

ЖУРНАЛ НАУЧНЫЙ СПЕКТР



№ 3
2026

РОССИЙСКИЙ НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ
ПО ПОЛНОМУ СПЕКТРУ НАПРАВЛЕНИЙ НАУКИ

Издается АО Черное зеркало
Россия, Казань



SCIENCESPECTRUM.RU

ЧЕРНОЕ ЗЕРКАЛО

НАУЧНЫЙ СПЕКТР

№3 2026

Казань - 2026

Научный спектр. №3 2026г. – Казань: Издательство Черное зеркало, 2026. – 62.

ISSN 3033-6643 (online)

Журнал зарегистрирован Федеральной службой по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций (реестровая запись от 15.07.2025 серия ПИ № ФС77-89760).

Журнал размещен в открытом бесплатном доступе на сайте www.sciencespectrum.ru

В журнале отражены материалы по теории и практике направлений науки, наиболее интенсивно развивающихся в настоящее время. Представлены труды ученых и специалистов вузов, институтов РАН, организаций, учреждений и предприятий, представителей органов власти.

Материалы журнала будут полезны преподавателям, научным работникам, специалистам научных предприятий, организаций и учреждений, а также аспирантам, магистрантам и студентам.

ISSN 3033-6643 (online)

© Черное зеркало, 2026 г.

СОДЕРЖАНИЕ**1.6 – НАУКИ О ЗЕМЛЕ И ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЕ**

- Омельченко А.С., Зарбали Ш.С., Зарбалиева Н.О.* Правовые и географические аспекты обеспечения экологической безопасности при размещении промышленных объектов (на примере волгоградской области) 5

2.1 – СТРОИТЕЛЬСТВО И АРХИТЕКТУРА

- Боровлева Я.О., Жиркова А.С.* Определение максимальной плотности песка средней крупности на приборе стандартного уплотнения и в камере трехосного сжатия 14

3.3 – МЕДИКО-БИОЛОГИЧЕСКИЕ НАУКИ

- Лошаков А.А., Шаранов А.Д.* Метаболическое ремоделирование миокарда при сердечной недостаточности: роль митохондриальной дисфункции, окислительного стресса и перспективы метаболической терапии 20
- Урманбетов К.С., Шахнабиева С.М. Бхад Д.А., Калиева Р.С., Жошов К.Т., Абдрасулова М.С., Козукеева М.Т.* Протезирование клапана у больных с ревматическим митральным пороком сердца в Кыргызстане 33

4.1 – АГРОНОМИЯ, ЛЕСНОЕ И ВОДНОЕ ХОЗЯЙСТВО

- Лесников И.Р.* Проект комплексного мониторинга гидротехнических сооружений и краснокнижных видов в арктической зоне РФ с использованием беспилотных авиационных систем 42

5.8 – ПЕДАГОГИКА

- Иванов С.Н.* Дисциплина «Петербурговедение» как инструмент формирования патриотизма у будущих педагогов 50
- Федорова С.И., Федорова Е.Н., Тюрина Л.В.* Особенности мотивации к обучению у студентов педагогов-психологов с разным уровнем учебной успеваемости 54

THE RELEASE MAINTENANCE

1.6 – EARTH AND ENVIRONMENTAL SCIENCES

- Omelchenko A.S., Zarbali S.S., Zarbaliyeva N.O.* Legal and geographical aspects of ensuring environmental safety when placing industrial facilities (case study of the Volgograd region) 5

2.1 – CIVIL ENGINEERING AND ARCHITECTURE

- Borovleva Y.O., Zhirkova A.S.* Determination of the Maximum Density of Medium Sand Using the Standard Compaction Test and Dynamic Triaxial Compression 14

3.3 – BIOMEDICAL SCIENCES

- Loshakov A.A., Sharapov A.D.* Metabolic remodeling of the myocardium in heart failure: the role of mitochondrial dysfunction, oxidative stress, and prospects for metabolic therapy 20
- Urmanbetov K.S., Shakhnabiyeva S.M., Bhad D.A., Kalieva R.S., Zhooshev K.T., Abdrasulova M.S., Kozukeeva M.T.* Mitral valve replacement in patients with rheumatic mitral valve disease in Kyrgyzstan 33

4.1 – AGRONOMY, FORESTRY, AND WATER MANAGEMENT

- Lesnikov I.R.* Project of integrated monitoring of hydraulic structures and red-listed species in the arctic zone of the Russian Federation using unmanned aerial systems 42

5.8 – PEDAGOGY

- Ivanov S.N.* The Discipline of St. Petersburg Studies as a Tool for Developing Patriotism in Future Educators 50
- Fedorova S.I., Fedorova E.N., Tyurina L.V.* Features of motivation for learning among students majoring in educational psychology with different levels of academic performance 54

1.6. НАУКИ О ЗЕМЛЕ И ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЕ

1.6

ПРАВОВЫЕ И ГЕОГРАФИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ РАЗМЕЩЕНИИ ПРОМЫШЛЕННЫХ ОБЪЕКТОВ (НА ПРИМЕРЕ ВОЛГОГРАДСКОЙ ОБЛАСТИ)

Омельченко А.С.¹, Зарбали Ш.С.², Зарбалиева Н.О.³

Волгоградский государственный университет, институт естественных наук,
кафедра географии и картографии

Волгоград, Россия

¹e-mail: as_omelchencko@mail.ru

²e-mail: shamil.zarbali@gmail.com

³e-mail: zarbalieva@volsu.ru

Аннотация

В современном мире, где антропогенная нагрузка растет с каждым днем, актуальность обеспечения экологической безопасности становится все более очевидной. Правовые механизмы размещения объектов представляют собой инструменты, позволяющие не только регулировать промышленную деятельность, но и минимизировать риски для окружающей среды. В условиях, когда производства соседствуют с уязвимыми экосистемами, необходимость в пространственном анализе ограничений становится особенно актуальной. Это связано с тем, что разрозненные данные о зонах ограничений затрудняют принятие обоснованных решений, что может негативно сказаться на территориальном планировании.

Анализ правовых аспектов является многогранным и сложным процессом, который требует глубокого понимания как географических, так и юридических основ. Успешная реализация рекомендаций может значительно повысить качество планирования и способствовать достижению целей устойчивого развития региона.

Ключевые слова: экологическая безопасность, промышленное размещение, правовое регулирование, Волгоградская область, ГИС-технологии, территориальное планирование, ЗОУИТ.

1. Теоретико-методологические основы исследования

Рассмотрение проблемы обеспечения экологической безопасности при размещении промышленных объектов исключительно сквозь призму юридических норм и технологических решений является недостаточным для понимания всей сложности и пространственной специфики данного процесса. Географическая наука, с её традиционным вниманием к взаимосвязям и территориальной дифференциации природных и социально-экономических систем, предлагает целостный концептуальный и методологический аппарат для анализа этих вопросов. Сущность географического подхода заключается в рассмотрении промышленного объекта не как изолированного субъекта, обязанного выполнять ряд предписаний, а как нового элемента, встраивающегося в сложившуюся ландшафтно-территориальную структуру конкретного региона, что неизбежно приводит к её трансформации. Такое видение позволяет перейти от анализа точечных воздействий к оценке интегрального эффекта на природные комплексы, системы расселения и хозяйственные уклады, что особенно актуально для регионов с длительной историей промышленного развития и высокой антропогенной нагрузкой, к которым относится и Волгоградская область [2].

Фундаментальным для географии является принцип территориальной дифференциации, который в контексте экологической безопасности означает, что одни и те же правовые нормы и технологические стандарты, будучи примененными в разных физико-географических и социально-экономических условиях, будут приводить к принципиально различным экологическим и социальным последствиям. Установленные федеральным законодательством размеры санитарно-защитных зон или нормативы допустимых выбросов, являясь едиными, по-разному взаимодействуют с природной средой в зависимости от местных факторов: рассеивающей способности атмосферы, фоновой концентрации загрязняющих веществ, гидрологического режима водных объектов, устойчивости почвенно-растительного покрова. Например, размещение химического предприятия в условиях инверсий температуры, характерных для зимнего периода в Волгограде, создает куда более серьезные риски для качества атмосферного воздуха, чем аналогичное размещение в районе с активной циркуляцией воздушных масс. Таким образом, географический подход подчеркивает необходимость адаптации общих правовых и технологических рамок к локальным природным условиям, выступая в роли связующего звена между универсальным законом и уникальной территорией [3].

Центральной категорией географического анализа при размещении промышленности выступает понятие «емкость» или «ассимиляционный потенциал» территории. Этот комплексный показатель отражает способность природных систем (атмосферы, водных объектов, почв, биоты) поглощать, нейтрализовать и выводить антропогенные загрязнения без перехода в качественно иное, деградированное состояние. Оценка ассимиляционного потенциала является строго географической задачей, требующей учёта климатических характеристик (преобладающих ветров, количества осадков), геоморфологического строения (направления стока, фильтрационных свойств грунтов), типа ландшафтов и их устойчивости к внешним воздействиям. Для засушливых степей и полупустынь юга Волгоградской области, где процессы самоочищения замедлены в силу дефицита влаги, ассимиляционный потенциал является крайне низким, что диктует необходимость особо жёстких требований к очистным технологиям и исключает возможность размещения объектов с высоким водопотреблением и объёмом жидких отходов. Игнорирование этого географического фактора при принятии решений, даже при формальном соблюдении всех норм, неминуемо ведет к накоплению экологического ущерба и росту рисков для здоровья населения [5].

Современным инструментарием, радикально расширившим возможности географического анализа, стали геоинформационные системы (ГИС) и технологии дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ). Они позволяют перевести теоретические концепции в плоскость конкретных пространственных решений и прогнозов. С помощью ГИС создаются многослойные электронные карты, где «правовой слой» (границы водоохраных зон, округов санитарной охраны, зон с особыми условиями использования территорий, особо охраняемых природных территорий) накладывается на «природный слой» (ландшафты, почвы, гидрографическая сеть, растительность) и «социально-экономический слой» (населенные пункты, транспортные коммуникации, границы сельскохозяйственных земель, расположение действующих промзон). Пространственный анализ такого совмещения позволяет с высокой точностью выявлять зоны экологического и социального риска, территориальные конфликты между различными видами землепользования, а также потенциально наиболее приемлемые с экологической точки зрения площадки для нового строительства. Методы ДЗЗ, в свою очередь, предоставляют актуальные данные о состоянии земного

покрова, тепловых аномалиях, динамике водных объектов, что критически важно для мониторинга последствий уже реализованных проектов и верификации данных, предоставляемых хозяйствующими субъектами. Таким образом, ГИС-моделирование превращает процесс размещения из субъективного в значительной степени объективный, основанный на пространственных данных и их комплексной интерпретации [4].

Важным аспектом географического подхода является анализ пространственных связей и трансграничных эффектов. Воздействие промышленного объекта редко ограничивается границами его отведённого земельного участка или даже муниципального образования. Загрязняющие вещества мигрируют с воздушными массами и водными потоками, накапливаются в пищевых цепях, оказывая влияние на удалённые территории. Для Волгоградской области, расположенной в нижнем течении Волги, этот аспект имеет первостепенное значение. Сброс недостаточно очищенных сточных вод предприятием, расположенным в верхней части региона, может негативно сказаться на качестве воды в Волгоградском водохранилище и ниже по течению, включая уникальную экосистему Волго-Ахтубинской поймы, и создать проблемы для водопользователей в соседних регионах, например, в Астраханской области. Поэтому географический анализ обязан учитывать не только локальный, но и региональный, бассейновый контекст размещения, что требует координации природоохранных усилий на межмуниципальном и межрегиональном уровне, выходя за рамки компетенции отдельного предприятия или местной администрации [2].

Историко-географический анализ также вносит существенный вклад в изучение проблемы. Он позволяет проследить эволюцию промышленного освоения территории, выявить зоны накопленного экологического ущерба, оценить устойчивость сложившихся систем расселения и хозяйства к дополнительным нагрузкам. Промышленные узлы Волгограда и Волжского сформировались в определённых исторических и планово-экономических условиях, когда требования экологической безопасности не были приоритетными. Сегодня новые проекты в этих зонах накладываются на уже существующий высокий фон загрязнения, что требует оценки кумулятивного эффекта, который практически не регулируется действующим законодательством напрямую, но прекрасно анализируется географическими методами, например, через построение карт суммарной антропогенной нагрузки. Понимание исторической преемственности и накопленных проблем помогает избежать повторения ошибок прошлого и более взвешенно подходить к решению о расширении существующих или создании новых промышленных кластеров [1].

2. Природно-экологический и хозяйственный каркас волгоградской области

Пространственная организация любой территории, определяющая возможности и ограничения для хозяйственной деятельности, формируется под влиянием двух взаимосвязанных систем: природно-экологического и хозяйственного каркасов. Их взаимодействие в Волгоградской области отличается высокой контрастностью и создает уникальный, а в некоторых аспектах – конфликтный контекст для размещения промышленных объектов. Понимание этого контекста является обязательной предпосылкой для грамотной оценки экологических рисков и разработки адекватных правовых и управленческих механизмов, поскольку право, в конечном счете, действует не в абстрактном пространстве, а на конкретной территории со всей совокупностью ее естественных свойств и наложенной антропогенной структурой [3].

