz G(x, z, t) G(z, y, t) = \int dz \tilde{R}(x, z, t) R(z, y, t) + \alpha G(x, y). \quad (7.8)$$

и нормировкой

$$\int dx G(x, x, t) = N, \quad (7.9)$$

удовлетворяют системе уравнений

$$i\dot{G}(x, y, t) = \frac{\hbar^2}{2m}(\Delta_x - \Delta_y)G(x, y, t) + \int dz (V(x, z) - V(y, z))\tilde{R}(x, z, t) R(z, y, t), \quad (7.10)$$

$$i\dot{R}(x, y, t) = \left(-\frac{\hbar^2}{2m}(\Delta_x + \Delta_y) + \alpha V(x, y) \right) R(x, y, t) - \int dz (V(x, z)R(x, z, t) G(z, y, t) + V(y, z)R(z, y, t)G(z, x, t)), \quad (7.11)$$

$$-i\dot{\tilde{R}}(x, y, t) = \left(-\frac{\hbar^2}{2m}(\Delta_x + \Delta_y) + \alpha V(x, y) \right) \tilde{R}(x, y, t) - \int dz (V(x, z)\tilde{R}(x, z, t) G(y, z, t) + V(y, z)\tilde{R}(z, y, t)G(x, z, t)), \quad (7.12)$$

если функции $\Phi^+(x, y)$, $\Phi(x, y)$ удовлетворяют системе уравнений Гамильтона (формулы (7.5), (7.6)).

ЭКВИВАЛЕНТНОЕ ОПЕРАТОРНОЕ УРАВНЕНИЕ

Далее произведём преобразование эквивалентных уравнений Гамильтона к виду одного операторного уравнения [5].

Рассмотрим нестационарные решения

$$\begin{aligned} G(x, y, t) &= G(x, y), \\ \tilde{R}(x, y, t) &= \tilde{R}(x, y)e^{i\Omega t}, \\ R(x, y, t) &= R(x, y)e^{-i\Omega t}. \end{aligned} \quad (7.13)$$

Подстановка общих нестационарных решений (7.13) в уравнения (7.10)-(7.12) приводит к стационарным уравнениям:

$$\frac{\hbar^2}{2m}(\Delta_x - \Delta_y)G(x, y) + \int dz (V(x, z) - V(y, z))\tilde{R}(x, z) R(z, y) = 0, \quad (7.14)$$

$$\begin{aligned} \Omega R(x, y) &= \left(-\frac{\hbar^2}{2m}(\Delta_x + \Delta_y) + \alpha V(x, y) \right) R(x, y) - \\ &- \int dz (V(x, z)R(x, z) G(z, y) + V(y, z)R(z, y)G(z, x)), \end{aligned} \quad (7.15)$$

$$\begin{aligned} \Omega \tilde{R}(x, y) &= \left(-\frac{\hbar^2}{2m}(\Delta_x + \Delta_y) + \alpha V(x, y) \right) \tilde{R}(x, y) - \\ &- \int dz (V(x, z)\tilde{R}(x, z) G(y, z) + V(y, z)\tilde{R}(z, y)G(x, z)). \end{aligned} \quad (7.16)$$

Оказывается, что, аналогично [6], эти уравнения можно записать в виде пары Лакса, то есть одного операторного уравнения.

Утверждение. Система уравнений (7.14)-(7.16) может быть записана в виде

$$[\hat{A}, \hat{L}]_- = 0. \quad (7.17)$$

Матрицы $\hat{A}, \hat{L}$ имеют вид:

$$\hat{A} = \begin{pmatrix} \hat{G} - \frac{\alpha}{2} & -\hat{R} \\ \hat{R} & \frac{\alpha}{2} - \hat{G}^T \end{pmatrix}, \quad \hat{L} = \begin{pmatrix} \hat{T} & -\hat{B} \\ \hat{B} & -\hat{T} \end{pmatrix}, \quad (7.18)$$

где $\hat{G}, \hat{R}, \hat{B}$ – операторы с ядрами $G(x, y), R(x, y), \tilde{R}(x, y), \hat{G}^T$ – транспонированный оператор с ядром $G(y, x)$, а ядра операторов матрицы $\hat{L}$ задаются следующим образом:

$$\begin{aligned} T(x, y) &= -\frac{\hbar^2}{2m} \Delta_x \delta(x - y) - \frac{\Omega}{2} \delta(x - y), \\ B(x, y) &= V(x, y) R(x, y), \\ \tilde{B}(x, y) &= V(x, y) \tilde{R}(x, y), \end{aligned}$$

где $\delta(\cdot)$ – дельта-функция Дирака.

Доказательство. Действительно, запишем равенства (7.17) по элементам:

$$\begin{aligned} \hat{G}\hat{T} - \hat{R}\hat{B} - \hat{T}\hat{G} + \hat{B}\hat{R} &= 0, \\ \hat{R}\hat{T} - \hat{G}^T\hat{B} - \hat{B}\hat{G} + \hat{T}\hat{R} + \alpha\hat{B} &= 0, \\ \hat{R}\hat{T} - \hat{G}\hat{B} - \hat{B}\hat{G}^T + \hat{T}\hat{R} + \alpha\hat{B} &= 0, \\ \hat{G}^T\hat{T} - \hat{R}\hat{B} + \hat{B}\hat{R} - \hat{T}\hat{G}^T &= 0. \end{aligned}$$

Представляя произведения операторов через свёртку их ядер, получим, что первые три уравнения в точности совпадают с уравнениями (7.14)-(7.16), а четвёртое уравнение

$$-\frac{\hbar^2}{2m} (\Delta_x - \Delta_y) G(y, x) - \int dz (V(x, z) - V(y, z)) R(x, z) \tilde{R}(z, y) = 0$$

взаимной заменой x на y , приводится к уравнению (7.14).

References

1. Maslov V.P. // TMP. 2005. V. 143. № 3. P. 307-327.
2. Golikov D.S. // VMU. 2009. № 1. P. 23-26.
3. Maslov V.P., Shvedov O.Yu. // Complex germ method in many-particle problems and quantum field theory. M.: URSS. 2000.
4. Golikov D.S. School of Science, 2022. V. 51, № 2. P. 1-2.
5. Maslov V.P., Ruuge A.E. // Math. Notes. 1999. №66:5. P. 792-796.
6. Koval G.V., Maslov V.P. // Math. Notes. 2007. № 82:1. P. 52-57.

SCIENTIFIC METHODS AND TECHNOLOGIES

UDC 519.53

Sysa V.E., Demikhov A.D., Bogacheva E.V. Common statistical analysis errors in scientific articles and how to avoid them

Типичные ошибки статистического анализа в научных статьях и как их избежать

Sysa Vyacheslav Eduardovich,

Student of the 3rd year group 16 Faculty of Medicine
Voronezh State Medical University named after N.N. Burdenko

Demikhov Andrey Dmitrievich,

Student of the 3rd year group 16 Faculty of Medicine
Voronezh State Medical University named after N.N. Burdenko

Bogacheva Elena Vasilevna

Ph.D, Associate Professor
Department of Management in
Health Care Department,
Voronezh State Medical University
named after N.N. Burdenko

Сыса Вячеслав Эдуардович,
студент Лечебного факультета 3 курса 16 группы
Воронежский государственный медицинский
университет им. Н.Н. Бурденко
Демихов Андрей Дмитриевич,
студент Лечебного факультета 3 курса 16 группы
Воронежский государственный медицинский
университет им. Н.Н. Бурденко
Богачёва Елена Васильевна
кандидат физико-математических наук,
доцент кафедры Управления в здравоохранении,
Воронежский государственный медицинский
университет им. Н.Н. Бурденко

Аннотация. Статистический анализ является неотъемлемой частью современных биомедицинских исследований. Однако некорректное применение статистических методов может привести к неверным выводам и снизить ценность научной работы. В данной статье рассматриваются наиболее распространенные ошибки статистического анализа, такие как псевдорепликация, игнорирование проверки предпосылок параметрических тестов, *p-hacking* и смешение корреляции с причинно-следственной связью. Представлены рекомендации по их предотвращению для повышения достоверности и воспроизводимости научных результатов.

Ключевые слова: статистический анализ, ошибки, псевдорепликация, *p-hacking*, нормальность распределения, корреляция, причинно-следственная связь.

Abstract. *Statistical analysis is an integral part of modern biomedical research. However, the incorrect application of statistical methods can lead to erroneous conclusions and reduce the value of scientific work. This article discusses the most common errors in statistical analysis, such as pseudoreplication, ignoring the verification of parametric test assumptions (normality, homogeneity of variances), p-hacking, and confusion between correlation and causation. Recommendations for their prevention are presented to improve the reliability and reproducibility of scientific results.*

Keywords: *statistical analysis, errors, pseudoreplication, p-hacking, normality of distribution, correlation, causation.*

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

Актуальность. Грамотное применение статистических методов – залог достоверности выводов в любой научной дисциплине, особенно в медицине и биологии. Несмотря на широкую доступность статистических пакетов, количество публикаций с методологическими ошибками в анализе данных остается высоким [1, 2]. Это приводит к публикации неверных результатов, искажению научной картины мира и, в конечном счете, может повлиять на клинические решения. Проведенные обзоры показывают, что такие ошибки, как псевдорепликация и некорректное использование значения p , встречаются в значительном проценте статей в ведущих рецензируемых журналах [3].

Цель исследования систематизировать типичные ошибки статистического анализа в научных статьях и предложить практические рекомендации по их предотвращению.

Материалы и методы исследования. Для выявления и анализа типичных ошибок был проведен систематический обзор отечественных и зарубежных публикаций по методологии статистического анализа в медико-биологических науках за период 2015-2024 гг. Акцент был сделан на работы, посвященные критике распространенных статистических практик и разработке руководств по надлежащему применению статистических методов.

Результаты.

1. Псевдорепликация. Одна из наиболее частых и серьезных ошибок в биомедицинских исследованиях. Псевдорепликация возникает, когда за независимые наблюдения принимаются множественные измерения, полученные от одного и того же объекта (например, измерение показателя в нескольких точках одного органа у одного пациента), или, когда данные имеют иерархическую структуру (например, студенты в группах, клетки в чашках Петри), а анализ проводится без учета этой структуры [4]. Это искусственно завышает объем выборки (n) и увеличивает риск получения ложноположительных результатов (ошибка I рода).

Как избежать: Использовать методы, учитывающие кластерную или иерархическую природу данных: смешанные линейные модели (mixed models), обобщенные оценочные уравнения (GEE) или проводить анализ на уровне усредненных по объекту наблюдений.

2. Игнорирование проверки предпосылок параметрических тестов. Параметрические тесты (такие как t-критерий Стьюдента, ANOVA) требуют соблюдения определенных условий: нормальность распределения данных и гомогенность (равенство) дисперсий в сравниваемых группах. Применение этих тестов без предварительной проверки предпосылок может сделать результаты некорректными.

Как избежать:

Нормальность: Проверять с помощью тестов (Шапиро-Уилка, Колмогорова-Смирнова) и графических методов (Q-Q plot).