Природно-экологический каркас региона характеризуется выраженной широтной зональностью и значительным разнообразием при общем доминировании засушливых

условий. Территория области протянулась с севера на юг более чем на 400 км, охватывая несколько природных зон: от южной части лесостепи на севере, через разнотравно-ковыльные и типчаково-ковыльные степи в центральных районах, до сухих степей и полупустынь на юго-востоке, непосредственно граничащих с Калмыкией. Эта зональность предопределяет ключевой лимитирующий фактор – дефицит атмосферного увлажнения и водных ресурсов в целом. Среднегодовое количество осадков уменьшается с около 450 мм на северо-западе до менее 300 мм на юго-востоке, испаряемость же, напротив, возрастает. Водные ресурсы распределены крайне неравномерно: основным источником является транзитная река Волга с каскадом водохранилищ (Волгоградское и Цимлянское), которая выступает как жизненная артерия, так и приемник значительной части промышленных и коммунальных стоков. Её левый приток, река Ахтуба, вместе с Волгой образует уникальную Волго-Ахтубинскую пойму – крупнейший в Европе речной оазис в полупустынной зоне, являющийся биосферным резерватом ЮНЕСКО и отличающийся исключительно высокой биоразнообразием и экологической ценностью. Однако эта пойма, как и само Волгоградское водохранилище, испытывает серьезные антропогенные нагрузки, связанные с регулированием стока, загрязнением и хозяйственным освоением. Малые реки области (Иловля, Медведица, Хопёр на правом берегу, Еруслан на левом берегу) часто маловодны, их водность сильно зависит от сезона, что делает их уязвимыми к любому забору воды или сбросу загрязняющих веществ. Почвенный покров представлен плодородными черноземами на севере и западе, которые являются основой агропромышленного комплекса, и менее продуктивными каштановыми, а на юге светло-каштановыми и бурыми почвами, часто засоленными и подверженными ветровой эрозии. Ландшафты в целом отличаются низкой устойчивостью к антропогенным воздействиям, особенно в левобережных засушливых районах, где процессы опустынивания носят реальный характер. Таким образом, природный каркас области предъявляет жесткие требования: он чувствителен к загрязнению водных объектов, уязвим к водной и ветровой эрозии, обладает ограниченной способностью к самоочищению и ассимиляции отходов, особенно в условиях дефицита влаги [5].

Поверх природной основы наложен хозяйственный (антропогенный) каркас, сформированный длительной историей освоения и носящий выраженный очаговый характер. Его пространственная структура определяется несколькими ключевыми элементами. Во-первых, это система расселения, поляризованная вокруг крупнейшей Волгоградской агломерации, где сосредоточено более половины населения и основная часть промышленного и научного потенциала области. Города-спутники Волгограда – Волжский (крупнейший центр химической промышленности) и Краснослободск – образуют мощный промышленный узел. Другими значительными, но гораздо менее крупными промышленными центрами являются Камышин (машиностроение, пищевая промышленность), Михайловка (стройиндустрия, металлургия), Урюпинск и Фролово. Остальная территория, особенно обширные левобережные районы, характеризуется низкой плотностью населения и аграрной специализацией. Во-вторых, это транспортная инфраструктура, представленная широтными магистралями (железная дорога и автодорога Москва – Волгоград – Астрахань, судоходный путь по Волге) и несколькими меридиональными направлениями. Транспортные коридоры часто выступают осями промышленного развития и одновременно источниками линейного загрязнения. В-третьих, это собственно производственно-территориальная структура. Промышленность сконцентрирована в нескольких узлах, где исторически сложились мощные предприятия химии и нефтехимии (Волжский), металлургии и

машиностроения (Волгоград), перерабатывающей промышленности. Сельскохозяйственные земли, занимающие более 70% территории области, образуют обширный фон, особенно на правом берегу, где расположены лучшие черноземы. Важным элементом каркаса является также рекреационный потенциал, связанный с Волгой, Ахтубой, озерами и охотничьими угодьями, однако его развитие часто конфликтует с промышленными интересами [2].

Взаимодействие этих двух каркасов порождает систему пространственных ограничений и конфликтов, которые напрямую влияют на правовые аспекты размещения промышленности. Ключевыми проблемными узлами являются конфликт «промышленность – крупные водные объекты», где промышленные гиганты Волгограда и Волжского исторически расположены на берегах Волги и Волгоградского водохранилища, что создает постоянный риск загрязнения главного источника питьевого водоснабжения. Также критичен конфликт «промышленность – уникальные экосистемы (Волго-Ахтубинская пойма)», где биосферная территория находится в непосредственной близости от крупных промышленных центров, и перенос загрязняющих веществ по воздуху и воде создает угрозу для этого хрупкого природного комплекса. Расширение промышленных зон или строительство новых логистических центров на правом берегу часто вступает в противоречие с необходимостью сохранения плодородных черноземов, являющихся национальным достоянием. Особую сложность представляет конфликт «накопленная нагрузка – новые проекты», так как существующие промузлы уже являются зонами с хронически повышенным уровнем загрязнения, и размещение здесь новых производств должно учитывать кумулятивный эффект. Наконец, существует проблема периферийных территорий, где на обширных малозаселенных пространствах левобережья может возникать иллюзия «свободного» размещения, однако слабость природного каркаса делает эти территории крайне уязвимыми для необратимой деградации [3].

3. Пространственный анализ зон с особыми условиями использования территорий (ЗОУИТ)

Правовое регулирование размещения промышленных объектов осуществляется не только через прямые запреты и нормативы воздействия на окружающую среду, но и посредством формирования особого пространственно-правового режима на конкретных участках местности. Этот режим устанавливается путем выделения зон с особыми условиями использования территорий (ЗОУИТ), которые являются одним из наиболее действенных инструментов территориального планирования в области экологической безопасности. ЗОУИТ представляют собой не однородное понятие, а целую совокупность различных правовых режимов, каждый из которых вводится для достижения определенных публичных целей: охраны здоровья населения, защиты объектов культурного наследия, обеспечения безопасности транспорта или, что наиболее важно в контексте экологической безопасности, охраны природных объектов и комплексов. На территории Волгоградской области действует широкий спектр таких зон, их пространственная конфигурация, плотность распределения и взаимное наложение создают сложную правовую матрицу, которая предопределяет возможные сценарии промышленного развития. Пространственный анализ этих зон, проводимый с использованием методов картографии и геоинформационных систем, позволяет перейти от формального изучения списка ограничений к пониманию реальной картины территориальных возможностей и барьеров, выявить зоны с высокой концентрацией правовых требований и потенциальные площадки для размещения [4].

Важнейшими ЗОУИТ, непосредственно связанными с экологической безопасностью, являются водоохранные зоны и прибрежные защитные полосы водных объектов, устанавливаемые в соответствии с Водным кодексом Российской Федерации. Их основная функция – предотвращение загрязнения, засорения и истощения вод, а также сохранение среды обитания водных биологических ресурсов. Для такого водного объекта федерального значения, как река Волга, ширина водоохранной зоны устанавливается в 200 метров. Это означает, что на всей протяженности Волги, Волгоградского водохранилища, а также крупных притоков, таких как Дон, Хопер, Медведица, вглубь суши от береговой линии действует строгий правовой режим. В пределах водоохранных зон запрещена, например, распашка земель, размещение кладбищ, скотомогильников, складов ядохимикатов и минеральных удобрений, заправка топливом и мойка транспортных средств. Для промышленного размещения ключевым ограничением является запрет на размещение складов горюче-смазочных материалов, нефтехимических и иных объектов, связанных с высокими рисками химического загрязнения. Пространственный анализ показывает, что в Волгоградской области водоохранные зоны охватывают гигантские по площади территории, особенно с учетом извилистой береговой линии Волгоградского водохранилища и разветвленной сети рек на правом берегу. Любое планирование промышленного объекта, даже косвенно связанного с использованием или риском загрязнения воды, требует тщательной проверки на попадание в эти зоны, что автоматически влечет за собой необходимость разработки и согласования дополнительных и дорогостоящих мероприятий по инженерной защите, либо поиска иной площадки. Степень детализации картографического материала здесь критически важна, поскольку от точности определения береговой линии зависит граница действия запретов [5].

Другой значимой категорией ЗОУИТ являются округа санитарной охраны источников питьевого и хозяйственно-бытового водоснабжения. Эти зоны устанавливаются для защиты от загрязнения водозаборных сооружений, которые обеспечивают жизнедеятельность городов и поселков. Округ санитарной охраны (ЗСО) обычно состоит из трех поясов, в каждом из которых действуют свои, последовательно ужесточающиеся ограничения. В Волгоградской области ключевыми являются ЗСО водозаборов города Волгограда, которые забирают воду непосредственно из Волгоградского водохранилища. В пределах первого, самого строгого пояса запрещено любое строительство, не связанное непосредственно с эксплуатацией водозабора, проживание и нахождение посторонних лиц. Это делает промышленное строительство в непосредственной близости от водозаборов юридически невозможным. Пространственное наложение зон санитарной охраны и водоохранных зон создает вдоль основных водных артерий и вокруг водозаборных узлов сплошные территории с максимально жестким природоохранным режимом. Визуализация этих данных на карте позволяет сразу отсеять значительные участки из рассмотрения при выборе промышленной площадки. Кроме того, в области действуют зоны санитарной охраны курортов, например, вокруг озера Эльтон, где также вводятся серьезные ограничения на хозяйственную деятельность [3].

Особо охраняемые природные территории (ООПТ), также являющиеся видом ЗОУИТ, формируют еще один слой правовых ограничений. В границах ООПТ полностью или частично запрещается деятельность, не соответствующая их целям и задачам. В Волгоградской области сеть ООПТ включает объекты федерального значения (природный парк «Волго-Ахтубинская пойма» и часть государственного природного заказника «Цимлянский») и многочисленные ООПТ регионального значения: природные парки («Щербаковский», «Донской», «Нижнехоперский», «Усть-

Медведицкий»), заказники, памятники природы. Для промышленного размещения наиболее критичен режим природного парка «Волго-Ахтубинская пойма», где в зависимости от функционального зонирования (заповедная, рекреационная, агрохозяйственная зоны) действуют разные уровни ограничений. В заповедной зоне, например, запрещены любая хозяйственная деятельность и посещение, что полностью исключает размещение производств. В других зонах могут допускаться отдельные виды деятельности, но каждый проект проходит экологическую экспертизу на соответствие целям создания парка. Пространственно ООПТ, особенно природные парки, занимают обширные площади, часто включая не только ядра ценных экосистем, но и буферные территории. Их картографирование и учет в схемах территориального планирования обязательны, но на практике границы не всех ООПТ, особенно памятников природы регионального значения, четко зафиксированы и внесены в ЕГРН, что создает правовую неопределенность и риски для инвесторов [2].

Отдельную группу составляют защитные зоны объектов инженерной и транспортной инфраструктуры, такие как санитарно-защитные зоны промышленных предприятий и санитарные разрывы от автомобильных и железных дорог, высоковольтных линий электропередачи, магистральных трубопроводов. Хотя их первичная цель – защита населения от шума, электромагнитного излучения, выбросов и рисков аварий, они также выступают как экологические ограничители. Например, санитарно-защитная зона действующего химического завода уже занята его защитным барьером, и размещение внутри неё нового предприятия, даже не связанного с основной деятельностью, может быть запрещено или ограничено из-за суммации вредных факторов. Для новых проектов установление санитарно-защитной зоны является обязательным этапом, и её размер напрямую зависит от класса опасности и расчетного загрязнения. В промышленно развитой Волгоградско-Волжской агломерации множество таких зон могут перекрываться, формируя целые районы, где свободных от ограничений земель практически нет. Пространственный анализ наложения санитарно-защитных зон нескольких крупных предприятий (металлургического, химических, нефтеперерабатывающего заводов) позволяет выявить зоны с кумулятивным эффектом загрязнения, где правовые ограничения должны быть особенно строги, а размещение новых производств – критически оценено с точки зрения здоровья населения [4].

Проведение пространственного анализа всех перечисленных ЗОУИТ на территории Волгоградской области с использованием ГИС-технологий позволяет получить интегральную карту правовой напряженности. Путем наложения векторных слоев, каждый из которых соответствует определенному виду зоны, можно выделить несколько типов территорий. Во-первых, это зоны максимального ограничения, где накладываются несколько режимов (например, водоохранная зона Волги, территория первого пояса ЗСО водозабора и граница природного парка). Такие территории, как правило, полностью закрыты для новой промышленной застройки. Во-вторых, зоны высокого ограничения с одним, но очень строгим режимом (заповедные участки ООПТ, узлы транспортной инфраструктуры). В-третьих, зоны среднего и умеренного ограничения, где действуют режимы, допускающие определенные виды деятельности при соблюдении специальных требований (большая часть водоохранных зон, агрохозяйственные зоны природных парков). В-четвертых, потенциально свободные зоны, где режим ЗОУИТ либо отсутствует, либо выражен минимально. Именно в последних логично вести поиск резервных промышленных площадок, однако на практике такие территории часто оказываются вдалеке от транспортных путей, энергоносителей и трудовых ресурсов, либо представляют собой ценные

сельскохозяйственные угодья. Таким образом, пространственный анализ не только фиксирует ограничения, но и выявляет глубинный территориальный конфликт между необходимостью промышленного развития, экологической безопасностью и иными публичными интересами [1].

Результаты подобного анализа имеют прямое практическое значение. Они должны лечь в основу корректировки документов территориального планирования Волгоградской области и муниципальных образований. Схемы и карты, отображающие совокупность ЗОУИТ, позволяют органам власти и инвесторам на самой ранней стадии отсечь заведомо непригодные участки, сконцентрировав усилия на детальной проработке потенциально возможных. Это снижает риски финансовых потерь из-за отказа в согласованиях на поздних стадиях проектирования. Кроме того, пространственный анализ помогает выявить правовые коллизии, например, когда установленные границы ЗОУИТ противоречат друг другу или когда в зону строгих ограничений исторически попадают жилые застройки или иные объекты. Решение таких коллизий требует уже точечных правовых и управленческих решений. В конечном счете, пространственный анализ ЗОУИТ превращает разрозненные правовые нормы в целостную систему пространственных ориентиров и запретов, делая процесс правоприменения в сфере экологической безопасности более наглядным, предсказуемым и научно обоснованным. Для Волгоградской области, с ее уязвимыми экосистемами и высокой концентрацией промышленности, такой анализ является не просто исследовательским инструментом, а необходимым условием для перехода к модели устойчивого пространственного развития, в которой экологическая безопасность заложена в саму территориальную структуру региона [5].

Заключение

Проведенное исследование позволило подвести итоги комплексного анализа правовых аспектов обеспечения экологической безопасности при размещении промышленных объектов в Волгоградской области. Работа продемонстрировала, что проблему невозможно эффективно решать исключительно в рамках правового поля. Действенность законодательства зависит от учета конкретных природных условий и пространственной организации хозяйства.

Анализ теоретико-методологических основ показал, что географическая наука предлагает системный инструментарий для изучения данной проблемы. Концепции территориальной дифференциации и ассимиляционного потенциала позволяют перейти к пониманию роли объекта в системе «природа – хозяйство – население». Установлено, что универсальные правовые нормы при наложении на неоднородную территорию приводят к различным последствиям.

На основе синтеза данных разработаны рекомендации по совершенствованию территориального планирования. Ключевая идея – переход от реактивной модели к превентивной, основанной на научном прогнозе. Ядром изменений должна стать разработка ГИС-системы экологического планирования. Внедрение принципов стратегической экологической оценки позволит закладывать экологическую безопасность в логику пространственного развития.

Обеспечение экологической безопасности в регионе – это междисциплинарная задача на стыке права и географии. Учет специфики каркаса региона, переход к научно обоснованному пространственному зонированию и использование ГИС-технологий – реальные шаги к устойчивому развитию. Это минимизирует экологические риски и создаст для инвесторов среду с понятными правилами игры.

Список литературы

1. Белякова, Г. Я. Концепция устойчивого развития города / Г. Я. Белякова, С. Д. Проскурнин // Экономика устойчивого развития. – 2023. – № 1(53). – С. 138-145.
2. Вакарёв, А. А. Обеспечение экологической безопасности путем развития мусоропереработки в современной России: развитие, сложности, решение на региональном уровне / А. А. Вакарёв, В. В. Виноградов // Национальная безопасность. Nota bene. – 2022. – № 2. – С. 10-37.
3. Краузе, В. И. Правовые меры охраны окружающей среды при размещении промышленных объектов: понятие, содержание, виды / В. И. Краузе // Вопросы российского и международного права. – 2022. – Т. 12, № 3А. – С. 297-305.
4. Суворова, А. П. Теоретико-методологические основы устойчивого развития и обеспечения экономической безопасности экономики страны на основе стратегирования базовых секторов экономики / А. П. Суворова // Вестник Марийского государственного университета. Серия «Сельскохозяйственные науки. Экономические науки». – 2025. – Т. 11, № 3. – С. 305-317.
5. Чуйков, А. В. Проблемы освоения и пути развития прибрежных территорий в линейных структурах городов на примере Волгограда / А. В. Чуйков, И. Н. Вакулина // Вестник Волгоградского государственного архитектурно-строительного университета. Серия: Строительство и архитектура. – 2022. – № 3. – С. 397-404.
6. Зарбалиева, Н. О. Мониторинг особо охраняемых природных территорий Волгоградской области / Н. О. Зарбалиева, Ш. С. Зарбали // Климат и природа. - 2025. - № 1-2 (54-55). - С. 43-49.

LEGAL AND GEOGRAPHICAL ASPECTS OF ENSURING ENVIRONMENTAL SAFETY WHEN PLACING INDUSTRIAL FACILITIES (CASE STUDY OF THE VOLGOGRAD REGION)**Omelchenko A.S.¹, Zarbali S.S.², Zarbaliyeva N.O.³**

Volgograd State University, Institute of Natural Sciences, Department of Geography and Cartography,
Volgograd, Russia

¹e-mail: as_omelchenko@mail.ru

²e-mail: shamil.zarbali@gmail.com

³e-mail: zarbaliyeva@volsu.ru

Abstract

In the modern world, where anthropogenic load grows every day, the relevance of ensuring environmental safety becomes increasingly obvious. Legal mechanisms for facility placement represent tools allowing not only to regulate industrial activity but also to minimize environmental risks. In conditions when productions neighbor vulnerable ecosystems, the need for spatial analysis of constraints becomes especially relevant. This is due to the fact that disjointed data on restriction zones hinders informed decisions, which can negatively affect territorial planning.

Analysis of legal aspects is a multifaceted and complex process that requires deep understanding of both geographical and legal bases. Successful implementation of recommendations can significantly improve planning quality and contribute to achieving sustainable development goals of the region.

Keywords: *environmental safety, industrial placement, legal regulation, Volgograd region, GIS technologies, territorial planning, ZOUIT.*

2.1. СТРОИТЕЛЬСТВО И АРХИТЕКТУРА

2.1.2

ОПРЕДЕЛЕНИЕ МАКСИМАЛЬНОЙ ПЛОТНОСТИ ПЕСКА СРЕДНЕЙ КРУПНОСТИ НА ПРИБОРЕ СТАНДАРТНОГО УПЛОТНЕНИЯ И В КАМЕРЕ ТРЕХОСНОГО СЖАТИЯ

Боровлева Я.О.¹, Жиркова А.С.²

Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет,
Санкт-Петербург, Россия

¹e-mail: borovleva.yana31@gmail.com

²e-mail: mai.frunde@yandex.ru

Аннотация

Транспортные средства оказывают значительное динамическое воздействие на грунт, что может привести к его уплотнению, деформации и даже разрушению. Это воздействие особенно заметно в местах с высокой транспортной нагрузкой, таких как автомобильные и железные дороги, аэродромы и порты. Чтобы конструкции были прочными и устойчивыми, нужно добиться максимальной плотности грунтов. Уплотнение позволяет повысить несущую способность и снизить осадку грунта. В данной статье были рассмотрены способы определения максимальной плотности грунта и оптимальной влажности на приборе стандартного уплотнения и в камере трехосного сжатия.

Ключевые слова: *максимальная плотность, оптимальная влажность, прибор стандартного уплотнения, динамическое трехосное сжатие, коэффициент уплотнения, виброразжижение грунта.*

Песчаные грунты используются в строительстве для возведения оснований, насыпей и песчаных подушек. Главная задача при их изготовлении – из предельно рыхлого насыпного грунта достичь максимальной плотности тела насыпи или подушки, поскольку степень плотности данных грунтов имеет широкий диапазон, в связи с чем способность к деформации также изменяется. Основной причиной их переменчивости является переукладка зерен и выжимание воды из пор грунта [1]. Уплотнение позволяет увеличить несущую способность, уменьшить осадку и обеспечить устойчивость структуры грунтов при динамическом воздействии. Для улучшения данных свойств грунта нужно определить максимальную плотность, так как при малой плотности воздействие динамических нагрузок на слабосвязные грунты приводит к их разжижению, при котором грунт переходит в текучее состояние и частично (или полностью) теряет несущую способность в результате смещения частиц друг относительно друга, а затем гравитационному уплотнению.

Цель данной работы заключается в сравнении результатов лабораторных испытаний определения максимальной плотности на приборе стандартного уплотнения и в камере динамического трехосного сжатия. В качестве исследуемого грунта был выбран песок средней крупности.

Дополнительно следует отметить, что процесс уплотнения песчаных грунтов зависит от ряда факторов, включающих гранулометрический состав, форму частиц, степень однородности, а также начальную влажность грунта. Для песков средней крупности характерна относительно высокая водопроницаемость и низкая связность, что обуславливает особенности их поведения при динамическом воздействии.

При недостаточной плотности такие грунты склонны к перераспределению частиц под нагрузкой, что приводит к дополнительным осадкам. В условиях циклического нагружения это может сопровождаться явлением виброразжижения, при котором снижается эффективное напряжение и уменьшается сопротивление сдвигу [2].

Максимальная плотность грунта является важным расчетным параметром, используемым при проектировании оснований и насыпей. Она позволяет оценить степень уплотнения, достигнутую в лабораторных или полевых условиях, и сопоставить её с нормативными требованиями. На практике часто используется коэффициент уплотнения, определяемый как отношение фактической плотности грунта к максимальной лабораторной плотности.

Оптимальная влажность — это такое количество влаги в грунте, при котором он достигает максимальной плотности при уплотнении. Данный параметр определяется посредством поэтапного увеличения влажности грунта от минимума к максимуму до тех пор, пока грунт не перестает уплотняться под действием ударной нагрузки [3].

Уплотнение песчаного грунта осуществлялось в камере динамического трехосного сжатия в соответствии с ГОСТ Р 56353-2015 по КД-схеме.

Образец грунта помещают в резиновую оболочку. Мембрана герметично закрывается и в ней создаётся начальное давление жидкости, которое обжимает образец. Это давление имитирует природное напряжение в грунте от веса вышележащих слоёв. После этого к образцу с использованием жесткого пористого металлического штампа прикладывается вертикальная нагрузка с частотой 2 Гц и амплитудой 20 кПа. Боковое давление осуществляется путем создания в камере динамического трехосного сжатия гидростатического давления. Для обеспечения возможности в процессе испытания грунта отжатия воды из образца или, наоборот, его насыщения водой используются отверстия в штампе и днище. На основе испытаний был получен график развития относительной деформации во времени (Рис. 1) и рассчитана плотность (Таблица 1).

Таблица 1 – Результаты испытания в камере динамического трехосного сжатия

	Осадка, h, мм	Объем образца, V, см ³	Плотность, ρ, г/см ³	Плотность твердых частиц грунта, ρ _d , г/см ³
Консолидация	6,7	183,19	2,13	1,73
Динамическое воздействие	7,2	182,21	2,14	1,74

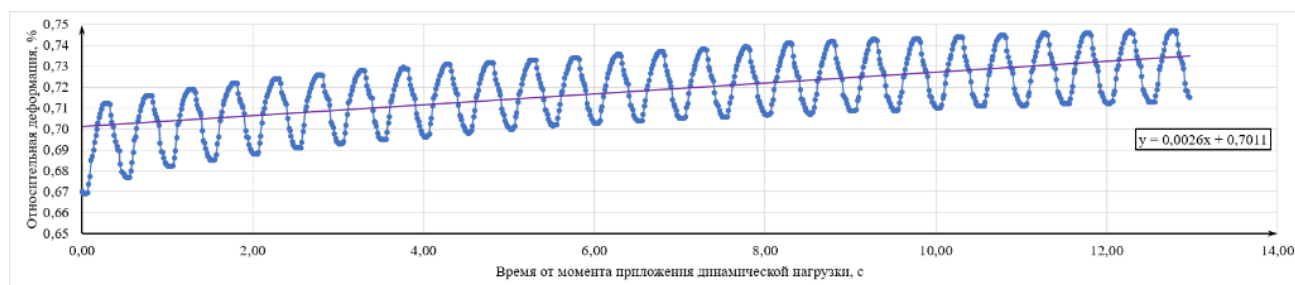


Рис. 1 – График относительной деформации во времени по результатам испытаний в камере динамического трехосного сжатия

Следует подчеркнуть, что применение динамического трехосного сжатия позволяет моделировать реальные условия работы грунта под действием повторяющихся нагрузок. В отличие от статических методов, данный подход учитывает влияние частоты и амплитуды воздействия, что особенно важно при анализе поведения грунтов под транспортными нагрузками.

Кроме того, в процессе испытаний возможно фиксировать накопление деформаций во времени, что позволяет оценить не только предельное состояние грунта, но и его деформационные характеристики на различных стадиях нагружения. Это существенно расширяет область применения полученных результатов и повышает достоверность прогноза поведения основания [4].

Для определения оптимальной влажности грунта используется прибор стандартного уплотнения. Принцип его работы заключается в том, что образец грунта подвергается уплотнению под воздействием нагрузки в условиях контролируемой влажности. Метод заключается в установлении зависимости плотности грунта от его влажности – от изначальной до оптимальной. Повышение плотности песчаных грунтов при малых значениях влажности объясняется возможностью свободной переупаковки частиц скелета при механическом воздействии. Для испытаний грунт последовательно увлажняют. С увеличением влажности песка адсорбированная вода оказывает «цементирующее» действие, препятствуя свободной переупаковке частиц [5]. При первом испытании влажность соответствует 4% (согласно табл. 1 ГОСТ 22733-2016). При последующих – увеличивается на 2%. Количество добавляемой воды для повышения влажности рассчитывалось по формуле (1):

$$Q = \frac{m'_p}{1 + 0,01w_g} \cdot 0,01(w_1 - w_g), \quad (1)$$

где Q – количество воды, г,

m'_p – масса отобранной пробы, г,

w_1 – влажность грунта для первого испытания, назначаемая по таблице 1 ГОСТ 22733-2016, %,

w_g – влажность грунта в воздушно-сухом состоянии, %.

Образец водонасыщенного грунта помещается в цилиндр с металлической обоймой. Уплотнение производится в три слоя с помощью специального ударника – 20 ударов после каждого слоя. После уплотнения определяются масса и плотность образца. Испытания были прекращены, как только грунтом была достигнута максимальная плотность и определена оптимальная влажность. Повторяемость эксперимента – 3 раза. Полученные результаты представлены в таблице 2. График зависимости плотности от влажности представлен на рисунке 2.