F16 =ЕСЛИ(F3=0,1;F12)+ЕСЛИ(F3=0,05;F13)+ЕСЛИ(F3=0,01;F14)												
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
1	Лаб.	работа 9.	Критерий Шапиро-Уилка									
2	i	X	(Xi-Xcp) ²				n-i+1	X _{n-i+1}	Xi	X _{n-i} +1-Xi	a _{n-i+1}	произвед
3	1	434	529		α=	0,05	30	478	434	44	0,42499	18,69956
4	2	436	441		x cp =	457	29	477	436	41	0,29415	12,060277
5	3	443	196		nm ₂	3960	28	473	443	30	0,24907	7,472148
6	4	444	169		n=	30	27	472	444	28	0,21579	6,042106
7	5	445	144		k=	15	26	471	445	26	0,18722	4,867824
8	6	446	121		b=	62,1334	25	468	446	22	0,16244	3,57368
9	7	446	121		b ² =	3860,56	24	466	446	20	0,14125	2,82506
10	8	447	100		W=	0,97489	23	466	447	19	0,12159	2,3101321
11	9	448	81				22	465	448	17	0,10356	1,76052
12	10	451	36		W _{0,1} =	0,93865	21	462	451	11	0,0866	0,9525615
13	11	452	25		W _{0,05} =	0,92805	20	462	452	10	0,06988	0,69876
14	12	452	25		W _{0,01} =	0,90097	19	462	452	10	0,05372	0,53724
15	13	453	16				18	460	453	7	0,03801	0,266077
16	14	456	1		Wтабл =	0,92805	17	459	456	3	0,0225	0,067494
17	15	458	1				16	458	458	0	0,00784	0
18	16	458	1	РАСПРЕД.	НОРМАЛЬНОЕ		0	ЛОЖЬ	ЛОЖЬ	0	-0,00657	0
19	17	459	4				0	ЛОЖЬ	ЛОЖЬ	0	-0,02056	0
20	18	460	9				0	ЛОЖЬ	ЛОЖЬ	0	-0,03406	0
21	19	462	25				0	ЛОЖЬ	ЛОЖЬ	0	-0,03919	0
22	20	462	25				0	ЛОЖЬ	ЛОЖЬ	0	-0,05055	0
23	21	462	25				0	ЛОЖЬ	ЛОЖЬ	0	-0,06182	0
24	22	465	64				0	ЛОЖЬ	ЛОЖЬ	0	-0,07318	0
25	23	466	81				0	ЛОЖЬ	ЛОЖЬ	0	-0,08429	0
26	24	466	81				0	ЛОЖЬ	ЛОЖЬ	0	-0,05658	0
27	25	468	121				0	ЛОЖЬ	ЛОЖЬ	0	0,0035	0
28	26	471	196				0	ЛОЖЬ	ЛОЖЬ	0		0

Рисунок 1. Проверка на нормальность распределения (Тест Шапиро-Уилка).

При нарушении нормальности использовать непараметрические аналоги (Манна-Уитни, Краскала-Уоллиса) или преобразования данных.

Гомогенность дисперсий: Проверять с помощью теста Левена или Бартлетта. При неоднородности дисперсий использовать модификации параметрических тестов (например, t-критерий Уэлча, поправку Уэлча в ANOVA).

3. "P-hacking" (подбор данных до достижения значимости). Эта практика включает множественное проведение анализа с небольшими изменениями (исключение выбросов, добавление/удаление ковариат, различные способы группировки данных) до

тех пор, пока не будет получено статистически значимое значение $p < 0,05$. Это приводит к ложному завышению числа значимых результатов [5].

Как избежать: Заранее планировать дизайн исследования и стратегию анализа в протоколе. Использовать поправки на множественные сравнения (Бонферрони, ФДР). Отчитываться обо всех проведенных анализах, а не только о значимых. Регистрировать исследование до начала сбора данных.

4. Путаница между корреляцией и причинно-следственной связью. Обнаружение статистической связи между двумя переменными (корреляции) не означает, что одна переменная является причиной изменения другой. Наличие связи может быть обусловлено действием третьей, скрытой переменной (confounding factor) или простым совпадением.

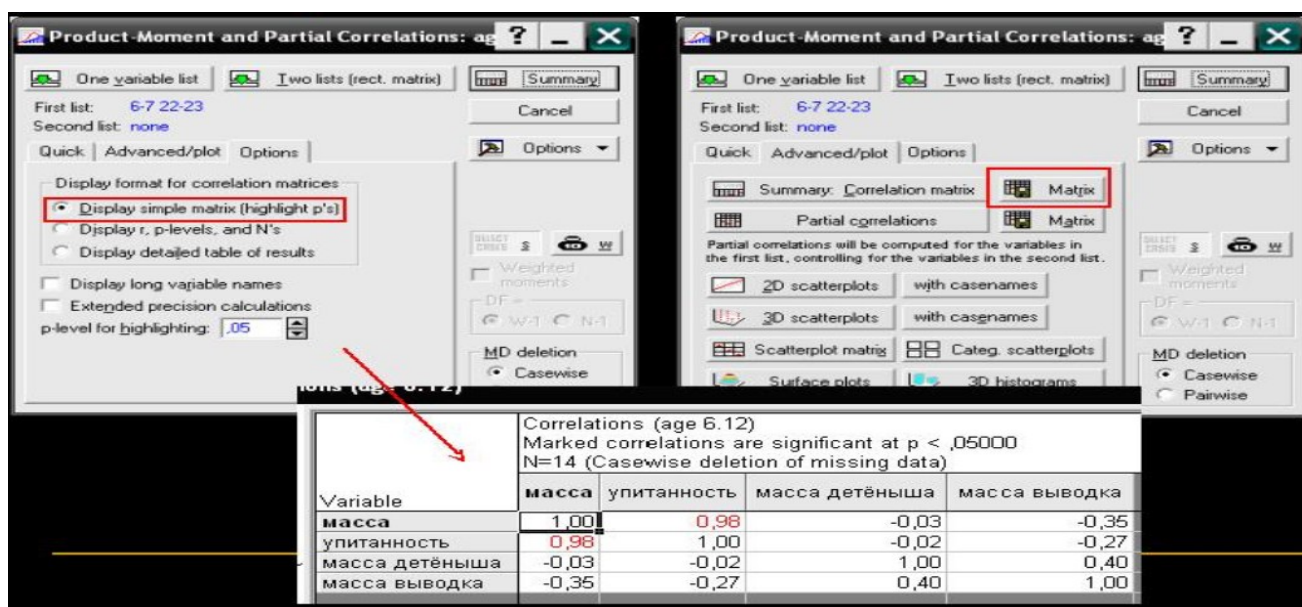


Рисунок 2. Пример путаницы между корреляцией и причинно-следственной связью.

Как избежать: Интерпретировать результаты корреляционного анализа с осторожностью. Для установления причинно-следственной связи необходимо планирование специальных исследований (рандомизированные, контролируемые испытания, лонгитюдные когортные исследования) и применение специальных методов анализа (инструментальные переменные, методы оценки склонностей. [2].

Закключение. Предотвращение распространенных статистических ошибок требует от исследователей повышения уровня методологической грамотности и строгого следования принципам планирования исследования и анализа данных. Соблюдение изложенных рекомендаций позволит повысить достоверность, надежность

и воспроизводимость научных результатов в медико-биологических исследованиях, что является краеугольным камнем доказательной медицины.

References

1. Реброва О.Ю. Статистический анализ медицинских данных. Применение пакета прикладных программ STATISTICA. – 3-е изд. – М.: Медиа Сфера, 2022. – 312 с.
2. Гржибовский А.М., Иванов С.В., Горбатова М.А. Анализ номинальных данных в научных исследованиях: от описательной статистики к логистической регрессии // Наука и Здравоохранение. – 2020. – Т. 22, № 5. – С. 5-16.
3. Гржибовский А.М. P-value: что это такое и как его правильно интерпретировать? // Экология человека. – 2021. – № 12. – С. 55-62.
4. Каприн А.Д., Куташов Е.А., Романов И.С. Методологические ошибки при планировании и статистической обработке данных в биомедицинских исследованиях // Бюллетень сибирской медицины. – 2023. – Т. 22, № 1. – С. 16-25.
5. Федоров А.С., Потапов А.В. Проблема p-hacking в научных публикациях и способы её решения // Вестник РГМУ. – 2022. – № 3. – С. 102-107.
6. Смирнов А.А., Орлова Д.И. Проблемы статистической обработки данных в современных медицинских исследованиях // Вестник РАМН. – 2022. – Т. 77, № 3. – С. 45-52.
7. Лебедева М.К., Воронцов А.С. Проблема p-hacking в российских научных публикациях: анализ и пути решения // Научные исследования и разработки. – 2023. – Т. 11, № 4. – С. 112-120.

UDC 004.414

Zaytsev A. A methodological approach to solving the problem of designing information-computing knowledge processing systems

Методологический подход к решению проблемы построения
информационно-вычислительных систем обработки знаний

Zaytsev Anatoly

Senior Lecturer, Department of «Computational and Radioelectronical Systems»,
East Siberia State University of Technology and Management

Зайцев А.Ф.

старший преподаватель, кафедра «Вычислительные и радиоэлектронные системы»,
Восточно-Сибирский государственный университет технологий и управления

Abstract. Modern information technologies occupy a central place in various areas of human activity. One of the most promising IT-fields is the construction of various information-computing systems for knowledge processing with the aim of supporting or obtaining solutions. System analysis is a methodological framework that can be applied to solve the problem of building information-computing systems. The use of system analysis methodology in solving this problem is accompanied by the definition and formulation of a number of general tasks (decomposition, analysis, synthesis, design, implementation, evaluation) that require the application of various methods to solve them. Thus, the application of various methods of system analysis allows for a comprehensive analysis and synthesis of information-computing systems in the process of their construction. The research revealed that the application of various methods of system analysis provides a comprehensive solution to the tasks set and also allows for a more systematic and methodological approach to solving the problem of building information-computing systems.

Keywords: systems analysis methodology, information-computing systems, information systems analysis, information systems modeling, information systems design, knowledge processing systems

Аннотация: Современные информационные технологии занимают центральное место в различных областях человеческой деятельности. Одним из наиболее перспективных ИТ-направлений является построение различных информационно-вычислительных систем обработки знаний с целью поддержки принятия или получения решений. Системный анализ представляет собой методологическую основу, которую можно применять для решения проблемы построения различных информационно-вычислительных систем. Использование методологии системного анализа при решении данной проблемы сопровождается определением и постановкой ряда общих задач (декомпозиции, анализа, синтеза, проектирования, реализации, оценки), требующих применения различных методов для их решения. В результате исследования было выявлено, что применение различных методов системного анализа позволяет выполнять всесторонний анализ и синтез информационно-вычислительных систем, а также обеспечивает комплексное решение поставленных задач и позволяет сформировать более систематизированный методологический подход к решению проблемы построения информационно-вычислительных систем обработки знаний.

Ключевые слова: методология системного анализа, информационно-вычислительные системы, анализ информационных систем, моделирование информационных систем, проектирование информационных систем, компьютерные системы обработки знаний

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

1. Введение.