Таблица 2 – Результаты испытания прибором стандартного уплотнения

№ опыта	1	2	3
$W_{\text{опт.}}$ %	12	12	12
ρ , г/см ³	1,62	1,65	1,72
ρ_{di} , г/см ³	1,45	1,48	1,54

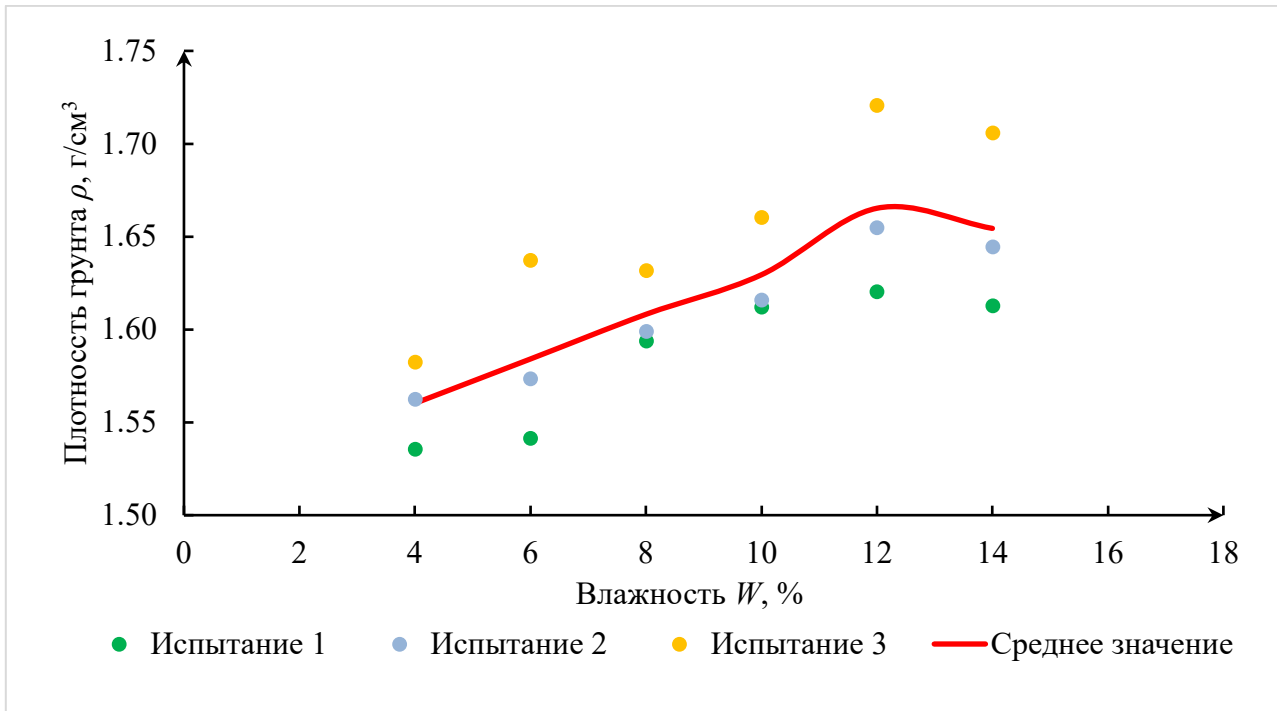


Рис. 2 – График зависимости плотности от влажности по результатам испытаний на приборе стандартного уплотнения

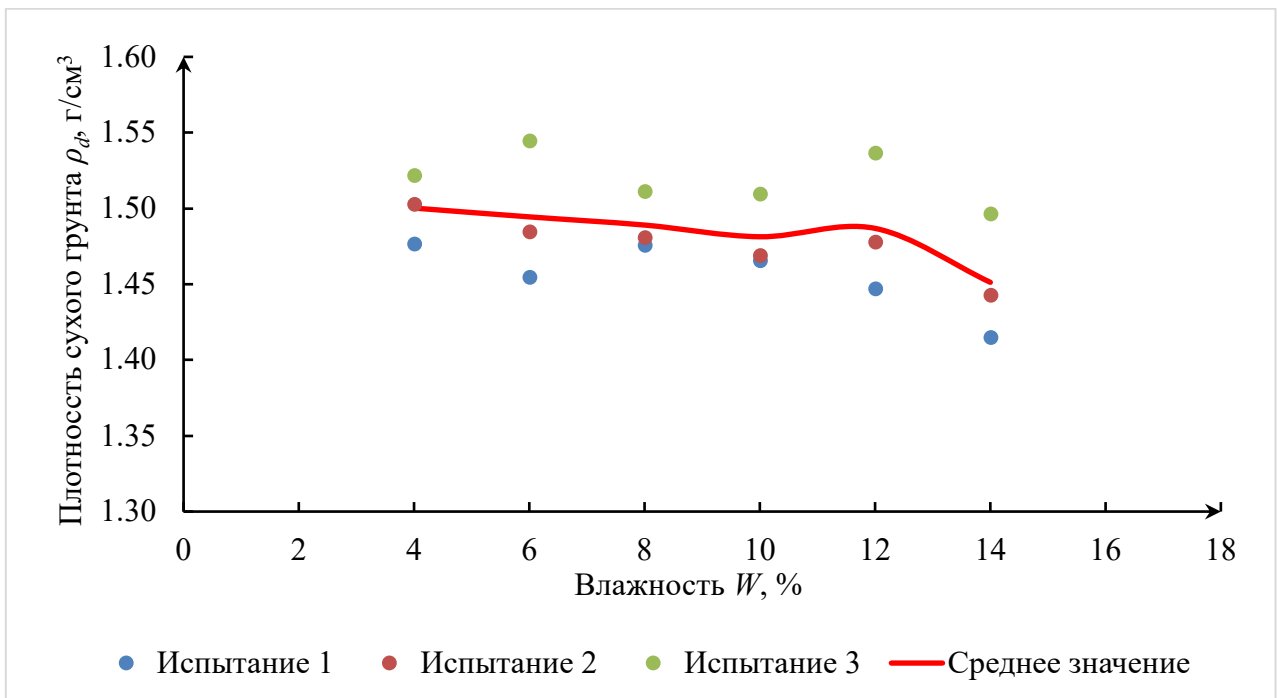


Рис. 3 – График зависимости плотности сухого грунта от влажности по результатам испытаний на приборе стандартного уплотнения

Анализ полученных результатов показывает, что при увеличении влажности до оптимального значения наблюдается рост плотности грунта. Это связано с тем, что вода выполняет роль смазки между частицами, облегчая их взаимное перемещение и более плотную укладку. Однако при дальнейшем увеличении влажности происходит снижение плотности за счёт избыточного содержания воды, которая начинает занимать часть объема порового пространства.

В результате проведенных исследований установлено, что значения плотности песка средней крупности, полученные при испытаниях в камере динамического трехосного сжатия, превышают значения, полученные на приборе стандартного уплотнения. Это различие объясняется особенностями условий проведения испытаний и характером приложенных нагрузок.

В частности, в камере динамического трехосного сжатия образец находится в условиях всестороннего обжатия и подвергается циклическому воздействию, что способствует более плотной укладке частиц грунта и уменьшению порового пространства. В то же время стандартное уплотнение осуществляется при ограниченном числе ударов и без учета бокового давления, что приводит к получению меньших значений плотности.

Таким образом, различие в результатах не является противоречием, а отражает специфику применяемых методов испытаний. При этом оба метода позволяют определить плотностные характеристики грунта, однако динамическое трехосное сжатие даёт более полное представление о поведении грунта в условиях, приближенных к реальной работе основания под действием нагрузок.

Сравнение результатов, полученных двумя методами, позволяет выявить их основные преимущества и ограничения. Прибор стандартного уплотнения является широко распространённым и нормативно закреплённым методом, обеспечивающим воспроизводимость результатов и простоту выполнения испытаний.

Однако он не учитывает влияние динамических нагрузок, характерных для реальных условий эксплуатации.

В свою очередь, испытания в камере динамического трехосного сжатия позволяют учитывать циклический характер воздействия, а также оценивать развитие деформаций во времени. Это делает данный метод более информативным при анализе работы грунтов под воздействием транспортных и технологических нагрузок.

Несмотря на это, использование трехосного сжатия требует более сложного оборудования и высокой квалификации персонала, что может ограничивать его применение в практике инженерных изысканий. Тем не менее, в научных исследованиях данный метод является предпочтительным, поскольку обеспечивает более глубокое понимание механики грунтов [6].

Более того, результаты, полученные при динамическом трёхосном сжатии, предоставляют дополнительную информацию о начале процесса виброразжижения грунта после достижения максимальной плотности при определённой частоте динамического воздействия. Это особенно важно при проектировании оснований, работающих в условиях циклических нагрузок.

Перспективы исследования в камере трехосного сжатия - проведение испытаний с частотами, соответствующими воздействию технического оборудования (вибротрамбовки) – от 25 до 80 Гц.

Список литературы

1. Моргунов К.П. Особенности динамической реакции водонасыщенных грунтов, залегающих в основании гидротехнических сооружений // Сборник научных трудов Международной научно-практической конференции. Санкт-Петербург. – 2023. – С. 45-67.
2. Минаев О.П. Выбор и использование метода уплотнения песчаных оснований и сооружений // Инженерно-строительный журнал. – 2014. – С. 66-73.
3. Игнатъев А.А. Оценка влияния извести при укреплении песка мелкого на время его выдерживания при оптимальной влажности // Умные композиты в строительстве. – 2024. – Т. 5, № 3. – С. 53-64.
4. Вознесенский Е.А. Динамические испытания грунтов. Состояние вопроса и стандартизация // Инженерные изыскания. – 2013. – С. 20-26.
5. Потапов А.Д., Потапов И.А., Шименкова А.А. Роль плотности — влажности песчаных грунтов в формировании эффективных напряжений с позиций физико-химической теории // Вестник МГСУ. – 2012. – № 12. – С. 104—110.
6. Абелев М.Ю., Бахронов Р.Р., Козьмодемьянский В.Г. Новое в устройстве искусственных уплотненных оснований зданий и сооружений на слабых грунтах // Промышленное и гражданское строительство. – 2015. – С. 76-81.

Determination of the Maximum Density of Medium Sand Using the Standard Compaction Test and Dynamic Triaxial Compression**Borovleva Y.O.¹, Zhirkova A.S.²**

Saint Petersburg State University of Architecture and Civil Engineering,
Saint Petersburg, Russia

¹e-mail: borovleva.yana31@gmail.com

²e-mail: mai.frunde@yandex.ru

Abstract

Transport loads have a significant dynamic impact on soils, which can lead to their compaction, deformation, and even failure. This effect is especially pronounced in areas subjected to high traffic loads, such as highways, railways, airfields, and ports. To ensure the strength and stability of structures, it is necessary to achieve the maximum density of soils. Compaction increases the bearing capacity and reduces soil settlement.

This paper considers methods for determining the maximum dry density and optimum moisture content using the standard compaction test and dynamic triaxial compression. A medium sand was selected as the test material. The results obtained by both methods were compared, and their applicability for engineering practice was evaluated.

Keywords: *maximum density, optimum moisture content, standard compaction test, dynamic triaxial compression, compaction degree, soil liquefaction.*

3.3. МЕДИКО-БИОЛОГИЧЕСКИЕ НАУКИ

3.3

МЕТАБОЛИЧЕСКОЕ РЕМОДЕЛИРОВАНИЕ МИОКАРДА ПРИ СЕРДЕЧНОЙ НЕДОСТАТОЧНОСТИ: РОЛЬ МИТОХОНДРИАЛЬНОЙ ДИСФУНКЦИИ, ОКИСЛИТЕЛЬНОГО СТРЕССА И ПЕРСПЕКТИВЫ МЕТАБОЛИЧЕСКОЙ ТЕРАПИИ

Лошаков А.А.¹, Шарапов А.Д.² канд. хим. наук

¹Институт Клинической Медицины; ФГБОУ ВО «Уральский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации Екатеринбург, Россия;

²ФГБОУ ВО «Уральский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации, кафедра биохимии Екатеринбург, Россия;

¹e-mail: loshakov06@list.ru; ORCID: 0009-0005-7604-1639

²e-mail: a.d.sharapov@urfu.ru; ORCID: 0000-0003-1582-5462

Аннотация

Метаболическое ремоделирование миокарда является ключевым звеном прогрессирования сердечной недостаточности (СН). В обзоре систематизированы современные данные о механизмах митохондриальной дисфункции и окислительного стресса при СН. Показано, что основу патогенеза составляет метаболический сдвиг — снижение окисления жирных кислот и усиление гликолиза на фоне инсулинорезистентности. Ключевая роль принадлежит дисфункции дыхательных комплексов, подавлению биогенеза митохондрий и накоплению активных форм кислорода, что ведет к липотоксичности, ацидозу и гибели кардиомиоцитов. Рассмотрены стандартные (BNP, NT proBNP) и перспективные биомаркеры (ацилкарнитины, цитохром С, митохондриальная ДНК) для диагностики этих нарушений. Проанализирована доказательная база метаболических препаратов (ингибиторы SGLT2, триметазидин) и emerging-терапий (митохондриально-направленные антиоксиданты SkQ1, экзогенные кетоновые тела). Коррекция метаболических нарушений открывает новые перспективы для персонализированного лечения и улучшения прогноза пациентов с СН.

Ключевые слова: *сердечная недостаточность, метаболическое ремоделирование, митохондриальная дисфункция, окислительный стресс, ингибиторы SGLT2, SkQ1, кетоновые тела.*

Введение. Сердечная недостаточность (СН) является финальным осложнением многих сердечно-сосудистых заболеваний и тесно связана с процессом патологического ремоделирования миокарда. В работах исследователей показано, что раннее постинфарктное ремоделирование левого желудочка имеет различные характеристики в зависимости от выбранной реперфузионной тактики (чрескожное коронарное вмешательство или тромболитическая терапия. Однако даже успешное восстановление кровотока не всегда предотвращает запуск молекулярных каскадов, ведущих к хронической дисфункции, фундаментальной основой которой является нарушение энергетического метаболизма. В неспособном сердце развивается энергетический дефицит вследствие снижения окислительной способности

митохондрий, что ведет к падению общей эффективности работы миокарда, создавая порочный круг прогрессирования СН [1, 2].