Современные информационные технологии играют ключевую роль в различных областях человеческой деятельности. Одним из наиболее перспективных ИТ-направлений является построение информационно-вычислительных систем обработки знаний [1]. Подобные программно-технические системы (расчетно-логические, экспертные, интеллектуальные) предназначены для автоматизации процессов анализа больших объемов данных с целью выявления в них различных закономерностей, а также формирования и выдачи обоснованных решений на основе использования знаний.

Системный анализ представляет собой методологическую основу, которую можно применять для решения проблемы построения различных информационно-вычислительных систем [2]. Использование методологии системного анализа в данном направлении сопровождается постановкой ряда задач, требующих разработки и применения разнообразных методов для их решения. Методы системного анализа позволяют проводить всесторонний анализ и синтез систем, выявлять оптимальные взаимосвязи между их элементами, определять их структуру и архитектуру, а также разрабатывать более эффективные алгоритмы анализа, управления и обработки информации [3].

Объектом исследования являются информационно-вычислительные системы обработки знаний (расчетно-логические, экспертные, интеллектуальные). Предметом исследования являются принципы и методы системного анализа, применяемые для решения проблемы построения информационно-вычислительных систем обработки знаний. Целью работы является исследование теоретических аспектов применения методологии системного анализа в контексте решения проблемы построения информационно-вычислительных систем обработки знаний. Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

1. Рассмотреть фундаментальные понятия, принципы и методы системного анализа.
2. Определить решаемые задачи и выделить основные используемые методы при построении информационно-вычислительных систем.
3. Сформировать и описать основные этапы методологического подхода к решению проблемы построения информационно-вычислительных систем.
4. Предложить различные дополнительные решения возникающих сложностей в процессе построения информационно-вычислительных систем обработки знаний.

2. Материалы и методы.

Системный анализ – это методология (совокупность принципов и методов), позволяющая исследовать различные ситуации, процессы и явления, а также строить сложные технические объекты и системы, состоящие из множества взаимосвязанных элементов [4].

Особенностью методологии системного анализа является совокупность используемых общенаучных, количественных и качественных методов. Исследователи в своих подходах к решению различных проблем могут как комбинировать различные методы, так и использовать их по отдельности. В соответствии с этим все методы системного анализа подразделяются на несколько укрупнённых групп:

1) общенаучные методы – декомпозиция, анализ, синтез, описание, сравнение, систематизация, агрегация, обобщение, абстрагирование, структуризация, формализация, моделирование, проектирование, алгоритмизация, эксперимент, тестирование, оценивание и другие;

2) количественные (формальные) методы – аналитические, логические, численные, математическое моделирование, теоретико-множественные, графоаналитические, комбинаторные, статистические, вероятностные, компьютерные, семиотические, лингвистические и другие [5–8];

3) качественные (эвристические) методы – дерево целей, метод сценариев, метод аналогий, морфологический ящик, букет проблем, мозговая атака, коллективная генерация идей, методы «Дельфи», наблюдение, экспертные оценки и другие.

В зависимости от степени структурированности и сложности существующей проблемы на этапах её решения может быть использован один или несколько методов системного анализа. При этом на разных этапах решения могут учитываться и различные базовые принципы системного анализа, например, при решении проблемы построения информационно-вычислительных систем это могут быть:

1) принцип целеполагания – система стремится к определенному предпочтительному состоянию, выступающему в качестве заданной цели;

2) принцип целостности – система рассматривается как единое целое, состоящее из совокупности отдельных частей;

3) принцип модульности – система разделяется на части (подсистемы, компоненты, модули, элементы) для более детального их анализа;

4) принцип иерархичности – система представляется в виде иерархии уровней, где на каждом уровне имеются свои цели и задачи;

5) принцип оптимальности – система может быть приведена в состояние наилучшего функционирования с точки зрения некоторого критерия;
6) и некоторые другие [9–11].

Построение различных программно-технических систем представляется в общем виде и ассоциируется в сознании человека как процесс решения некоторой комплексной проблемы. А использование методологии системного анализа при решении любой существующей проблемы как раз позволяет сформировать обобщенный методологический подход к ее решению в виде последовательности из четко определенных этапов.

3. Результаты и обсуждение.

Построение любой информационно-вычислительной системы (как процесс решения комплексной проблемы) может быть выполнено с применением следующего предложенного методологического подхода, состоящего из последовательности этапов, на каждом из которых при помощи различных методов решаются определенные поставленные задачи:

Этап 1 – задача декомпозиции системы. На текущем этапе проводится исследование предметной области [12], выявление основных понятий, закономерностей, элементов и связей между ними. Необходимо чётко сформулировать требования к цели и задачам, которые должна решать система, определить входные данные для обработки, а также выходные результаты, которые должны быть получены в рамках решаемых системой задач. Кроме этого, необходимо осуществить подбор методов и алгоритмов решения. Для решения задачи декомпозиции можно применять метод декомпозиции, а также методы системного анализа (элементного, структурного, функционального, компонентного, иерархического и другие).

Этап 2 – задача анализа системы. На данном этапе детально анализируются все элементы, параметры и функции, которые будут использоваться в системе при обработке информации [13, 14]. Для решения задачи анализа можно использовать: формальные методы моделирования, методы системного анализа (параметрического, структурного, функционального, сценарного, факторного, ретроспективного), метод SWOT-анализа и другие.

Этап 3 – задача синтеза системы. На текущем этапе происходит объединение отдельных выделенных элементов в одно целое – систему. Часто для решения данной задачи применяется метод математического моделирования, который позволяет осуществить синтез, собирая вместе все элементы, параметры и функции в виде математической модели, отражающей важнейшие части системы [15]. Для решения

задачи синтеза системы используются: формальные методы моделирования, методы системного синтеза (структурного, функционального, компонентного, морфологического), метод композиции, метод аналогий и другие.

Этап 4 – задача построения архитектуры системы. На данном этапе строится архитектура системы [16], разрабатываются алгоритмы, определяются модули и компоненты [17] системы, а также интерфейсы их взаимодействия, создаются различные виды схем и документация. Для решения задачи построения архитектуры применяются: методы системного анализа, методы проектирования, графические методы (блок-схемы, диаграммы) [18], метод шаблонов (паттернов) и другие.

Этап 5 – задача реализации алгоритмов системы. На текущем этапе осуществляется разработка и конструирование системы на основе реализации алгоритмов, записываемых в виде кода программ [19]. Для решения задачи реализации системы можно использовать: метод декомпозиции, метод пошаговой детализации, метод агрегации, графические методы (диаграммы и блок-схемы алгоритмов), методы программирования (кодирования), методы отладки программ и другие.

Этап 6 – задача оценки эффективности системы. На данном этапе проводится настройка параметров, тестирование и оценка эффективности работы реализованных алгоритмов системы с целью достижения наилучших результатов производительности и качества [20]. Для решения задачи оценки эффективности работы системы применяются: методы системного анализа (сравнительного, параметрического, факторного, стохастического, сценарного), методы тестирования, критериальный метод, нормативный метод, эвристические методы, методы экспертных оценок и другие.

При решении проблемы построения информационно-вычислительных систем обработки знаний с использованием предложенного выше подхода на различных определенных этапах можно столкнуться с некоторыми дополнительными сложностями:

1) во многих предметных областях существуют разнородные виды (типы) знаний, а также сложные множественные взаимоотношения между ними (прямые и обратные), что затрудняет быстрое построение систем обработки знаний;

2) для эффективной обработки знаний в информационно-вычислительных системах требуется глубокая интеграция экспертных знаний и опыта различных специалистов из выбранных предметных областей, что усложняет процесс построения подобных систем;

3) в условиях быстро меняющейся информационной среды информационно-вычислительные системы обработки знаний должны иметь возможность часто

обновляться, чтобы постоянно адаптироваться к новым условиям и постановкам решаемых прикладных задач.

Для устранения выявленных выше сложностей и построения информационно-вычислительных систем обработки знаний предлагаются следующие решения:

1) разработка и использование специализированных программных инструментальных средств и баз знаний, а также систем анализа и логического вывода информации, учитывающих специфику предметных областей [21]. Основная идея предложенного решения заключается в интеграции различных моделей представления знаний и методов обработки данных, в результате чего строятся гибридные системы обработки информации;

2) разработка гибких и масштабируемых архитектур информационно-вычислительных систем обработки знаний, позволяющих легко вносить изменения. Смысл предложенного решения заключается в построении агентно-модульных или многоагентных архитектур, позволяющих в результате быстро модифицировать и добавлять в систему новые функциональные возможности и адаптироваться к решению различных задач обработки информации [22];

3) разработка и применение методов искусственного интеллекта для обработки символьной информации в виде текстов на каком-либо естественном языке [23, 24]. Суть предложенного решения заключается в автоматизации процесса анализа и извлечения содержащихся знаний из текстов, в результате чего в системах появляется возможность пополнения баз знаний на основе разных текстовых описаний и постановок задач, а также возможность выдачи новых релевантных результатов.

4. Заключение и выводы.

В процессе исследования были рассмотрены теоретические аспекты применения методологии системного анализа в контексте решения проблемы построения информационно-вычислительных систем обработки знаний и решены следующие задачи:

1. Рассмотрены основные понятия, принципы и методы системного анализа.
2. Определены основные задачи и используемые методы для решения проблемы построения информационно-вычислительных систем.
3. Сформированы и описаны основные этапы методологического подхода к решению проблемы построения информационно-вычислительных систем.
4. Предложены решения для устранения часто возникающих сложностей при построении информационно-вычислительных систем обработки знаний.

В результате исследования было выявлено, что применение различных методов системного анализа обеспечивает комплексное решение поставленных задач, а также

позволяет сформировать систематизированный методологический подход к решению проблемы построения информационно-вычислительных систем. Систематизация и правильное применение необходимых методов системного анализа способствует построению более эффективных, надежных и безопасных информационно-вычислительных систем обработки знаний.

References

1. Степанов М.Ф. Системный подход к представлению знаний о киберфизических системах автоматического управления / М.Ф. Степанов, А.М. Степанов, О.М. Степанова // Математические методы в технологиях и технике. – 2022. – № 10. – С. 85-89.
2. Слободянюк Л.А. Системный анализ и постановка задачи оптимизации производственного расписания обработки металлоконструкций / Л.А. Слободянюк, О.Е. Шашихина, Я.А. Ковальчук // Математические методы в технологиях и технике. – 2021. – № 1. – С. 41-44.
3. Петров Д.Ю. Системный анализ функционирования непрерывного производства / Д.Ю. Петров // Математические методы в технологиях и технике. – 2021. – № 6. – С. 113-118.
4. Зайцев А.Ф. Подход и особенности использования методологии системного анализа в области компьютерных наук / А.Ф. Зайцев // Модернизация научной инфраструктуры и цифровизация образования : Материалы XI Международной научно-практической конференции. В 2-х частях, Ростов-на-Дону, 23 июня 2021 года. Том Часть 1. – Ростов-на-Дону: ООО "Издательство ВВМ", 2021. – С. 60-66. – EDN MOMFVR.
5. Яковлев Е.И. Сравнительный анализ видов моделирования / Е.И. Яковлев, А.П. Ремезова // Математическое и программное обеспечение систем в промышленной и социальной сферах. – 2023. – Т. 11, № 1. – С. 26-30.
6. Меняйлов Д.В. Особенности моделирования сложных систем / Д.В. Меняйлов, А.П. Преображенский // Вестник Воронежского института высоких технологий. – 2021. – № 3(38). – С. 29-31.
7. Солопов Д.М. Применение имитационного моделирования / Д.М. Солопов, И.С. Пугач, М.С. Колдин // Наука и Образование. – 2023. – Т. 6, № 2. – С. 11-16.
8. Рахимов А.А. Компьютерное и математическое моделирование как метод научного познания явлений, процессов, систем различной природы и образования / А.А. Рахимов // Вестник Вологодского государственного университета. Серия: Технические науки. – 2024. – № 4(26). – С. 51-54.

9. Зайцева А.А. Принципы системного анализа в геоинформационных системах / А.А. Зайцева, А.В. Линкина // Вестник Воронежского института высоких технологий. – 2022. – № 2(41). – С. 77-79.
10. Гарминович Н.А. Использование приемов системного анализа информации при обучении математике / Н.А. Гарминович // Наука и Образование. – 2024. – Т. 7, № 4. – С. 26-33.
11. Алтынников М.С. Роль системного анализа в бизнесе / М.С. Алтынников, В.И. Любимцев // Международный журнал информационных технологий и энергоэффективности. – 2023. – Т. 8, № 3. – С. 44-49.
12. Киселев Н.К. Системный анализ предметной области и создание актуальной модели базы данных «Научная деятельность студентов вуза» / Н.К. Киселев, К.А. Ковалева // Современные инновации, системы и технологии. – 2024. – Т. 4, № 4. – С. 125-140.
13. Зайцев А.Ф. Системный анализ информационной системы логико-математического моделирования / А.Ф. Зайцев, В.А. Кравченко, Д.Ш. Ширапов // Математика, ее приложения и математическое образование (МПМО'20) : Материалы VII Международной конференции, Улан-Удэ, 07–12 сентября 2020 года. – г. Улан-Удэ: Восточно-Сибирский государственный университет технологий и управления, 2020. – С. 99-100. – EDN XMRWPF.
14. Зайцев А.Ф. Анализ эффективности автоматизированной системы логико-математического моделирования динамических систем / А.Ф. Зайцев, В.А. Кравченко, Д.Ш. Ширапов // Кооперация науки и общества: проблемы и перспективы : сборник статей по итогам Международной научно-практической конференции, Уфа, 19 февраля 2021 года. – Sterlitaamak: Общество с ограниченной ответственностью "Агентство международных исследований", 2021. – С. 80-87. – EDN YIQDPV.
15. Цебренок К.Н. Моделирование информационной системы взаимодействия с клиентами / К.Н. Цебренок // Международный журнал гуманитарных и естественных наук. – 2024. – № 8-2(95). – С. 171-174. – doi: 10.24412/2500-1000-2024-8-2-171-174
16. Дулесов А.С. Модель архитектуры ИТ-решений: создание, генерация решений / А.С. Дулесов, Р.А. Андреев, А.А. Коновалов // Современные инновации, системы и технологии. – 2024. – Т. 4, № 2. – С. 212-220. – doi: 10.47813/2782-2818-2024-4-2-0212-0220
17. Савинский П.С. Проектирование компонентов мультиагентной системы электронного документооборота / П.С. Савинский, И.М. Кулакова // Современные технологии и научно-технический прогресс. – 2024. – № 1. – С. 161-162.

18. Игнатьева А.В. UML-моделирование информационной системы для автоматизации формирования ассортимента товаров / А.В. Игнатьева, Е. С. Васева // Научное обозрение. Технические науки. – 2022. – № 4. – С. 22-27. – doi: 10.17513/srts.1405
19. Терещенко К.А. Применение подхода «Архитектура как код» при формировании крупных экосистем / К.А. Терещенко, Р.В. Мальчева // Информатика и кибернетика. – 2024. – № 1(35). – С. 33-38.
20. Вахрушев А.В. Системный подход в качестве надежности информационных систем / А.В. Вахрушев // Международный журнал информационных технологий и энергоэффективности. – 2024. – Т. 9, № 4(42). – С. 120-127.
21. Зайцев А.Ф. Обзорный анализ и классификация программных инструментальных средств для реализации экспертных систем / А.Ф. Зайцев // Технические науки: проблемы и решения : сборник статей по материалам LXXVIII международной научно-практической конференции, Москва, 17 ноября 2023 года. – Москва: Общество с ограниченной ответственностью "Интернаука", 2023. – С. 22-34. – EDN DSKUVY.
22. Зайцев А.Ф. Агентно-модульный подход к проектированию и реализации программных систем на основе имитационного моделирования / А.Ф. Зайцев // System Analysis and Mathematical Modeling. – 2023. – Т. 5, № 3. – С. 338-349. – doi: 10.17150/2713-1734.2023.5(3).338-349
23. Кривченков Г.М. Использование искусственного интеллекта в области вычислительных технологий / Г.М. Кривченков, А.Л. Ткаченко // Вестник Калужского университета. – 2023. – № 4(61). – С. 85-89.
24. Лаштабега Е.А. Методы повышения эффективности и производительности вычислительных систем на основе технологий искусственного интеллекта / Е.А. Лаштабега, Н.И. Лиманова, В.В. Козлов // Бюллетень науки и практики. – 2024. – Т. 10, № 7. – С. 392-396.

STANDARDIZATION AND QUALITY

UDC 338.4, 641/642

Boyarshinova V.K., Leskina E.A. Using control methods to improve the quality of food services

Использование методов контроля для повышения качества услуг питания

Boyarshinova V.K., Leskina E.A.

Scientific supervisor - **Timakova R.T.**

Ural State University of Economics, Yekaterinburg,

Бояршинова В.К., Лескина Е.А.

Научный руководитель - Тимакова Р.Т.

Уральский государственный экономический университет, Екатеринбург

Abstract. The safety of food products produced at food production facilities and catering facilities is determined by a set of measures aimed at systematizing the approach to quality traceability at all stages of the production cycle and when providing catering services in the consumer market. Existing technical regulations, standards, technical specifications, sanitary norms, and rules establish quantitative safety limits as reference points. The HACCP system, as a unified approach, promotes the implementation of safe processes and the production of safe food products. The article is devoted to the study of methods of quality control of catering services with a focus on the HACCP system – the main tool for managing food safety. The structure of the HACCP system is considered as a complex of documented activities to ensure food safety through the systematic identification, assessment and management of hazards to prevent unacceptable risks. The seven basic principles of its functioning and control methods applied to improve the quality of catering services and based on their consistent application at different stages of production, implementation and catering services are evaluated.

Keywords: quality control, HACCP, food safety, public catering, and quality management.

Аннотация. Безопасность пищевой продукции, вырабатываемых на предприятиях пищевой продукции и на предприятиях питания, определяется комплексом мер, направленных на систематизацию самого подхода к прослеживаемости качества на всех этапах производственного цикла и при оказании услуг питания на потребительском рынке. Существующие технические регламенты, стандарты, технические условия, санитарные нормы и правила устанавливают предельные в количественном выражении показатели безопасности как эталонные. Система ХАССП как единый подход способствует реализации безопасных процессов и получению безопасного пищевого продукта. Статья посвящена исследованию методов контроля качества услуг питания с акцентом на систему ХАССП – основного инструмента управления безопасностью пищевой продукции. Рассматривается структура системы ХАССП как комплекс документированных мероприятий для обеспечения безопасности продуктов питания путём систематической идентификации, оценки и управления опасными факторами для недопущения неприемлемых рисков. Оценены семь основных принципов её функционирования и методы контроля, применяемые для повышения качества услуг питания и основанные на последовательном их применении на разных этапах производства, реализации и оказании услуг питания.

Ключевые слова: контроль качества, ХАССП, безопасность пищевой продукции, общественное питание, управление качеством.

Рецензент: Сагитов Рамиль Фаргатович, кандидат технических наук, доцент, заместитель директора по научной работе в ООО «Научно-исследовательский и проектный институт экологических проблем», г. Оренбург

Введение. Современная система организации производства пищевой продукции в разных отраслях пищевой промышленности и организации питания как услуги, предоставляемой в общедоступной для потребителей сети, относится к одному из приоритетных направлений продовольственной безопасности и отвечает национальным интересам страны с целью здоровьесбережения населения.

Для индустрии питания основополагающим моментом является разработка пищевых продуктов, которые удовлетворяют индивидуальные потребности организма человека на основе его генетического профиля по усвоению определенных пищевых нутриентов [1].

Исключение потенциальных рисков, влияющих на безопасность и качество готового продукта, требует неукоснительного соблюдения требований нормативной и технической документации, отмечают [2].

В условиях репозиционирования внутреннего туризма организация услуг питания для разных категорий туристов (от детей до людей любого возраста) определяет важность качества оказываемых услуг питания [3], что рассматривается в первую очередь с соблюдением санитарно-эпидемиологических норм на основе контролирующих методов на уровне организации услуг питания и оценки качества готовой продукции.

К первичной системе повышения качества услуг питания относится система ХАССП, как комплекс документированных мероприятий для обеспечения безопасности продуктов питания путём систематической идентификации, оценки и управления опасными факторами, актуализированная в соответствии с требованиями ГОСТ Р 51705.1-2024 «Системы менеджмента качества. Управление качеством и безопасностью пищевых продуктов на основе принципов ХАССП. Общие требования».

Цель исследования заключается в систематизации методологии контроля качества на предприятиях общественного питания/питания, анализе структуры и принципов функционирования системы ХАССП в контексте авторских интерпретаций разных исследователей системы управления безопасностью пищевой продукции для повышения качества услуг питания.

Материалы и методы исследования. Материалами для исследования являлись находящиеся в открытом доступе нормативные документы и научно-исследовательские публикации с применением теоретических методов исследования на основе анализа и синтеза для раскрытия основных принципов ХАССП как методологических методов оценки качества услуг питания.

Результаты исследования. Результаты проведенной аналитической оценки системных требований безопасности представлены в таблице 1.

Таблица 1

Оценка результатов исследований по интерпретации разных авторов

Авторы	Авторская интерпретация
Кузлякина Ю. А., Замула В. С., Крюченко Е. В.	СанПиН 2.3/2.4.3590-20 определяет приоритетность принципов ХАССП [4]
Патласов Н. О., Патласов О. Ю.	Программа производственного контроля обеспечивает контроль процесса производства по каждой технологической операции и устанавливает возможность рисков загрязнения сырья и готовой продукции [5]
Димитриев А. Д., Антонова Е. И., Пипия Н. Я.	Принципы ИСО и ХАССП являются общепринятым способом управления производством безопасных продуктов питания [6]

Система контроля качества в общественном питании основывается на трёх основных видах контроля: входном, операционном и приемочном (рисунок 1).