Методы. Проведен анализ зарубежных и отечественных публикаций за период 2014–2026 гг., индексируемых в базах данных PubMed, Scopus, eLibrary.ru и Cyberleninka. В работе использованы данные оригинальных исследований, систематических обзоров и мета-анализов, посвященных энергетическому метаболизму кардиомиоцитов, механизмам митохондриального повреждения и клиническому применению метаболических препаратов.

Результаты. В обзоре показано, что метаболическое ремоделирование при СН, характеризующееся сдвигом от окисления жирных кислот к гликолизу и развитием инсулинорезистентности, является ключевым патогенетическим звеном. Ключевая роль в этом процессе принадлежит дисфункции митохондрий (нарушение работы дыхательных комплексов, подавление биогенеза PGC-1 α , угнетение митофагии) и индуцированному ими окислительному стрессу, что ведет к липотоксичности, ацидозу и активации апоптоза кардиомиоцитов. Рассмотрены современные (BNP, NT-proBNP) и перспективные метаболические биомаркеры (ацилкарнитины, цитохром С, малоновый диальдегид, митохондриальная ДНК) для диагностики этих нарушений. Проанализирована доказательная база существующих метаболических препаратов (триметазидин, ранолазин, ингибиторы SGLT2) и emerging-терапий, включая митохондриально-направленные антиоксиданты (SkQ1), экзогенные кетоновые тела, таргетную доставку наночастицами и методы генной коррекции.

Обсуждение.

1. Метаболические особенности миокарда в норме и при сердечной недостаточности.

1.1. Энергетический метаболизм в здоровом миокарде: пластичность и эффективность.

Здоровый миокард характеризуется высокой метаболической пластичностью, позволяющей эффективно использовать различные субстраты для синтеза АТФ в зависимости от их доступности и потребностей организма. Основным источником энергии (60-80% продукции АТФ) в сердце взрослого человека в норме является окисление жирных кислот (ОЖК). Вторым по значимости субстратом выступает глюкоза, окисление которой обеспечивает около 20-30% АТФ. Миокард также способен окислять лактат, кетоновые тела и аминокислоты, причем их вклад может возрасти при изменении физиологических условий [3].

Ключевой особенностью является способность сердца к быстрому переключению между этими субстратами — свойство, известное как «метаболическая гибкость». Это переключение контролируется сложным взаимодействием концентраций субстратов в крови, гормональных сигналов (таких как инсулин), уровня работы сердца и доступности кислорода [2,3,4]. Такая гибкость обеспечивает поддержание оптимального энергетического баланса. Энергия, запасенная в виде АТФ, является непосредственным источником для сократительной функции кардиомиоцитов, а постоянный высокий уровень ее синтеза через окислительное фосфорилирование в митохондриях критически важен для поддержания насосной функции сердца [5].

1.2. Метаболическое ремоделирование как ключевой компонент патогенеза СН.

При развитии сердечной недостаточности (СН) происходят глубокие нарушения энергетического метаболизма, объединяемые понятием метаболического ремоделирования. Его центральный феномен — патологический «метаболический сдвиг»: в неспособном сердце снижается окислительная способность митохондрий,

уменьшается окисление жирных кислот и глюкозы, а компенсаторно, но энергетически неэффективно, возрастает зависимость от гликолиза [6, 7, 10].

К причинам сдвига относятся хроническая гипоперфузия или гипертрофия миокарда, создающие относительную гипоксию и подавляющие окислительный метаболизм; инсулинорезистентность кардиомиоцитов, нарушающая захват и утилизацию глюкозы [8]; а также изменение активности ключевых ферментов: повышение активности пируватдегидрогеназы (ПДК) ингибирует окисление глюкозы, а изменение регуляции карнитинпальмитоилтрансферазы 1 нарушает транспорт жирных кислот в митохондрии [6, 7, 9].

Последствия метаболического ремоделирования тяжёлые для миокарда. Во-первых, снижается энергоэффективность: гликолиз даёт на порядок меньше АТФ на молекулу субстрата, чем полное окислительное фосфорилирование, что ведёт к энергодефициту при нагрузке и усугубляет дисфункцию [6, 7, 9]. Во-вторых, развивается липотоксичность — накопление токсичных промежуточных продуктов (ацил-КоА, ацилкарнитины, церамиды), которые индуцируют окислительный стресс, повреждают митохондрии, активируют апоптоз и способствуют фиброзу, ускоряя прогрессирование СН [4]. В-третьих, возникает ацидоз и нарушение ионного гомеостаза: избыточный гликолиз ведёт к превращению пирувата в лактат и накоплению H^+ , что нарушает работу Na^+/Ca^{2+} -АТФазы и кальциевый гомеостаз, снижая сократимость и создавая предпосылки для аритмий [6–8].

Таким образом, метаболическое ремоделирование — сдвиг энергетического метаболизма, снижение эффективности и накопление токсичных продуктов — является ключевым звеном патогенеза СН, определяющим её прогрессирование и клинические проявления [6].

2. Роль митохондриальной дисфункции и окислительного стресса в метаболическом ремоделировании.

Метаболическое ремоделирование миокарда при сердечной недостаточности (СН) неразрывно связано с глубокими нарушениями в работе митохондрий и развитием окислительного стресса. Эти процессы образуют патогенетический круг, усугубляющий энергетический дефицит и прямо ведущий к гибели кардиомиоцитов [10].

2.1. Нарушения митохондриальной биоэнергетики.

Основу митохондриальной дисфункции при СН составляет снижение способности производить АТФ вследствие глобального угнетения окислительного фосфорилирования, что ведёт к хроническому энергетическому голоду кардиомиоцитов. Ключевая причина — дисфункция дыхательных комплексов I, III и IV, нарушающая транспорт электронов и создающая предпосылки для утечки активных форм кислорода (АФК) [11].

Параллельно страдают системы контроля качества митохондриального пула. Снижается биогенез митохондрий из-за подавления регуляторной оси PGC-1 α / NRF-1,2 / TFAM, координирующей экспрессию ядерных и митохондриальных генов [11]. Нарушаются также динамика (баланс деления и слияния) и митофагия — селективная аутофагия повреждённых митохондрий. В результате в клетке накапливаются нефункциональные митохондрии, неспособные обеспечить энергетические потребности сердца [12, 13].

2.2. Окислительный стресс: причина и следствие митохондриальной дисфункции.

Нарушения в дыхательной цепи делают митохондрии основным источником избыточной генерации АФК при СН. Основные сайты утечки электронов — комплексы I и III; дополнительным источником АФК при стрессе становится митохондриальная НАДФН-оксидаза [14].

Высокореактивные АФК вызывают окислительную модификацию критических структур: окисляют липиды внутренней мембраны (особенно кардиолипин), денатурируют белки ферментов и повреждают митохондриальную ДНК (мтДНК), приводя к её мутациям и деплеции [14, 15]. Повреждение мтДНК, кодирующей субъединицы дыхательных комплексов, ещё больше угнетает окислительное фосфорилирование, замыкая порочный круг: дисфункция → АФК → повреждение митохондрий → усиление дисфункции [15].

Хронический окислительный стресс — мощный триггер гибели кардиомиоцитов. Ключевое событие — повышение проницаемости митохондриальной мембраны и высвобождение цитохрома С в цитоплазму, запускающее каспазный каскад и митохондриальный путь апоптоза. В условиях ишемии-реперфузии и под действием провоспалительных цитокинов активируется также некроптоз — регулируемый некроз, инициируемый дисфункциональными митохондриями. Массовая гибель клеток ускоряет прогрессирование систолической дисфункции и фиброзного ремоделирования миокарда [15, 16].

Таким образом, митохондриальная дисфункция и окислительный стресс выступают не просто маркерами, а центральными патогенетическими драйверами метаболического ремоделирования, связывая нарушение энергообразования с необратимым повреждением и утратой кардиомиоцитов при СН.

3. Биохимические маркеры метаболического ремоделирования миокарда.

3.1. Стандартные нейрогуморальные маркеры СН (BNP, NT-proBNP): диагностическая и прогностическая роль, ограничения в оценке метаболических нарушений.

В клинической практике золотым стандартом диагностики и стратификации риска при сердечной недостаточности (СН) служат натрийуретические пептиды — мозговой натрийуретический пептид (BNP) и его N-терминальный пропептид (NT-proBNP). Их концентрация чётко коррелирует со степенью растяжения и перегрузки миокарда желудочков. Повышение уровня NT-proBNP >125 пг/мл или BNP >35 пг/мл у пациентов с одышкой обладает высокой чувствительностью и специфичностью для подтверждения СН, а их повышенные или растущие значения указывают на неблагоприятное течение, высокий риск госпитализаций и смертности, позволяя своевременно корректировать терапию [17].

Ключевое ограничение BNP и NT-proBNP в контексте метаболического ремоделирования — их патогенетическая неспецифичность: они отражают преимущественно гемодинамический стресс и нейрогуморальную активацию, но не информируют о глубине нарушений внутриклеточного энергетического метаболизма, митохондриальной дисфункции или окислительного стресса в кардиомиоцитах. Поэтому для оценки метаболического компонента патогенеза СН необходимы иные, более специфичные биомаркеры [18, 19].

3.2. Перспективные метаболические и митохондриальные биомаркеры.

Современные исследования направлены на поиск маркеров, непосредственно отражающих нарушения обмена веществ в миокарде.

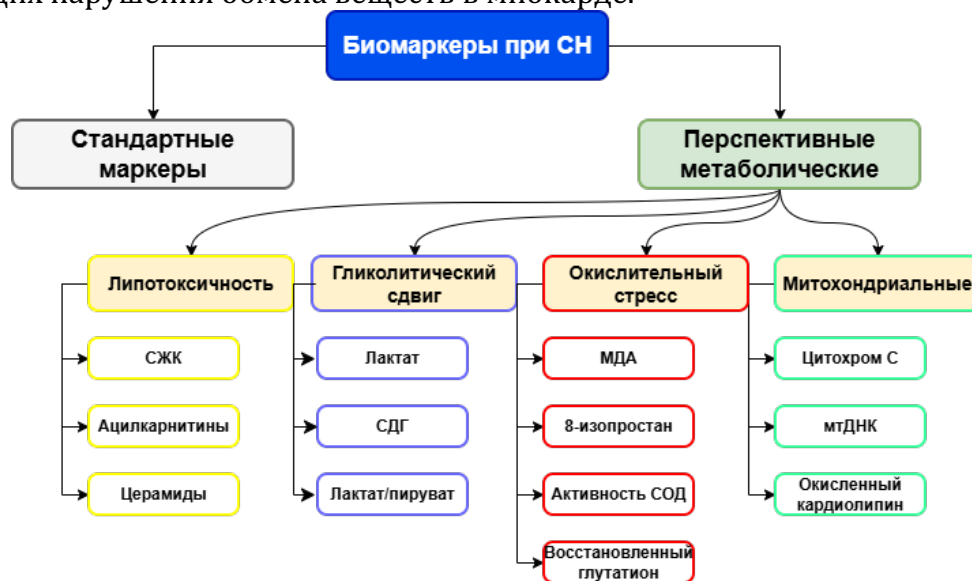


Рис. 1 - Иерархическая структура биомаркеров, ассоциированных с метаболическим ремоделированием при СН

Маркеры липотоксичности и инсулинорезистентности. При метаболическом ремоделировании в крови повышается уровень свободных жирных кислот (СЖК) и изменяется их состав. Более специфичны **ацилкарнитины** — промежуточные продукты β -окисления. Накопление длинноцепочечных ацилкарнитинов служит прямым признаком митохондриальной дисфункции и липотоксичности, а соотношение СЖК/глюкоза отражает метаболический сдвиг сердца в сторону использования жиров [17, 18].

Маркеры гликолитического сдвига. Усиление анаэробного гликолиза проявляется повышением концентрации лактата, пирувата и активности лактатдегидрогеназы (ЛДГ). Наиболее показательно увеличение соотношения лактат/пируват, свидетельствующее о преобладании гликолиза над окислительным метаболизмом [19].

Маркеры окислительного стресса. Ключевые маркеры в плазме: продукты перекисного окисления липидов (малоновый диальдегид, МДА; более стабильный 8-изопростан) и 8-окси-2-дезоксигуанозин как показатель окислительного повреждения ДНК [20]. Состояние антиоксидантной защиты оценивают по активности супероксиддисмутазы (СОД), каталазы и уровню восстановленного глутатиона (GSH). У пациентов с СН (особенно с ФВ <40%) отмечается рост МДА и снижение активности СОД, коррелирующие с тяжестью состояния [21].

Митохондриальные биомаркеры. Появление в сыворотке **цитохрома С** — белка внутренней мембраны митохондрий — служит маркером тяжёлого повреждения митохондрий и активации апоптоза [22]. Уровень цитохрома С коррелирует с функциональным классом СН, выраженностью симптомов и качеством жизни. Фрагменты циркулирующей **митохондриальной ДНК (мтДНК)** отражают масштаб митохондриального повреждения. Изучается также роль окисленных форм кардиолипина, нарушающих работу дыхательных комплексов [23].

Таким образом, оценка спектра метаболических и митохондриальных биомаркеров (ацилкарнитины, лактат, маркеры окислительного стресса, цитохром С, мтДНК)

дополняет стандартные нейрогуморальные маркеры, позволяя углубить диагностику метаболического ремоделирования, что способствует раннему выявлению нарушений и персонализации терапии [22, 23].

4. Современные и перспективные подходы к метаболической терапии сердечной недостаточности.