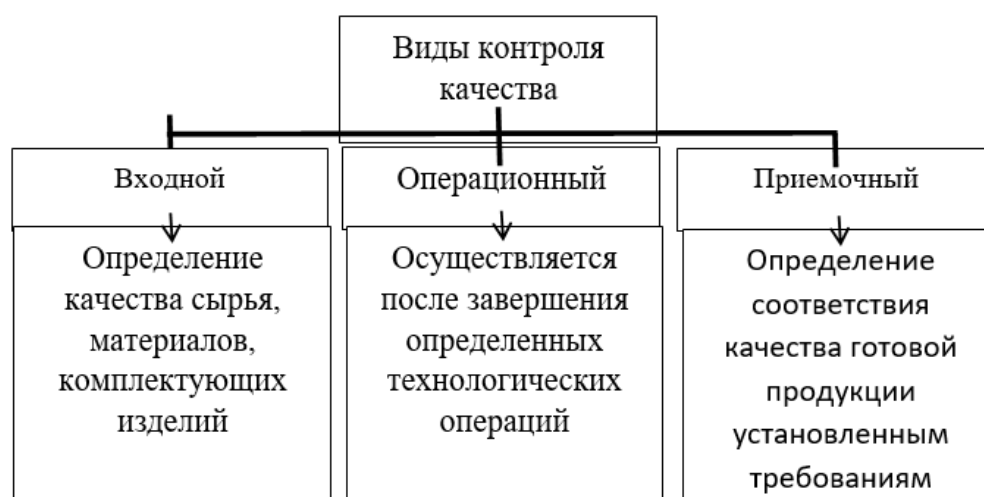


Рисунок 1. Виды контроля качества (по данным: [5])

Система ХАССП (Hazard Analysis and Critical Control Points) представляет собой методологию управления безопасностью пищевых продуктов, основанную на предупреждении рисков путем их анализа и установления контроля в критических точках производственного процесса. Система была разработана в 1960-х годах и получила международное признание как наиболее эффективный инструмент обеспечения безопасности пищевой продукции [4].

Руководство организации определяет и документирует политику в области качества и безопасности выпускаемой продукции и обеспечивает её осуществление, поддержку на всех уровнях путем назначения координатора и группы ХАССП, отвечающих за поддержание системы ХАССП в рабочем состоянии [4].

Система ХАССП базируется на семи основных принципах, последовательное применение которых обеспечивает эффективное управление безопасностью пищевой продукции (таблица 2).

Таблица 2

Принципы ХАССП и их сущность

Принцип	Сущность
1. Анализ опасных факторов	Осуществляется путем процесса оценки значимости рисков и их уровня опасности на всех этапах жизненного цикла продукции [7]
2. Выявление критических контрольных точек	Направлены на обеспечение приемлемого уровня опасности с регулированием границ между приемлемым и неприемлемым [4]
3. Установление критических пределов	
4. Разработка системы мониторинга	Способствует своевременному обнаружению любых отклонений и оперативному реагированию по их устранению, а корректирующие действия включают действия по предотвращению повторного возникновения проблемы [8]
5. Установление корректирующих действий	
6. Разработка процедур верификации	Обеспечивает подтверждение результативности ХАССП путем проведения внутренних аудитов, анализа записей мониторинга, калибровку измерительного оборудования и др. в плановом режиме [7]
7. Разработка процедур ведения записей и документации	Направлена на все процедуры и записи [7]

Принципы ХАССП направлены на выпуск безопасной пищевой продукции. Российский стандарт ИСО включает общепризнанные элементы СМБПП для достижения всеобъемлющей безопасности пищевой продукции на основе мероприятий технологического менеджмента [6].

Заключение. Применение методов контроля качества пищевой продукции на предприятиях питания является необходимым условием обеспечения безопасности пищевой продукции и защиты здоровья потребителей. Система ХАССП, основанная на семи базовых принципах, является эффективным инструментом управления рисками и позволяет предотвратить возникновение опасностей на всех этапах производства. Внедрение системы требует комплексного подхода, включающего разработку необходимой документации, обучение персонала, создание рабочей группы ХАССП и постоянный мониторинг критических контрольных точек.

References

1. Акулич А.В., Самуйленко Т.Д., Тимакова Р.Т. Разработка компонентного состава сухих композитных смесей для заварных сортов хлеба улучшенной пищевой

ценности // Хранение и переработка сельхозсырья. 2021. № 4. С. 158-171. DOI: 10.36107/spfr.2021.240.

2. Купцова С.В., Волошина Е.С., Михайлова К.В. Система прослеживаемости как инструмент повышения безопасности при производстве картофельных чипсов // Вестник КрасГАУ. 2025. № 3 (216). С. 246-255. DOI: 10.36718/1819-4036-2025-3-246.

3. Тимакова Р.Т., Радыгина Е.Г. Особенности развития промышленного туризма в Уральском макрорегионе // Сервис в России и за рубежом. 2023. Т. 17. № 1(103). С. 67-78. DOI: 10.5281/zenodo/779/

4. Кузлякина Ю. А., Замула В.С., Крюченко Е.В. Система ХАССП как новые обязательные санитарно-эпидемиологические требования к организациям общественного питания населения // Всё о мясе. – 2021. – № 5. – С. 16-19.

5. Патласов Н. О., Патласов О.Ю. Системы ХАССП и менеджмента безопасности пищевой продукции в цикле PDCA процессного подхода // Наука о человеке: гуманитарные исследования. – 2022. – № 3. – С. 240-249.

6. Димитриев А. Д., Антонова Е.И., Пипия Н.Я. Комплексный подход к управлению производством продуктов питания на основе стандартов качества и безопасности // Вестник РУК. – 2021. – № 4 (46). – С. 37-41.

7. Лосевская С. А. Особенности основных принципов применения стандартов ХАССП на предприятии общественного питания // МНИЖ. – 2022. – № 10 (124). – С. 65.

8. Новикова И. И., Шевкун И.Г., Яновская Г.В., Гавриш С.М., Сорокина А.В. Роль мониторинга качества организации питания детей школьного возраста в снижении риска заболеваний, связанных с пищевым фактором // ЗНиСО. – 2022. – № 2. – С. 31-36.

TECHNOLOGICAL DEVELOPMENTS

UDC 004.8:004.41

Konovalov G.G. Modern trends in the use of artificial intelligence in software development

Современные направления использования искусственного интеллекта в разработке программного обеспечения

Konovalov G.G.,

student

Volgograd State University

Коновалов Г.Г.,

студент

Волгоградский государственный университет

Abstract. This article examines modern trends in the use of artificial intelligence in software development. It analyzes key AI technologies and their application at various stages of the software lifecycle (requirements analysis, design, programming, testing, deployment, and maintenance). Particular attention is paid to the use of artificial intelligence in software project management, as well as an assessment of the advantages and disadvantages of its implementation. Prospects for further development in this area and the impact of artificial intelligence on software engineering processes and the professional activities of developers are considered.

Keywords: artificial intelligence, software development, machine learning, software engineering, software development automation, software testing, project management, software lifecycle.

Аннотация. В статье рассматриваются современные направления использования искусственного интеллекта в разработке программного обеспечения. Проведен анализ основных технологий искусственного интеллекта и их применения на различных этапах жизненного цикла программного обеспечения (анализ требований, проектирование, программирование, тестирование, развертывание, сопровождение). Особое внимание уделяется использованию искусственного интеллекта в управлении программными проектами, а также оценке преимуществ и недостатков от его внедрения. Рассмотрены перспективы дальнейшего развития данного направления, а также влияние искусственного интеллекта на процессы программной инженерии и профессиональную деятельность разработчиков.

Ключевые слова: искусственный интеллект, разработка программного обеспечения, машинное обучение, программная инженерия, автоматизация разработки, тестирование программного обеспечения, управление проектами, жизненный цикл ПО.

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

В условиях стремительного развития цифровых технологий, искусственный интеллект (ИИ) становится одним из ключевых факторов трансформации процессов разработки программного обеспечения. Современные программные системы постоянно усложняются, возрастает объём обрабатываемых данных, повышаются требования к качеству, надёжности и скорости выпуска программных продуктов. В связи с этим традиционные подходы к разработке программного обеспечения всё чаще

дополняются или заменяются интеллектуальными методами, основанными на применении ИИ.

Использование искусственного интеллекта в программной инженерии охватывает практически все этапы жизненного цикла программного обеспечения – от анализа требований и проектирования до тестирования, развертывания и сопровождения[21]. Интеллектуальные инструменты способны автоматизировать рутинные операции, повысить точность принимаемых решений, снизить количество ошибок и оптимизировать использование ресурсов. Это делает ИИ важным инструментом повышения эффективности разработчиков.

Искусственный интеллект представляет собой область информатики, направленную на создание систем, способных выполнять задачи, традиционно требующие интеллектуальной деятельности человека – анализ данных, обучение, принятие решений, обработка естественного языка. В контексте разработки программного обеспечения ИИ рассматривается не только как самостоятельный программный продукт, но и как инструмент, повышающий эффективность процессов программной инженерии.

Ключевыми технологиями искусственного интеллекта, применяемыми в разработке программного обеспечения, являются: машинное обучение (Machine Learning), глубокое обучение (Deep Learning), обработка естественного языка (Natural Language Processing) и методы анализа больших данных[17]. Машинное обучение позволяет системам выявлять закономерности в данных и адаптировать своё поведение без явного программирования (важно при анализе кода, тестировании и прогнозировании ошибок). Глубокое обучение, основанное на использовании нейронных сетей, эффективно применяется для распознавания сложных структур и контекстов, в том числе в задачах генерации программного кода и интеллектуального анализа документации.

Обработка естественного языка играет значительную роль в автоматизации взаимодействия между человеком и программными системами. С её помощью становится возможным преобразование текстовых требований пользователей в формальные спецификации, генерация кода на основе текстовых описаний и интеллектуальный поиск по репозиториям программного обеспечения. Эти технологии способствуют сокращению разрыва между бизнес-требованиями и их технической реализацией.

В рамках жизненного цикла разработки программного обеспечения искусственный интеллект интегрируется на различных этапах, дополняя традиционные методы проектирования, программирования и тестирования. ИИ-инструменты используются для анализа требований, поддержки архитектурных решений,

автоматизации написания и оптимизации кода, а также для мониторинга и сопровождения программных систем[6]. Как видно, искусственный интеллект является неотъемлемой частью современной разработки программного обеспечения, формирует новые подходы и методы в области программной инженерии.

Современные технологии искусственного интеллекта активно внедряются на всех этапах жизненного цикла разработки программного обеспечения, обеспечивая автоматизацию процессов, повышение качества программных продуктов и снижение временных затрат. Применение ИИ позволяет существенно изменить традиционные подходы к программной инженерии, делая их более адаптивными и интеллектуальными.

На этапе анализа требований искусственный интеллект используется для обработки и интерпретации больших объёмов текстовой информации, получаемой от заказчиков и пользователей. Методы обработки естественного языка позволяют автоматически выявлять ключевые требования, противоречия и неточности в спецификациях, а также классифицировать требования по функциональным и нефункциональным признакам[16]. Это способствует повышению качества исходных данных и снижению риска ошибок на ранних стадиях разработки.

В процессе проектирования программных систем ИИ применяется для поддержки принятия архитектурных решений. Интеллектуальные системы способны анализировать существующие архитектурные шаблоны, оценивать их применимость к заданным требованиям и предлагать оптимальные варианты структуры системы[9]. Кроме того, ИИ используется для автоматической генерации проектной документации и моделей, что ускоряет процесс проектирования и повышает его согласованность.

Одним из наиболее заметных направлений применения искусственного интеллекта является поддержка процесса программирования. Современные интеллектуальные среды разработки используют модели машинного обучения для автодополнения кода, выявления синтаксических и логических ошибок, а также рекомендаций по улучшению структуры программ. Данные инструменты повышают продуктивность разработчиков и снижают вероятность возникновения дефектов.

Генерация программного кода на основе описаний на естественном языке становится всё более распространённой практикой. ИИ-системы способны преобразовывать текстовые требования или комментарии в программные фрагменты, что особенно полезно при создании типовых компонентов и прототипов. Кроме того, методы машинного обучения применяются для автоматического рефакторинга и оптимизации кода, обеспечивая его соответствие современным стандартам качества и производительности.

В области тестирования искусственный интеллект используется для автоматизации создания тест-кейсов и сценариев тестирования. На основе анализа

кода и истории предыдущих ошибок ИИ может прогнозировать наиболее уязвимые участки системы и фокусировать тестирование на критически важных компонентах[22]. Это позволяет повысить эффективность тестирования и сократить затраты времени и ресурсов.

ИИ также применяется для интеллектуального регрессионного тестирования, при котором автоматически определяется набор тестов, необходимых для проверки изменений в системе. Использование предиктивных моделей способствует более раннему выявлению дефектов и повышению общего качества программного продукта.

На этапах развертывания и сопровождения программного обеспечения искусственный интеллект используется в рамках подходов DevOps и AIOps. Интеллектуальные системы анализируют данные мониторинга, журналы событий и метрики производительности, выявляя аномалии и потенциальные сбои в работе программных систем. Это позволяет своевременно реагировать на проблемы и минимизировать время простоя.

Кроме того, ИИ применяется для автоматического масштабирования ресурсов, оптимизации конфигураций и прогнозирования отказов. В результате сопровождение программного обеспечения становится более проактивным, а надёжность и устойчивость программных систем значительно повышаются.

Применение искусственного интеллекта в управлении программными проектами становится важным фактором повышения эффективности организации разработки и снижения управленческих рисков[3]. Современные программные проекты характеризуются высокой сложностью, изменчивостью требований и необходимостью координации работы распределённых команд, что делает традиционные методы управления недостаточно гибкими. Интеллектуальные системы позволяют автоматизировать анализ данных о ходе проекта и поддерживать принятие обоснованных управленческих решений.

Одним из ключевых направлений использования ИИ является прогнозирование сроков выполнения задач и оценки рисков проекта. На основе анализа исторических данных, характеристик команды, сложности задач и текущего прогресса ИИ-модели выявляют потенциальные отклонения от плана и заранее предупреждать о возможных задержках. Это позволяет менеджерам проектов своевременно корректировать планы, перераспределять ресурсы и снижать вероятность срыва сроков.

ИИ также применяется для анализа производительности и загрузки команды разработчиков. Интеллектуальные системы обрабатывают данные из систем управления задачами, репозитории кода и средств коммуникации, выявляя узкие места в рабочих процессах и предлагая рекомендации по их оптимизации. Такой подход

способствует более рациональному распределению задач, повышению прозрачности процессов и улучшению взаимодействия внутри команды[14].

Дополнительно искусственный интеллект используется для поддержки принятия управленческих решений. Системы на основе ИИ способны моделировать различные сценарии развития проекта, оценивать последствия изменений требований или состава команды и предлагать оптимальные стратегии управления. В результате управление программными проектами становится более аналитически обоснованным, адаптивным и ориентированным на достижение поставленных целей в условиях неопределённости.

Использование искусственного интеллекта в разработке программного обеспечения предоставляет значительные преимущества, способствующие повышению эффективности и качества создаваемых программных продуктов. Одним из ключевых достоинств является автоматизация рутинных и трудоёмких процессов, таких как написание типового кода, тестирование и анализ ошибок. Это позволяет сократить время разработки, снизить нагрузку на специалистов и сосредоточить их усилия на решении более сложных и творческих задач.

Применение ИИ также способствует повышению качества программного обеспечения. Интеллектуальные системы способны выявлять потенциальные дефекты на ранних этапах разработки, анализировать большие объёмы кода и данных, а также предлагать оптимальные решения на основе накопленного опыта. Благодаря этому снижается количество ошибок, улучшается стабильность и надёжность программных систем, а также повышается их соответствие требованиям пользователей[15].

Несмотря на очевидные преимущества, использование искусственного интеллекта в разработке программного обеспечения имеет и ряд недостатков. Одним из основных факторов является зависимость ИИ-систем от качества и объёма обучающих данных. Недостаточные или некорректные данные приводят к ошибочным рекомендациям и снижению эффективности интеллектуальных инструментов.

Существуют также этические и правовые аспекты применения искусственного интеллекта. К ним относятся вопросы ответственности за ошибки, допущенные ИИ-системами, защиты интеллектуальной собственности и конфиденциальности данных[2]. Существенным недостатком является необходимость высокой квалификации специалистов для внедрения и сопровождения ИИ-решений, а также финансовые затраты на их разработку и интеграцию. Успешное использование искусственного интеллекта в разработке программного обеспечения требует взвешенного подхода с учётом как его преимуществ, так и существующих недостатков.

Дальнейшее развитие искусственного интеллекта оказывает существенное влияние на эволюцию процессов разработки программного обеспечения и формирование новых подходов в программной инженерии. Одной из ключевых

перспектив является переход к более высокой степени автоматизации, включая создание автономных или полуавтономных систем разработки, способных самостоятельно выполнять значительную часть задач – от анализа требований до написания, тестирования и сопровождения кода. Такие системы могут существенно сократить сроки создания программных продуктов и повысить их адаптивность к изменяющимся условиям.

Важной тенденцией является развитие концепции совместной работы человека и искусственного интеллекта. В будущем ИИ будет выступать не столько в роли замены разработчика, сколько в качестве интеллектуального помощника, усиливающего профессиональные навыки специалистов. Разработчики смогут сосредоточиться на архитектурных решениях, креативных и стратегических аспектах разработки, в то время как ИИ будет брать на себя выполнение рутинных и аналитических задач. Это приведёт к изменению требований к квалификации специалистов и необходимости освоения новых инструментов и методов работы[17].

Также ожидается расширение применения ИИ в области анализа качества программного обеспечения и обеспечения безопасности. Интеллектуальные системы будут более эффективно выявлять уязвимости, прогнозировать потенциальные угрозы и обеспечивать соответствие программных продуктов нормативным и отраслевым стандартам. Наряду с этим возрастёт внимание к вопросам этики, прозрачности и доверия к ИИ-решениям, что будет способствовать разработке более объяснимых и контролируемых моделей.

В целом, перспективы использования искусственного интеллекта в разработке программного обеспечения связаны с формированием более интеллектуальных, гибких и устойчивых процессов создания программных систем. Интеграция ИИ станет неотъемлемой частью программной инженерии будущего, оказывая значительное влияние как на технологии, так и на роль человека в процессе разработки.

Заключение

В ходе рассмотрения современных направлений использования искусственного интеллекта в разработке программного обеспечения было показано, что ИИ становится важным и неотъемлемым элементом современной программной инженерии. Его применение охватывает все этапы жизненного цикла программного обеспечения – от анализа требований и проектирования до тестирования, развертывания и сопровождения, а также управление программными проектами.

Использование искусственного интеллекта способствует повышению производительности разработки, улучшению качества программных продуктов и снижению временных и ресурсных затрат. Интеллектуальные инструменты позволяют

автоматизировать рутинные процессы, минимизировать количество ошибок и принимать более обоснованные решения на основе анализа данных. Вместе с тем применение ИИ связано с рядом недостатков, включая зависимость от качества данных, сложность интерпретации результатов, а также этические и правовые вопросы.

Перспективы развития искусственного интеллекта в области разработки программного обеспечения связаны с дальнейшей автоматизацией, развитием взаимодействия человека и ИИ и формированием новых профессиональных компетенций. Подытоживая, можно отметить, что рациональное и взвешенное использование искусственного интеллекта открывает широкие возможности для совершенствования процессов создания и сопровождения программных систем и играет ключевую роль в формировании будущего программной инженерии.

References

1. Аммосова, Ю. Е. Правовой режим разработки программного обеспечения с использованием искусственного интеллекта / Ю. Е. Аммосова // Державинские чтения – Москва: ФГБОУ ВО «Всероссийский государственный университет юстиции (РПА Минюста России)», 2025. – С. 743-746.
2. Вайнбергер, В. Г. Использование нейросетевых технологий для построения экспертных систем / В. Г. Вайнбергер // Молодежный научный форум : электронный сборник статей по материалам XVIII студенческой международной научно-практической конференции. Том № 17 (18) : Общество с ограниченной ответственностью «Международный центр науки и образования», 2018. – С. 22-27.
3. Венедиктов, О. А. Технологии искусственного интеллекта в задачах оптимизации процесса разработки программного обеспечения и повышения его экономической эффективности / О. А. Венедиктов // Теория и практика в условиях меняющегося глобального мира. – Санкт-Петербург: Санкт-Петербургский Центр Системного Анализа, 2024. – С. 265-272.
4. Вэнь, Ю. Автоматизация процессов в IT: перспективы и реализация в реальных проектах / Ю. Вэнь // Актуальные вопросы общества, науки и образования. – Пенза: Наука и Просвещение (ИП Гуляев Г.Ю.), 2024. – С. 54-56.
5. Гайлитис, В. С. Искусственный интеллект в разработке программного обеспечения / В. С. Гайлитис // Индустрия 1С. – Брянск: Брянский государственный инженерно-технологический университет, 2023. – С. 67-71.
6. Голубятников, А. О. Программное обеспечение будущего: тенденции и перспективы развития / А. О. Голубятников // Научный аспект. – 2024. – Т. 27, № 3. – С. 3439-3442.

7. Егорчев, Ф. А. Современные технологические тренды в разработке программного обеспечения / Ф. А. Егорчев // Глобальные проблемы современности. Ресурсы и потенциал. – Краснодар: Индивидуальный предприниматель Алзидан Махер, 2024. – С. 204-207.

8. Заяц, Е. А. Роль искусственного интеллекта в тестировании программного обеспечения / Е. А. Заяц // Наука и бизнес: пути развития. – 2023. – № 8(146). – С. 24-31.

9. Использование искусственного интеллекта для разработки программного обеспечения / Д. А. Тикки, В. Е. Никольский, Е. В. Авакян [и др.] // Международный журнал информационных технологий и энергоэффективности. – 2023. – № 12(38). – С. 64-71.

10. Исследование моделей искусственного интеллекта в аспекте генерации программного кода при разработке студентами сложных программных систем / С. А. Фирсова, В. В. Никулин, С. Д. Шибайкин [и др.] // Вестник Астраханского государственного технического университета. Серия: Управление, вычислительная техника и информатика. – 2025. – № 3. – С. 57-69.

11. Козлова, Ю. Д. Преимущества использования искусственного интеллекта в обеспечении качества при разработке программного обеспечения / Ю. Д. Козлова, А. В. Уткин // Международный журнал гуманитарных и естественных наук. – 2024. – № 9-3(96). – С. 82-88.