Поиск эффективных стратегий, направленных на коррекцию энергетического дефицита и метаболического ремоделирования, является одним из наиболее динамично развивающихся направлений современной кардиологии. В отличие от стандартной нейрогуморальной блокады, эти подходы нацелены на фундаментальные клеточные механизмы развития сердечной недостаточности (СН).

4.1. Стратегия ингибирования окисления жирных кислот.

Стратегия направлена на снижение зависимости миокарда от окисления жирных кислот (ЖК) с целью повышения эффективности продукции АТФ.

Триметазидин — классический ингибитор 3-кетацил-КоА-тиолазы, ключевого фермента β -окисления ЖК в митохондриях, что способствует переключению кардиомиоцитов на более кислородоэффективный субстрат — глюкозу. Препарат улучшает клинические симптомы (снижение частоты приступов стенокардии, одышки), повышает толерантность к физической нагрузке и улучшает систолическую функцию левого желудочка при ишемической и неишемической СН. Основные ограничения: возможные неврологические побочные эффекты (тремор, ригидность, паркинсонизм). Мета-анализы подтверждают положительное влияние на функциональный статус, но требуют дальнейших исследований влияния на смертность и госпитализации [24].

Ранолазин, ингибитор позднего натриевого тока, снижая внутриклеточный Na^+ , косвенно уменьшает уровень Ca^{2+} в митохондриях, подавляя пируватдегидрогеназный комплекс и переключая метаболизм сердца с ЖК на глюкозу, что снижает липотоксичность [25].

4.2. Стратегия активации утилизации глюкозы.

Подход направлен на усиление утилизации глюкозы для компенсации сниженной окислительной способности митохондрий.

Дихлорацетат (ДХА) ингибирует пируватдегидрогеназкиназу (ПДК), активируя пируватдегидрогеназный комплекс, усиливая окисление глюкозы и снижая образование лактата. Экспериментально доказано улучшение сократительной функции и энергетического статуса миокарда. Клиническое применение ограничено токсичностью (нейропатия, гепатотоксичность) [26].

Ингибиторы SGLT2 (эмпаглифлозин и др.) изначально разработаны как гипогликемические средства, но продемонстрировали кардио- и ренопротекторный эффект, не зависящий от наличия диабета. Согласно метаболической гипотезе, они индуцируют состояние контролируемого энергетического дефицита, стимулируют кетогенез, а кетоновые тела (β -гидроксibuтират) становятся эффективным альтернативным субстратом для сердца. Также отмечаются улучшение утилизации глюкозы и снижение липотоксичности, что лежит в основе снижения сердечно-сосудистой смертности и госпитализаций [27].

4.3. Антиоксидантная и митохондриально-направленная терапия.

Классические антиоксиданты (витамины E, C, коэнзим Q10) в крупных клинических исследованиях показали ограниченную эффективность при СН, вероятно, из-за неспособности накапливаться в митохондриях — основном источнике АФК [28, 30].

Митохондриально-направленные антиоксиданты (SkQ1, MitoQ) содержат липофильный катион (например, трифенилфосфоний), который за счёт отрицательного мембранного потенциала накапливается внутри митохондрий, доставляя антиоксидант точно к месту генерации АФК. Доклинические данные подтверждают антиоксидантный и антиаритмический эффект SkQ1 в условиях ишемии-реперфузии на модели изолированного сердца крысы [28].

Мелдоний (Милдронат) ингибирует гамма-бутиробетаин-гидроксилазу, снижая синтез карнитина и карнитин-зависимый транспорт длинноцепочечных ЖК в митохондрии, что способствует переключению на глюкозу и накоплению менее токсичных короткоцепочечных ЖК. Клинический опыт (преимущественно в странах СНГ) указывает на улучшение переносимости нагрузки и уменьшение симптомов стенокардии при ИБС, что может быть полезно и для отдельных групп пациентов с СН [28, 29].

4.4. Коррекция дефицита энергетических субстратов.

Применение кетоновых тел (β -гидроксибутират) основано на повышении экспрессии ферментов утилизации кетонов в неспособном сердце. Кетоны окисляются с более высоким выходом АТФ на единицу потреблённого кислорода, чем ЖК. Предклинические и пилотные клинические исследования показывают улучшение сердечного выброса, сократительной функции и физической работоспособности у пациентов с СН. Этот подход считается одним из наиболее перспективных в метаболической терапии [29, 31].

Таблица 1 - Сравнительная характеристика препаратов для метаболической терапии

Препарат	Механизм	Клинические эффекты	Ограничения
Триметазидин	Ингибитор 3-кетоацил-КоА-тиолазы → переключение с окисления ЖК на глюкозу	Улучшение симптомов стенокардии, ↑ толерантности к нагрузке, ↑ ФВ ЛЖ	Неврологические эффекты (паркинсонизм); недостаточно данных о влиянии на смертность
Ранолазин	Ингибитор позднего натриевого тока → ↓ внутриклеточного Ca^{2+} → ↓ окисления ЖК	Антиангинальный эффект, ↓ липотоксичности	Удлинение интервала QT (редко)
Дихлорацетат	Ингибитор ПДК → ↑ окисления глюкозы	Экспериментально: улучшение сократимости	Токсичность (нейропатия, гепатотоксичность)
Ингибиторы SGLT2	Блокада SGLT2 в почках → глюкозурия, натрийурез; ↑ кетогенез, улучшение метаболизма миокарда	↓ сердечно-сосудистой смертности и госпитализаций при СНФВ и СНсФВ	Инфекции мочевых путей, генитальные микозы
Классические антиоксиданты	Связывание свободных радикалов	Ограниченная эффективность в крупных РКИ	Низкая биодоступность в митохондрии
Митохондриальные антиоксиданты (SkQ1, MitoQ)	Накопление в митохондриях, нейтрализация АФК	В эксперименте: защита от ишемии-реперфузии, ↓ оксидативного стресса	Мало клинических данных, требуются дальнейшие исследования
Мелдоний	Ингибитор синтеза карнитина → ↓ транспорта ЖК в митохондрии	Улучшение переносимости нагрузок при ИБС; возможен при СН	Недостаточно крупных РКИ; не входит в международные рекомендации
Кетоновые тела	Альтернативный субстрат для митохондрий, более эффективный выход АТФ на единицу O_2	Пилотные исследования: ↑ сердечного выброса, ↓ давления наполнения ЛЖ	Транзиторный ацидоз, диспепсия; нет зарегистрированных форм

5. Перспективные направления исследований в области метаболической терапии.

Будущие успехи в лечении сердечной недостаточности будут связаны с переходом от неспецифической коррекции метаболизма к высокоточным вмешательствам, основанным на последних достижениях биотехнологии и персонализированной медицины. Эти направления нацелены на устранение глубинных причин метаболической дисфункции.

5.1. Таргетная доставка препаратов.

Таргетная доставка в митохондрии. Основная проблема метаболической терапии — доставка веществ именно в митохондрии кардиомиоцитов. Её решают с помощью двухуровневых систем: сначала **наночастицы или липосомы** обеспечивают избирательное накопление в ткани сердца, затем **митохондриально-направленные векторы** проникают через двойную мембрану. Наиболее изучены **липофильные катионы** (TPP^+), накапливающиеся за счёт мембранного потенциала, и **митохондриально-таргетные пептиды**, естественно направляющие белки в органеллы. Конъюгация таких векторов с антиоксидантами или протекторными агентами многократно повышает их эффективность в экспериментах [30–32].

5.2. Генная и клеточная терапия.

Направление нацелено на коррекцию генетических и эпигенетических основ метаболической дисфункции.

Стимуляция митохондриального биогенеза. Основная мишень — активация коактиватора транскрипции **PGC-1 α** путём доставки соответствующих генов или применения малых молекул, что увеличивает число и улучшает функцию митохондрий, компенсируя их дефицит при СН [33].

Редактирование генома. Для коррекции наследственных митохондриопатий необходимы методы редактирования ядерной и митохондриальной ДНК. Стандартная система **CRISPR-Cas9** неэффективна для мтДНК. Наиболее перспективны альтернативы: **цитозинные дезаминазы, связанные с TAL-эффекторами (DdCBE)** для точечных замен в мтДНК и **митохондриальные нуклеазы (мито-TALENs)** для селективного разрушения мутантных копий мтДНК [33, 34].

Терапия стволовыми клетками и экзосомами. Современный подход основан на паракринных механизмах: мезенхимальные стволовые клетки и выделяемые ими **экзосомы** доставляют в повреждённое сердце микроРНК, мРНК и цитопротекторные факторы, модулируя микроокружение, подавляя фиброз, стимулируя ангиогенез и восстанавливая метаболический фенотип кардиомиоцитов [33].

5.3. Комбинированные и персонализированные стратегии.

Комбинированная терапия. Перспективно изучение синергии метаболических препаратов (ингибиторы SGLT2, триметазидин, кетоновые тела) со стандартной нейрогуморальной блокадой для достижения аддитивного улучшения сердечной функции и выживаемости [33].

Персонализация на основе фенотипирования. Переход от универсальной терапии к индивидуальному выбору лечения возможен благодаря выделению метаболических фенотипов (липотоксический, инсулинорезистентный, с преобладанием окислительного стресса) на основе профиля биомаркеров и данных визуализации. Это позволяет назначать целенаправленную терапию (ингибиторы окисления ЖК, сенситизаторы к инсулину, антиоксиданты), повышая эффективность и безопасность лечения [34].

Роль нутрицевтики и диеты. Изучается потенциал кетогенной диеты, ограничения калорий и приёма экзогенных кетоновых тел (β -гидроксибутират) как средств индукции физиологического кетоза, улучшения митохондриальной функции и обеспечения сердца энергоэффективным субстратом, что может стать важным дополнением к фармакотерапии [33, 34].

Таким образом, перспективы связаны с конвергенцией наномедицины, генной инженерии и персонализированных подходов, нацеленных не на облегчение симптомов, а на восстановление клеточного энергетического гомеостаза.

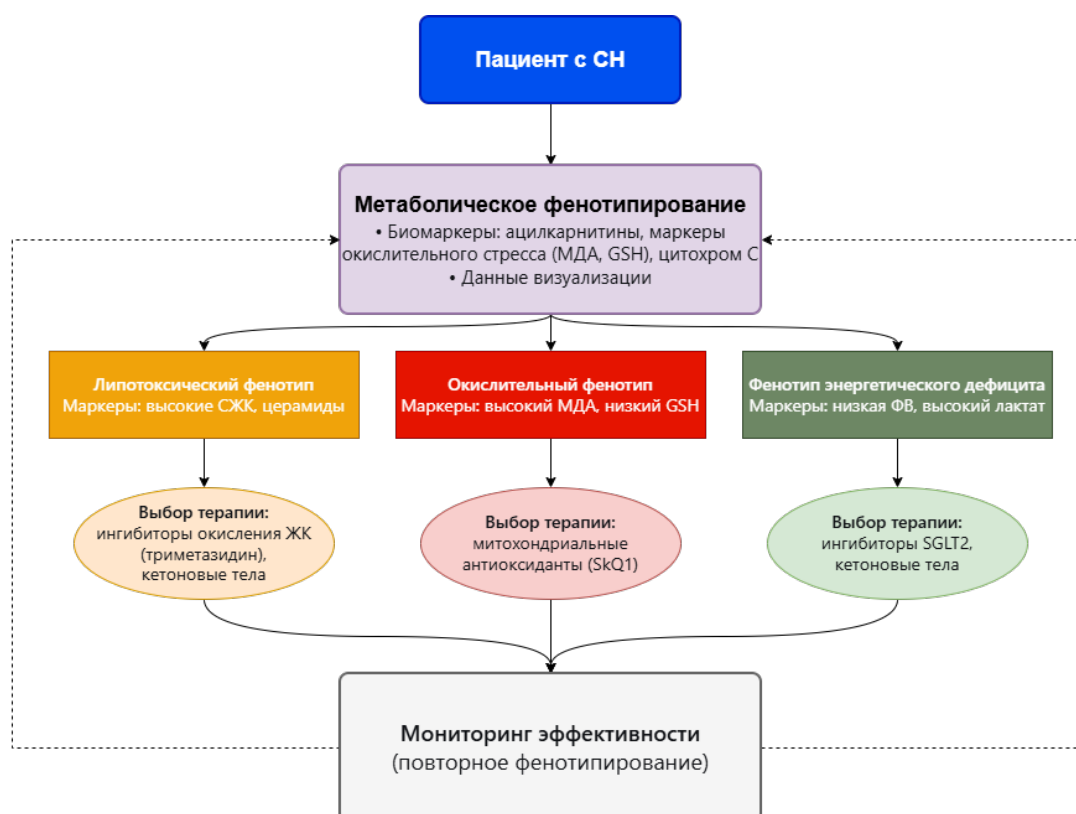


Рис. 2 - Алгоритм персонализированной метаболической терапии сердечной недостаточности

6. Заключение.

Проведённый анализ подтверждает, что метаболическое ремоделирование — не сопутствующее явление, а центральный патогенетический механизм прогрессирования сердечной недостаточности (СН). Универсальная триада (сдвиг энергетического метаболизма от окисления жирных кислот к гликолизу, митохондриальная дисфункция и хронический окислительный стресс) лежит в основе энергетического голода и сократительной несостоятельности миокарда.

Коррекция этих нарушений — высокоперспективное направление, дополняющее стандартную нейрогуморальную терапию. Препараты с доказанным метаболическим действием (триметазидин, ингибиторы SGLT2) уже заняли прочное место в клинических рекомендациях, улучшая прогноз пациентов.

Дальнейшее развитие метаболической терапии требует: 1) разработки и валидации новых биохимических маркеров для ранней диагностики и мониторинга; 2) создания систем таргетной доставки в митохондрии; 3) внедрения персонализированных стратегий на основе метаболического фенотипирования.

Таким образом, углублённое изучение и целенаправленная коррекция метаболических путей в миокарде открывают принципиально новые горизонты в лечении СН, позволяя воздействовать на фундаментальные причины дисфункции и, в перспективе, изменить естественное течение заболевания, улучшив качество и продолжительность жизни пациентов.

Список литературы

1. Wang Y., Zhou Q., Su L., Miao Y., Wang X., Jiang Y., Gu X., Yin H. Predictive factors of early left ventricular remodeling and reverse remodeling in patients with STEMI after successful reperfusion therapy // *Am. Heart J. Plus.* – 2025. – Vol. 57. – P. 100578. – DOI: 10.1016/j.ahjo.2025.100578. – PMID: 40703339.
2. Lopaschuk G. D., Karwi Q. G., Tian R., Wende A. R., Abel E. D. Cardiac Energy Metabolism in Heart Failure // *Circ. Res.* – 2021. – Vol. 128, № 10. – P. 1487–1513. – DOI: 10.1161/CIRCRESAHA.121.318241. – PMID: 33983836.
3. Fukushima A., Milner K., Gupta A., Lopaschuk G. D. Myocardial Energy Substrate Metabolism in Heart Failure : from Pathways to Therapeutic Targets // *Curr. Pharm. Des.* – 2015. – Vol. 21, № 25. – P. 3654–3664. – DOI: 10.2174/1381612821666150710150445. – PMID: 26166604.
4. Karwi Q. G., Sun Q., Lopaschuk G. D. The Contribution of Cardiac Fatty Acid Oxidation to Diabetic Cardiomyopathy Severity // *Cells.* – 2021. – Vol. 10, № 11. – P. 3259. – DOI: 10.3390/cells10113259. – PMID: 34831481.
5. Fillmore N., Mori J., Lopaschuk G. D. Mitochondrial fatty acid oxidation alterations in heart failure, ischaemic heart disease and diabetic cardiomyopathy // *Br. J. Pharmacol.* – 2014. – Vol. 171, № 8. – P. 2080–2090. – DOI: 10.1111/bph.12475. – PMID: 24147975.
6. Karwi Q. G., Uddin G. M., Ho K. L., Lopaschuk G. D. Loss of Metabolic Flexibility in the Failing Heart // *Front. Cardiovasc. Med.* – 2018. – Vol. 5. – P. 68. – DOI: 10.3389/fcvm.2018.00068. – PMID: 29928647.
7. Fillmore N., Lévassieur J. L., Fukushima A., Wagg C. S., Wang W., Dyck J. R. B., Lopaschuk G. D. Uncoupling of glycolysis from glucose oxidation accompanies the development of heart failure with preserved ejection fraction // *Mol. Med.* – 2018. – Vol. 24, № 1. – P. 3. – DOI: 10.1186/s10020-018-0005-x. – PMID: 30134787.
8. Sun Q., Güven B., Wagg C. S., Almeida de Oliveira A., Silver H., Zhang L., Chen B., Wei K., Ketema E. B., Karwi Q. G., Persad K. L., Vu J., Wang F., Dyck J. R. B., Oudit G. Y., Lopaschuk G. D. Mitochondrial fatty acid oxidation is the major source of cardiac adenosine triphosphate production in heart failure with preserved ejection fraction // *Cardiovasc. Res.* – 2024. – Vol. 120, № 4. – P. 360–371. – DOI: 10.1093/cvr/cvae006. – PMID: 38193548.
9. Koleini N., Meddeb M., Zhao L., Keykhaei M., Kwon S., Farshidfar F., Hahn V. S., Pearce E. L., Sharma K., Kass D. A. Landscape of glycolytic metabolites and their regulating proteins in myocardium from human heart failure with preserved ejection fraction // *Eur. J. Heart Fail.* – 2024. – Vol. 26, № 9. – P. 1941–1951. – DOI: 10.1002/ehfj.3389. – PMID: 39119952.
10. Jubaidi F. F., Zainalabidin S., Mariappan V., Budin S. B. Mitochondrial Dysfunction in Diabetic Cardiomyopathy: The Possible Therapeutic Roles of Phenolic Acids // *Int. J. Mol. Sci.* – 2020. – Vol. 21, № 17. – P. 6043. – DOI: 10.3390/ijms21176043. – PMID: 32842567.
11. Zhou B., Tian R. Mitochondrial dysfunction in pathophysiology of heart failure // *J. Clin. Invest.* – 2018. – Vol. 128, № 9. – P. 3716–3726. – DOI: 10.1172/JCI120849. – PMID: 30124471.

12. Morales P. E., Arias-Durán C., Ávalos-Guajardo Y., Aedo G., Verdejo H. E., Parra V., Lavandero S. Emerging role of mitophagy in cardiovascular physiology and pathology // *Mol. Aspects Med.* – 2020. – Vol. 71. – P. 100822. – DOI: 10.1016/j.mam.2019.09.006. – PMID: 31587811.
13. Vásquez-Trincado C., García-Carvajal I., Pennanen C., Parra V., Hill J. A., Rothermel B. A., Lavandero S. Mitochondrial dynamics, mitophagy and cardiovascular disease // *J. Physiol.* – 2016. – Vol. 594, № 3. – P. 509–525. – DOI: 10.1113/JP271301. – PMID: 26537557.
14. Lin J., Li B., Guo X., Li G., Zhang Q., Wang W. Key Mechanisms of Oxidative Stress-Induced Ferroptosis in Heart Failure with Preserved Ejection Fraction and Potential Therapeutic Approaches // *Rev. Cardiovasc. Med.* – 2025. – Vol. 26, № 3. – P. 26613. – DOI: 10.31083/RCM26613. – PMID: 40160560.
15. Morales C. R., Pedrozo Z., Lavandero S., Hill J. A. Oxidative stress and autophagy in cardiovascular homeostasis // *Antioxid. Redox Signal.* – 2014. – Vol. 20, № 3. – P. 507–518. – DOI: 10.1089/ars.2013.5359. – PMID: 23641894.
16. Krekora J., Derwich M., Drożdż J., Pawlowska E., Blasiak J. Oxidative Stress, Mitochondrial Quality Control, Autophagy, and Sirtuins in Heart Failure // *Int. J. Mol. Sci.* – 2025. – Vol. 26, № 19. – P. 9826. – DOI: 10.3390/ijms26199826. – PMID: 41097089.
17. Yun H. R., Singh M. K., Han S., Ranbhise J. S., Ha J., Kim S. S., Kang I. Biomarkers of Cardiac Metabolic Flexibility in Health, HFrEF and HFpEF // *Int. J. Mol. Sci.* – 2026. – Vol. 27, № 2. – P. 879. – DOI: 10.3390/ijms27020879.
18. Li H., Zhou Y., Xue W., Yin P., Liu L., Wu S., Zhao Y., An Q., Sun Y. Comprehensive bioinformatics analysis and experimental verification identify mitochondrial gene Dgat2 as a novel therapeutic biomarker for myocardial ischemia-reperfusion // *Front. Endocrinol. (Lausanne)*. – 2025. – Vol. 16. – P. 1539646. – DOI: 10.3389/fendo.2025.1539646. – PMID: 40510478.
19. You H., Fan X., Diao J., Wu F. Integrative transcriptomic and single-cell analysis reveals mitochondrial-related gene biomarkers in heart failure with preserved ejection fraction // *Sci. Rep.* – 2025. – Vol. 15, № 1. – P. 44241. – DOI: 10.1038/s41598-025-03926-4. – PMID: 41422136.
20. Castillo R. L., Carrasco R. A., González-Candia A., Figueroa E. G., Paz A. A., Candia A. A., Kostin S., Pagonas N., Arias P. V., Herrera E. A. Oxidative Stress and NLRP3 Inflammasome as Markers of Cardiac Injury Following Cardiopulmonary Bypass: Potential Implications for Patients with Preoperative Heart Failure with Reduced Ejection Fraction // *Antioxidants.* – 2025. – Vol. 14, № 11. – P. 1311. – DOI: 10.3390/antiox14111311.
21. Cascaval V., Calancea V., Calancea E. Oxidative and antioxidative stress markers in community-acquired pneumonia associated with chronic heart failure // *Eur. Respir. J.* – 2025. – Vol. 66, suppl. 69. – P. PA3486. – DOI: 10.1183/13993003.congress-2025.PA3486.
22. Кужелева Е. А., Гарганеева А. А., Тукиш О. В., Сыромятникова Е. Е., Доржиева Б. Б., Огуркова О. Н. Маркер митохондриального повреждения – цитохром С: ассоциации с клиническими параметрами и качеством жизни пациентов с сердечной недостаточностью ишемической этиологии // *Комплексные проблемы сердечно-сосудистых заболеваний.* – 2025. – № 4. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/marker-mitohondrialnogo-povrezhdeniya-tsitohrom-s-assotsiatsii-s-klinicheskimi-parametrami-i-kachestvom-zhizni-patsientov-s> (дата обращения: 03.03.2026).
23. Pavelich L., Arroum T., Pham L., Komnenov D., Stemmer P. M., Lax R., Saada A., Weksler-Zangen S., Hüttemann M. Integrative Proteomic and Bioenergetic Profiling Reveals Diet- and Strain-Specific Mitochondrial Dysfunction in Cohen Diabetic Rat Hearts // *Antioxidants.* – 2026. – Vol. 15, № 2. – P. 248. – DOI: 10.3390/antiox15020248.

24. Goel H., Roma N., Morgan M., Arora R., Sreejith N., Goyal D., Nadar S. Trimetazidine in Cardiovascular Disease and Beyond: A Comprehensive Review // *Am. J. Cardiovasc. Drugs.* – 2025. – Vol. 25, № 4. – P. 443–460. – DOI: 10.1007/s40256-025-00724-1. – PMID: 40180780.
25. Rayner-Hartley E., Sedlak T. Ranolazine: A Contemporary Review // *J. Am. Heart Assoc.* – 2016. – Vol. 5, № 3. – P. e003196. – DOI: 10.1161/JAHA.116.003196. – PMID: 26979079.
26. Packer M. Critical Reanalysis of the Mechanisms Underlying the Cardiorenal Benefits of SGLT2 Inhibitors and Reaffirmation of the Nutrient Deprivation Signaling/Autophagy Hypothesis // *Circulation.* – 2022. – Vol. 146, № 18. – P. 1383–1405. – DOI: 10.1161/CIRCULATIONAHA.122.061732. – PMID: 36315602.
27. Packer M. Cardioprotective Effects of Sirtuin-1 and Its Downstream Effectors: Potential Role in Mediating the Heart Failure Benefits of SGLT2 (Sodium-Glucose Cotransporter 2) Inhibitors // *Circ. Heart Fail.* – 2020. – Vol. 13, № 9. – P. e007197. – DOI: 10.1161/CIRCHEARTFAILURE.120.007197. – PMID: 32894987.
28. Сенокосова Е. А., Крутицкий С. С., Груздева О. В., Антонова Л. В., Скулачев М. В., Григорьев Е. В. Исследование антиоксидантного эффекта митохондриально-направленного антиоксиданта SkQ1 на модели изолированного сердца крысы // *Общая реаниматология.* – 2022. – № 4. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/issledovanie-antioksidantnogo-effekta-mitochondrialno-napravlenno-antioksidanta-skq1-na-modeli-izolirovannogo-serdtsa-krysy> (дата обращения: 03.03.2026).
29. Shrestha S., Harrison I., Dosunmu A., Song P. Ketones in Cardiovascular Health and Disease: An Updated Review // *Cells.* – 2026. – Vol. 15, № 2. – P. 150. – DOI: 10.3390/cells15020150. – PMID: 41597225.
30. Mitchell M. J., Billingsley M. M., Haley R. M., Wechsler M. E., Peppas N. A., Langer R. Engineering precision nanoparticles for drug delivery // *Nat. Rev. Drug Discov.* – 2021. – Vol. 20, № 2. – P. 101–124. – DOI: 10.1038/s41573-020-0090-8. – PMID: 33277608.
31. Waheed S., Li Z., Zhang F., Chiarini A., Armato U., Wu J. Engineering nano-drug biointerface to overcome biological barriers toward precision drug delivery // *J. Nanobiotechnology.* – 2022. – Vol. 20, № 1. – P. 395. – DOI: 10.1186/s12951-022-01605-4. – PMID: 36045386.
32. Forini F., Canale P., Nicolini G., Iervasi G. Mitochondria-Targeted Drug Delivery in Cardiovascular Disease: A Long Road to Nano-Cardio Medicine // *Pharmaceutics.* – 2020. – Vol. 12, № 11. – P. 1122. – DOI: 10.3390/pharmaceutics12111122. – PMID: 33233847.
33. Tang C., Xu S. Q., Li H. Z. Current understanding of mitochondrial DNA genetic diseases and gene therapy // *Yi Chuan.* – 2025. – Vol. 47, № 12. – P. 1300–1325. – DOI: 10.16288/j.ycz.25-032. – PMID: 41407349.
34. You G., Wang K., Shen R., Chen X., Jiang J., Sun Y., Wu D., Xu J., Huang K., Yao C. Metabolomic aging clock predicts risk of different cardiovascular diseases in the UK Biobank // *Metabolism.* – 2026. – Vol. 176. – P. 156467. – DOI: 10.1016/j.metabol.2025.156467. – PMID: 41371334.