12. Комаров, А. Э. Использование искусственного интеллекта и машинного обучения в процессе разработки программного обеспечения / А. Э. Комаров, Д. Д. Шикалов // Моя профессиональная карьера. – 2025. – Т. 1, № 68. – С. 45-50.

13. Комаров, А. Э. Применение искусственного интеллекта и машинного обучения в разработке программного обеспечения / А. Э. Комаров, Д. Д. Шикалов // Студенческий. – 2024. – № 1-2(255). – С. 44-47.

14. Кочержинская, Ю. В. Перспективы использования технологий искусственного интеллекта в процессе разработки программного обеспечения / Ю. В. Кочержинская // Актуальные проблемы современной науки, техники и образования. – Магнитогорск: Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова, 2024. – С. 94.

15. Макарьян, О. С. Разработка программного обеспечения с использованием искусственного интеллекта / О. С. Макарьян // Вестник магистратуры. – 2024. – № 5-2(152). – С. 23-24.

16. Марченко, И. В. Будущее разработки программного обеспечения с использованием генеративного искусственного интеллекта / И. В. Марченко, А. А. Горлова, Д. А. Лысов // Новые горизонты : Сборник материалов и докладов XI научно-

практической конференции с международным участием, Брянск, 15 апреля 2024 года.
– Брянск: Брянский государственный технический университет, 2024. – С. 401-409.

17. Орлик, Ю. В. Искусственный интеллект в разработке программного обеспечения: применение и перспективы / Ю. В. Орлик, А. А. Землякова // Молодые ученые - развитию Национальной технологической инициативы (ПОИСК). – 2024. – № 1. – С. 1274-1276.

18. Тимирзин, Е. Ю. Основные направления применения технологий искусственного интеллекта в разработке программного обеспечения / Е. Ю. Тимирзин // Шарыгинские чтения. – 2024. – Т. 1, № 1. – С. 474-477.

19. Тюдешев, К. В. Современные тенденции в разработке программного обеспечения / К. В. Тюдешев // Международная конференция по интеграции научных дисциплин и межотраслевому сотрудничеству (INMC 2025). – Екатеринбург: Общество с ограниченной ответственностью «Институт Цифровой Экономики и Права», 2025. – С. 223-226.

20. Урвачев, П. М. Искусственный интеллект, как прогрессивный инструмент в разработке программного обеспечения / П. М. Урвачев, М. В. Урбанович // Вызовы глобализации и развитие цифрового общества в условиях новой реальности. – Москва: ООО «ИРОК», 2023. – С. 142-149.

21. Шабоха, С. Л. Использование искусственного интеллекта в разработке программного обеспечения / С. Л. Шабоха // Социально-экономические и правовые аспекты развития общества: современное видение и подходы. – Омск: Омский государственный технический университет, 2025. – С. 652-654.

22. Яхатин, С. П. Автоматизация тестирования по: применение AI в юнит-тестах / С. П. Яхатин // Новые технологии высшей школы. – Москва: Московский политехнический университет, 2025. – С. 620-622.

REVIEWS AND ANALYSIS

UDC 74

Wang Yiqiao. Retro and vintage in modern graphic design

Ретро и винтаж в современном графическом дизайне

Wang Yiqiao

master's applicant,
Saint Petersburg State University
Ван Ицяо
абитуриент магистратуры,
Санкт-Петербургский государственный университет

Abstract. This study examines the role of retro and vintage styles in contemporary graphic design, highlighting their ability to evoke nostalgia and create emotional connections with audiences in the context of technological progress. **The purpose** of this study is to identify the differences between the terms «retro» and «vintage» and to investigate their integration into branding, advertising, and digital art through key elements such as typography, color palettes (bold hues with neutral accents), and textures (floral motifs, dense patterns). **Methods** include a qualitative literature review, content analysis of design elements, comparative analysis of styles across eras, and case studies of practical applications. The **results** demonstrate that retro aesthetics enhance user engagement, promote cultural shifts, and allow brands to stand out by combining historical motifs with modern technologies like 3D effects and animation. The **conclusions** emphasise the effectiveness of nostalgia for marketing but warn of the risks of clichés, accessibility issues (low contrast, intricate details) and the need to balance authenticity with innovation to maintain a design's relevance.

Keywords: retro design, vintage design, graphic design, nostalgia, typography, branding, cultural trends.

Аннотация. Исследование посвящено анализу роли ретро и винтажных стилей в современном графическом дизайне, подчеркивая их способность вызывать ностальгию и создавать эмоциональные связи с аудиторией в условиях технологического прогресса. **Цель** работы заключается в выявлении различий между терминами «ретро» и «винтаж», а также в изучении их интеграции в брендинг, рекламу и цифровое искусство через ключевые элементы, такие как типографика, цветовые палитры (смелые тона с нейтральными акцентами) и текстуры (цветочные узоры, плотные паттерны). **Методы** включают качественный обзор литературы, контент-анализ элементов дизайна, сравнительный анализ стилей эпох, кейс-стади практических применений. **Результаты** демонстрируют, что ретро-эстетика усиливает вовлеченность пользователей, способствует культурным сдвигам и позволяет брендам выделяться, сочетая исторические мотивы с современными технологиями вроде 3D-эффектов и анимации. **Выводы** подчеркивают эффективность ностальгии для маркетинга, но предупреждают о рисках клише, проблемах доступности (низкий контраст, сложные детали) и необходимости баланса аутентичности с инновациями для сохранения актуальности дизайна.

Ключевые слова: ретро-дизайн, винтажный дизайн, графический дизайн, ностальгия, типографика, брендинг, культурные тенденции.

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

Введение. Сохранение популярности стилового направления на протяжении нескольких десятилетий следует трактовать как признак его вневременной природы — способности сохранять эстетическую релевантность независимо от краткосрочных исторических трансформаций. Данное свойство справедливо и для различных форм

реализации ретро-стилистики, которые демонстрируют устойчивость визуальных и семантических признаков в условиях меняющихся культурных парадигм [7]. Ретро и винтаж в современном графическом дизайне рассматриваются как практики интеграции исторически детерминированных визуальных элементов прошлых эпох в современные средства визуальной коммуникации. Данный подход опирается на стилистические признаки, ассоциирующиеся с ностальгическими переживаниями, и направлен на формирование эмоциональной связи между визуальным продуктом и реципиентом. Тренд характеризуется целенаправленным использованием узнаваемых визуальных кодов (типографических решений, цветовых палитр, декоративных мотивов и композиционных приемов), которые активируют коллективную память и культурные коннотации, что усиливает семантическую насыщенность и воспринимаемость дизайнерских сообщений [1].

Возрождение ретро- и винтажных стилей может рассматриваться как социокультурный феномен, отражающий потребность в стабилизации и упрощении восприятия в условиях ускоренных технологических и социально-культурных трансформаций. Ностальгические практики выступают как механизм психологической регуляции неопределенности будущего и перегрузки новизной: обращение к знакомым эстетическим формам снижает когнитивную нагрузку и восстанавливает ощущение временной непрерывности. В архитектуре, музыке и моде это проявляется в репликации и цитировании исторических образцов, которые функционируют как символические ресурсы для закрепления идентичности и создания комфортных смысловых перспектив. Винтаж при этом фиксируется не только как стилистический прием, но и как семиотический маркер: от изначального статуса знака дефицита он эволюционировал в средство выражения индивидуальности и селективной эстетической позиции [2].

Термины «ретро» и «винтажный дизайн» часто используются как синонимы; однако в графическом дизайне они обозначают разные понятия. Под винтажными обычно подразумеваются предметы или стили, которым не менее 100 лет, в то время как ретро-дизайн черпает вдохновение из эстетики прошлого и интегрирует ее в современный контекст [15]. Ретро-дизайн может представлять собой современные творения, отражающие более старые стили дизайна, или переосмысленные версии винтажных работ [6].

Методы исследования основаны на качественном анализе литературы и источников, посвященных истории графического дизайна, ретро- и винтажным стилям. Для сбора данных применялся метод контент-анализа: ключевые понятия (типографика, цветовые палитры, текстуры, ностальгия) выделялись из исторических и современных

описаний стилей, с последующим сравнением их применения в различных эпохах (ар-деко, середина века, 1970-е, 1980-90-е). Сравнительный анализ: сопоставление определений «ретро» и «винтаж» на основе источников, чтобы выявить нюансы и интеграцию в современный дизайн.

Результаты исследования. Типографика является важнейшим элементом как в ретро, так и в винтажном дизайне, часто выступая в качестве непосредственной связи с конкретными историческими эпохами:

- Стиль ар-деко (1920-е–1930-е годы) характеризуется геометрическими шрифтами без засечек с витиеватыми украшениями.
- В стиле середины века (1950-е–1960-е годы) используются четкие, разборчивые шрифты без засечек с игривыми элементами.
- Эпоха Groovy (1970-е годы) характеризуется округлыми, плавными линиями шрифта и преувеличенными пропорциями.
- В период «Цифрового рассвета» (1980-90-е годы) использовались пикселизированные и ранние цифровые шрифты [12].
- В современном графическом дизайне распространена практика сочетания исторически детерминированных гарнитур с современными шрифтами с целью сохранения читаемости при активации ностальгических ассоциаций. Такое типографическое смешение функционирует как стратегия создания визуальной иерархии: ретроспективные дисплейные шрифты используются для заголовков и логотипов как маркеры эстетической идентичности и стилистической изысканности, тогда как современные текстовые гарнитуры обеспечивают оптимальные метрические и контрастные параметры для восприятия длинного текста [2].

Ретро-дизайн часто отличается яркой цветовой палитрой, сочетающей смелые и приглушенные тона для создания визуально привлекательных композиций. Цвета подбираются стратегически, чтобы вызвать чувство ностальгии, сохраняя при этом мягкий и гармоничный баланс. Нейтральные цвета, такие как серый, белый или бежевый, обычно используются для смягчения ярких оттенков, что позволяет создать изысканный, но в то же время эффектный визуальный образ [15]. Пастельные оттенки (розовый, мятный, лавандовый) и земляные тона 1970-х создают мягкость и романтику, контрастируя с неоновыми акцентами 1980-х [3].

Еще одной отличительной чертой ретро и винтажного дизайна является использование текстур и узоров, отсылающих к предыдущим эпохам. Это могут быть замысловатые цветочные и растительные формы или плотные узоры, которые усиливают общую эстетическую привлекательность. Винтажные изображения и графика часто используются в сочетании с современной типографикой, чтобы

произвести неизгладимое впечатление на аудиторию, придавая дизайну аутентичность и свежесть. Текстуры вроде потертостей и старой бумаги добавляют глубину, имитируя аналоговые эффекты [4].

Одна из главных привлекательных черт ретро-дизайна заключается в его способности вызывать ностальгию. Он находит отклик у широкой аудитории, пробуждая приятные воспоминания о прошлом, что делает его мощным инструментом в современном графическом дизайне. Ностальгия, связанная с ретро-эстетикой, может создавать эмоциональную связь со зрителями, делая дизайн более понятным и впечатляющим [6].

Сегодня ретро и винтажные элементы часто интегрируются в современные дизайнерские решения, включая векторные иллюстрации, 3D-эффекты и анимацию. Такое сочетание старого и нового создает уникальные, привлекательные дизайны, которые соответствуют современным вкусам, одновременно отдавая дань уважения стилям прошлого [10]. Стратегическое использование ретро-графики может привлечь внимание и повысить общую эффективность дизайна.

Возрождение ретро и винтажных стилей в современном графическом дизайне оказало значительное влияние на то, как дизайнеры общаются со своей аудиторией. Ностальгия служит мощным инструментом, создавая эмоциональную связь между дизайном и зрителем. Интегрируя элементы дизайна, вызывающие воспоминания или чувства, связанные с определенными историческими периодами, графические дизайнеры могут выстраивать более глубокие отношения со своей аудиторией, повышая лояльность к бренду и вовлеченность пользователей. Такая эмоциональная связь особенно ценна в маркетинговых и брендинговых стратегиях, где компании используют ностальгические элементы для установления доверия и взаимопонимания с потребителями.

В Таблице 1 представлены примеры практического применения ретро и винтаж как «эксперименты» в различных областях: художественные инсталляции, перформанс, видеоигры, плакаты и культурные сдвиги.

Таблица 1

Примеры практического применения ретро и винтаж в дизайне

Пример	Описание
Художественные инсталляции (Яёи Кусاما, Олафур Элиассон) [14]	Сочетание ретро-тем с иммерсивными технологиями, необычная типографика и графика для взаимодействия
Перформанс (Марина Абрамович, Вито Аккончи) [9]	Использование исторических отсылок для критики социальных норм, размывание границ прошлого и настоящего
Ретро-видеоигры [14]	Создание работ на основе пиксельной графики и ограниченных палитр, диалог поколений
Винтажные плакаты (конец XIX – начало XX века) [8]	Влияние на современный дизайн в рекламе и туризме для добавления истории и очарования
Культурный сдвиг и брендинг [8]	Эксперименты с ностальгией в товарах (винил, фильмы) для эмоционального отклика и выделения на рынке

Художественные инсталляции, сочетающие ретро-темы с иммерсивными технологиями, приобрели популярность. Такие художники, как Яёи Кусاما и Олафур Элиассон, создают пространства, которые приглашают зрителей взаимодействовать с ностальгическими мотивами посредством интерактивного опыта. Такие инсталляции часто включают в себя, например, элементы, как необычная типографика и знакомая графика прошлого, способствуя диалогу между зрителем и произведением искусства, а также отражая влияние ранних дизайнерских направлений на современную практику [14].

В перформансе также часто используются ретро-темы, особенно в работах таких художников, как Марина Абрамович и Вито Аккончи, которые используют исторические отсылки для критики современных социальных норм. Их перформансы часто отсылают к образам и стилям более ранних художественных направлений, размывая границы между прошлым и настоящим. Эта взаимосвязь подчеркивает, как ретро-влияния могут обогащать и обогащать современное перформанс-искусство [9].

Ностальгия по ретро-видеоиграм породила уникальный художественный рынок, объединяющий старые и новые элементы дизайна. Художники создают новые работы, вдохновленные пиксельной графикой и ограниченной цветовой палитрой классических игр, отражая глубокое уважение к мастерству раннего дизайна видеоигр. Такое явление не только возрождает винтажную эстетику, но и знакомит с ней новое поколение, создавая диалог между прошлым и настоящим в графическом дизайне [14].

Винтажные плакаты конца XIX и начала XX веков по-прежнему оказывают значительное влияние на современный графический дизайн. Дизайнеры часто обращаются к культовым стилям плакатов, например, используемым в туристической и товарной рекламе, чтобы придать современным проектам ощущение истории и очарования. Практика не только отдает дань уважения мастерству дизайнеров

прошлого, но и привлекает внимание потребителей, стремящихся к аутентичности в быстро развивающемся цифровом мире.

Включение ретро и винтажной эстетики в современный графический дизайн сопряжено с критикой и трудностями. Хотя эти стили могут вызывать ностальгию и очарование, они также рискуют скатиться к клише и потерять оригинальность. Дизайнерам следует остерегаться чрезмерного использования избитых приемов, таких как неоновые вывески или классические шрифты 80-х, поскольку это может ослабить желаемый эффект дизайна. Задача состоит в том, чтобы творчески переосмыслить эти классические элементы, сохранив при этом ощущение новизны и актуальности. Баланс достигается комбинацией с минимализмом или цифровыми эффектами [5].

Поскольку в графическом дизайне все большее значение придается доступности, ретро-стили могут представлять собой уникальные проблемы. Многие винтажные дизайны часто основаны на низком контрасте и сложных деталях, которые могут затруднять читаемость для некоторых пользователей. Растущая потребность в доступности подчеркивает важность четкой иерархии и разборчивых шрифтов, что порой может противоречить вычурному и стилизованному характеру ретро-типографики. Поэтому дизайнерам необходимо найти баланс между эстетической привлекательностью и функциональной ясностью, чтобы обеспечить инклюзивность в своей работе [13].

Выводы. В эпоху стремительного технологического прогресса и меняющихся парадигм дизайна специалисты сталкиваются с проблемой сочетания ретро-элементов с современными практиками. Достижение этого баланса требует целенаправленности, поскольку дизайнеры должны учитывать, что именно они хотят передать своими проектами [3]. Стремление к аутентичности и ощущение истории можно удовлетворить с помощью ретро-эстетики, но следует проявлять осторожность, чтобы не создавать впечатление простых подражаний.

References

1. Абетова А.Е., Максимова Г.Ю. Стил ретро как актуальное направление в дизайне // Международный журнал гуманитарных и естественных наук. — 2025. — № 8. — С. 56–64.
2. Козлова Е.Э. Винтаж как один из основных векторов развития идей и стилей в искусстве и практике моды XXI века : дис. ... канд. искусствоведения. — Санкт-Петербург, 2010. — 210 с. [Электронный ресурс]. URL:

<https://www.dissercat.com/content/vintazh-kak-odin-iz-osnovnykh-vektorov-razvitiya-idei-i-stilei-v-iskusstve-i-praktike-mody-x> (дата обращения: 20.01.2026).

3. Хотченкова Е.Г. Использование ретро-эстетики в современных иллюстрациях и графическом оформлении // Universum: филология и искусствоведение. — 2025. — № 6(132). [Электронный ресурс]. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/ispolzovanie-retro-estetiki-v-sovremennyh-illyustratsiyah-i-graficheskom-oformlenii> (дата обращения: 20.01.2026).

4. Лян А. Стили логотипов: современные школы и направления графического дизайна в разработке логотипов компаний // WebValley Studio. — 2024. [Электронный ресурс]. URL: <https://web-valley.ru/articles/stili-logotipov> (дата обращения: 22.01.2026).

5. Переосмысление ретро: как классические элементы графического дизайна влияют на современные тренды // about-infobusiness.ru. — 2024 [Электронный ресурс]. URL: <https://about-infobusiness.ru/graficheskij-dizajner/pereosmyslenie-retro-kak-klassicheskie-elementy-graficheskogo-dizajna-vliyayut-na-sovremennye-trendy> (дата обращения: 22.01.2026).

6. 8 Vintage Styles to Turn Modern Design into Retro // manypixels.co. — 2022. — [Электронный ресурс]. URL: <https://www.manypixels.co/blog/inspiration/retro-design> (дата обращения: 24.01.2026).

7. Ananya K., Rajeev K. The 21st century and retro style // International Journal of Creative Research Thoughts – IJCRT. – 2022. – №10. – P. 697-707.

8. Emma. What is Retro Style? Understanding Vintage Aesthetics // myvintage.uk. — 2025. — [Электронный ресурс]. URL: https://www.myvintage.uk/post/what-is-retro-style?srsId=AfmBOop5FA9hK1OdF4z6oN4EBdKF61wZRXEtXSfxhFv9WNdhNVEjw_- (дата обращения: 24.01.2026).

9. Gosling E. New Wave Graphics Are the Most Influential Designs You've Probably Ignored // eyeondesign.aiga.org. — 2021. — [Электронный ресурс]. URL: <https://eyeondesign.aiga.org/why-new-wave-graphics-are-the-most-influential-designs-youve-probably-ignored/> (дата обращения: 24.01.2026).

10. Nathatype Studio. Everything You Need to Know about Vintage Design Style // nathatype.com. — 2023. — [Электронный ресурс]. URL: <https://nathatype.com/everything-you-need-to-know-about-vintage-design-style/> (дата обращения: 24.01.2026).

11. Retro, But Make It Modern // Vermeulen Design. — 2025. — [Электронный ресурс]. URL: <https://www.vermeulen-design.com/blog/modern-retro-graphic-design> (дата обращения: 24.01.2026).

12. Siu E. Retro Design Elements: How Nostalgia Drives Modern Engagement // singlegrain.com. — 2025. — [Электронный ресурс]. URL: <https://www.singlegrain.com/blog-posts/design/retro-design-elements/> (дата обращения: 24.01.2026).
13. The Ultimate Guide to Typography Trends: From AI Fonts to Retro Revivals // createbytes.com. — 2025. — [Электронный ресурс]. URL: <https://createbytes.com/insights/Top-10-Typography-trends-of-2021> (дата обращения: 24.01.2026).
14. Walker S. The History of Modern & Contemporary Art Movements // Contemporary Art Issue. — 2025. — [Электронный ресурс]. URL: <https://www.contemporaryartissue.com/the-history-of-modern-contemporary-art-movements/> (дата обращения: 24.01.2026).
15. What Is Retro Design? Key Elements and Characteristics // lettersiro.com. — 2025. — [Электронный ресурс]. URL: <https://lettersiro.com/what-is-retro-design/> (дата обращения: 24.01.2026).

CONCLUSION

Summarizing the materials in issue No. 1(2) of the International Journal of Professional Science, it can be concluded that modern science is striving to integrate high technology and a humanistic approach.

Analysis of environmental and geological aspects confirms the need for digitalization of monitoring systems—the use of UAVs, LiDAR, and GNSS systems, which are becoming standard in industrial inspection. At the same time, the medical section of articles reminds us of the importance of the "human factor": maintaining the cognitive and physical potential of young professionals under digital stress and academic pressure is key to the successful development of a professional environment.

The technological research presented in the issue demonstrates that tools such as artificial intelligence and information and computing systems for knowledge processing are no longer mere theoretical concepts but are becoming the basis for designing effective business processes and educational models. At the same time, the authors rightly emphasize the methodological purity of research: preventing statistical errors and implementing quality standardization systems remain fundamental conditions for the development of applied science. The editors express their sincere gratitude to the authors for their in-depth exploration of these topics and invite the scientific community to continue the dialogue within the journal's pages. We are confident that the data presented in this issue will provide a reliable foundation for new practical developments and serve as a stimulus for further theoretical research.

With best wishes and warm regards,
Editor-in-Chief
International Journal of Professional Science
Krasnova N.A.

Electronic scientific editions

International journal of Professional Science

international scientific journal
№1(2)/2026

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 10,4
Circulation 100 copies
Scientific public organization
“Professional science”