Metabolic remodeling of the myocardium in heart failure: the role of mitochondrial dysfunction, oxidative stress, and prospects for metabolic therapy

Loshakov A.A.¹, Sharapov A.D.²

¹ Institute of Clinical Medicine; Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education Ural State Medical University of the Ministry of Health of the Russian Federation, Yekaterinburg, Russia;

e-mail: loshakov06@list.ru; ORCID: 0009-0005-7604-1639

²Associate Professor of the Department of Biochemistry, Candidate of Chemical Sciences; Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Ural State Medical University" of the Ministry of Health of the Russian Federation, Yekaterinburg, Russia;

e-mail: a.d.sharapov@urfu.ru; ORCID: 0000-0003-1582-5462

Annotation

Metabolic remodeling of the myocardium is a key link in the progression of heart failure (HF). The review systematizes current data on the mechanisms of mitochondrial dysfunction and oxidative stress in HF. It has been shown that the basis of pathogenesis is a metabolic shift — a decrease in fatty acid oxidation and increased glycolysis against the background of insulin resistance. The key role belongs to the dysfunction of respiratory complexes, suppression of mitochondrial biogenesis and accumulation of reactive oxygen species, which leads to lipotoxicity, acidosis and death of cardiomyocytes. Standard (BNP, NT proBNP) and promising biomarkers (acylcarnitines, cytochrome C, mitochondrial DNA) for the diagnosis of these disorders are considered. The evidence base of metabolic drugs (SGLT2 inhibitors, trimetazidine) and emerging therapies (mitochondrially targeted antioxidants SkQ1, exogenous ketone bodies) has been analyzed. Correction of metabolic disorders opens up new prospects for personalized treatment and improved prognosis of HF patients.

Key words: *heart failure, metabolic remodeling, mitochondrial dysfunction, oxidative stress, inhibitors of SGLT2, SkQ1, ketone bodies.*

3.3

ПРОТЕЗИРОВАНИЕ КЛАПАНА У БОЛЬНЫХ С РЕВМАТИЧЕСКИМ МИТРАЛЬНЫМ ПОРОКОМ СЕРДЦА В КЫРГЫЗСТАНЕ

Урманбетов К.С.,¹ главный научный сотрудник, д-р мед. наук, Шахнабиева С.М.,² канд. мед. наук, Бхад Д.А.,³ Калиева Р.С.,⁴ канд. мед. наук, Жоошов К.Т.,⁵ д-р мед. наук, Абдрасулова М.С.,⁶ научный сотрудник, Козукеева М.Т.⁷

¹Научно-исследовательский институт хирургии сердца и трансплантации органов МЗ КР,

²кафедра терапии №2 Кыргызско-Российский Славянский университет

³Научно-исследовательский институт хирургии сердца и трансплантации органов МЗ КР

⁴Научно-исследовательский институт хирургии сердца и трансплантации органов МЗ КР

⁵Научно-исследовательский институт хирургии сердца и трансплантации органов МЗ КР

⁶Научно-исследовательский институт хирургии сердца и трансплантации органов МЗ КР

⁷Международная высшая школа медицины

Бишкек, Кыргызтан

¹e-mail: Urmankg@yandex.ru

²e-mail: shahnabieva_sofia@mail.ru

⁴e-mail: kalieva-1911@mail.ru

⁵e-mail: kzhooshov@mail.ru

⁶e-mail: meerim.sa8@gmail.com

Аннотация

Данное исследование показало, что обращаемость пациентов на операцию протезирования митрального клапана при его ревматических пороках зависят от географических условий и места проживания, непосредственные результаты операций не хуже от данных других исследователей.

Цель: - оценка непосредственных результатов при протезировании митрального клапана при его ревматических пороках в Кыргызстане.

Материалы и методы: было проведено изучение результатов замены митрального клапана искусственным клапаном сердца у 97 пациентов с ревматическим пороком сердца в Научно-исследовательском институте хирургии сердца и трансплантации органов Кыргызской Республики. Предметом исследования явился анализ клинико-функциональных показателей до и после операции. До оперативного вмешательства всем больным было проведено полное клинико-инструментальное обследование, включавшее ЭКГ, рентгенологическое исследование органов грудной клетки с определением кардиоторакального индекса (КТИ), до и ближайшее послеоперационное Эхо-КГ и доплер-эхокардиографическое исследование.

Результаты: Результаты исследования показали, что протезирование митрального клапана проведено пациентам трудоспособного возраста (средний возраст 55,8±8,7 лет) в тяжелом клиническом состоянии (все пациенты находились в III-IV ФК по NYHA) с сопутствующими кардиальными и не кардиальными патологиями. Анализ показал, что доля пациентов, обратившихся за оперативным лечением из равнинной местности

было больше чем из горных регионов (56,7% против 43,3%), вдвое больше оперированы жители из сельской местности чем из города (68% против 32%). Всем пациентам было выполнено протезирование митрального клапана с сохранением анулло-папиллярного контакта у 92,8% пациентов и пластика трикуспидального клапана у 61,8%. Послеоперационная госпитальная летальность составила 9,8%. В 7,2% случаях она была связана кардиальными причинами.

Ключевые слова: врожденный порок сердца, диспансерное наблюдение, приверженность, хирургическая коррекция, мониторинг, медицинская помощь.

Ревматизм занимает первое место в этиологии пороков митрального клапана сердца [1,2] и является аутоиммунным заболеванием с гуморальным и клеточным ответом, развивающимся в связи с наличием высокой реактивности к стрептококковым антигенам [3]. С ревматической болезнью сердца связано почти 2% всех случаев смерти от сердечно-сосудистых заболеваний ежегодно. С большей частотой ревматическая болезнь распространена среди населения развивающихся стран [4].

Формирование пороков клапанного аппарата сердца ревматического генеза, требующих хирургического лечения часто возникает у пациентов трудоспособного возраста. Пациенты с гемодинамически значимыми пороками митрального клапана (МК) подвержены быстрому прогрессированию сердечной недостаточности (СН), развитию фибрилляции предсердий (ФП) [5,6]. Несмотря на значительные успехи в изучении патогенеза, диагностики, лечения и профилактики ревматизм продолжает приводить к инвалидизации или хирургической коррекции порока [7]. По данным исследования Euro Heart Survey on VHD, поражение митрального клапана было выявлено у 34,3% пациентов. Из них на митральный стеноз приходилось 9,5% и на недостаточность митрального клапана – 24,8%. При этом митральный стеноз в 85,4% случаев имел ревматическую этиологию, в то время как недостаточность митрального клапана в 61,2% случаев - дегенеративную [8]. По данным проспективного исследования более 7 тыс. пациентов из 25 европейских стран у 234 (4,5%) выявлены митральный стеноз, у 1114 (21,3%) - митральная недостаточность и у 1440 (27,6%) - сочетанные и комбинированные пороки, в т.ч. правого сердца - 5219 (72%) пациентов [9].

Протезирования митрального клапана (МК) является наиболее распространенным методом коррекции в его ревматических поражениях.

Наиболее частыми вмешательствами при митральном пороке в настоящее время являются замена клапана двустворчатым протезом с сохранением нативных клапанно-подклапанных структур [10]. Однако морфологические изменения митрального комплекса, а также конструктивные особенности механических протезов клапанов сердца, к сожалению, далеко не всегда позволяют адекватно применить на практике разработанные методики протезирования митрального клапана [11].

Целью исследования - оценка непосредственных результатов при протезировании митрального клапана при его ревматических пороках.

Материалы и методы

Объектом исследования являются пациенты после протезирования митрального клапана и/или митрального и адекватной пластической коррекции трикуспидального клапана по поводу ревматического митрального порока сердца с 2024 г. по 2026 г. на базе Научно-исследовательского института хирургии сердца и трансплантации органов Кыргызской Республики.

Предметом исследования явился анализ клинико-функциональных показателей до и после операции.

Материалом исследования были проспективные данные у 97 пациентов, оперированных в хирургических отделениях НИИХСТО за период с 2024 по 2025 год.

До оперативного вмешательства всем больным было проведено полное клинико-инструментальное обследование, включавшее ЭКГ, рентгенологическое исследование органов грудной клетки с определением кардиоторакального индекса (КТИ), до и ближайшее послеоперационное Эхо-КГ и доплер-эхокардиографическое исследование.

Результаты

Результаты операции протезирования митрального клапана (ПМК) изучены у 97 пациентов. Возраст пациентов в среднем составила $55,8 \pm 8,7$ лет, женщин было в три раза больше. У всех пациентов диагностирована тяжелая сердечная недостаточность (СН), соответствовавшая III-IV ФК по NYHA. У большинства оперированных поражения митрального клапана имело стенозирующий характер (42,3%) и у 38,1% случаев был комбинированный порок (табл.1). Из 97 пациентов в 6 случаях ранее была проведена закрытая митральная комиссуротомия.

Таблица 1. Клинико-функциональная характеристика пациентов с ревматическим митральным пороком сердца до операции.

Показатели	Абсолютное число (n=97)	%
Средний возраст, лет	55,8±8,7	
Пол:		
мужчины	25	25,8
женщины	72	74,2
Характер порока:		
Порок митрального клапана:		
Стеноз или преобладание стеноза	41	42,3
Недостаточность или преобладание недостаточности	19	19,6
Комбинированный порок (стеноз+недостат).	37	38,1
Порок трикуспидального клапана:		
Органический порок	9	9,3
Относительная недостаточность	66	68,0
Сопутствующие болезни*	49	50,5
Функциональный класс по NYHA:		
III	69	71,1
IV	28	28,9
Ритм сердца:		
Синусовый ритм	52	53,6
Фибрилляция предсердий	45	46,4
Легочная гипертензия	49	50,5
Кардиомегалия	35	36,1
Кальциноз митрального клапана	29	29,9
Тромбоз левого предсердия	9	9,3
*- коронарная болезнь сердца, гипертоническая болезнь, сахарный диабет, недостаточность аортального клапана 1 ст.		

По данным рентгенограммы грудной клетки, кардиоторакальный индекс в среднем составил $60,5 \pm 5,8\%$. У 45 (46,4%) пациентов сохранялся синусовый ритм, легочная гипертензия имело место у 50,5%. У 9 пациентов во время операции обнаружен тромбоз левого предсердия.

Анализ полученных данных в зависимости от места и высоты проживания показал, что доля пациентов, обратившихся на оперативное лечение из равнинной местности была больше, чем из горных регионов (56,7% против 43,3%). То есть, жители низкогорья чаще обращаются за кардиохирургической помощью по сравнению с обитателями горных провинций. Среди прооперированных также вдвое больше было пациентов, проживающих в сельской местности, на долю городского населения приходилась только треть включенных в исследование - всего 32% от общего числа оперированных. Большую долю составляют пациенты из северного региона, на их долю приходилось 71,1% оперированных (табл.2).

Таблица 2. Обрацаемость пациентов в зависимости от места и географических условий проживания

Показатели	Абсолютное число	%
Географический уровень проживания:		
Равнина ⁰	55	56,7
Горная местность ¹	42	43,3
Сельские жители	66	68,0
Городские	31	32,0
Регионы:		
Северный ²	69	71,1
Южный ³	28	28,9
⁰ - пациенты, проживающие в условиях низкогорья, высота над уровнем моря не более 1200 метров; ¹ - пациенты, проживающие в условиях среднегорья и высокогорья, высота над уровнем моря от 1200 и более; ² - пациенты, проживающие в Нарынской, Таласской, Чуйской и Ысык-Кульской областях; ³ - пациенты, проживающие в Баткенской, Жалал-Абадской и Ошской областях		

Несмотря на тяжелое клиническое течение порока у пациентов по данным ЭхоКГ до операции размеры желудочков сердца и фракция выброса (ФВ) в среднем оставались в пределах нормальной границы. В то же время передне-задний размер левого и правого предсердия были увеличенными, давление в легочно-артериальной системе было значительно повышено ($55,4 \pm 15,7$ мм рт.ст.) (табл.3).

Таблица 3. Пред и послеоперационные эхокардиографические показатели

Показатели	До операции	После операции	t-критерий
КДР ЛЖ, см	$51,2 \pm 5,0$	$54,0 \pm 4,3$	0,42
КСР ЛЖ, см	$32,9 \pm 4,5$	$34,2 \pm 4,4$	0,21
ФВ ЛЖ, %	$61,3 \pm 8,4$	$56,5 \pm 5,2$	0,49
ПЗР ЛП, см	$55,2 \pm 12,9$	$49 \pm 10,3$	0,38
ПЗР ПП	$57,7 \pm 10,2$	$49,7 \pm 11,4$	0,52
ПЗР ПЖ, см	$27,2 \pm 4,4$	$24,3 \pm 3,7$	0,50
Систолический ЛАД, мм.рт.ст.	$55,4 \pm 15,7$	$35,1 \pm 10,8$	1,07
Диастолический градиент на митральном клапане	$18,0 \pm 6,4$		
TAPSE	$20,0 \pm 4,1$	$20,1 \pm 4,4$	0,02

Сама операция протезирования МК проведена по общепринятой методике. Проводилась интраоперационная ревизия состояния створок и хордально-папиллярного аппарата (ХПА) МК, так же изучали морфологическое изменение трикуспидального клапана (ТК).

При имплантации искусственного клапана сердца (ИКС) в 63,9% случаях полностью сохранен ХПА со створками, в 28,9% - задняя створка (ЗС) с ХПА и в 7,2% - полностью удален клапан с ХПА. У 7 пациентов ИКС на фиброзное кольцо фиксирован непрерывным швом, в 90 – отдельными «П» образными швами. В 60 (61,8%) случаях протезирования МК сочеталась пластикой ТК (табл. 4). После использования аннулопластики у всех пациентов получены хорошее смыкание створок. При наличии тромба в ЛП или в ушке ЛП проводили тромбэктомия с герметизацией последнего.

Таблица 4. Интраоперационные характеристики.

Показатели	Абсолютное число	%
Шовная техника:		
П-образные швы	90	92,8
Непрерывный шов	7	7,2
Сохранение ХПА МК:		
Полное сохранение ХПА	28	28,9
Сохранение ХПА ЗС	62	63,9
Полное удаление ХПА	7	7,2
Трикуспидальный клапан:		
Без хирургического лечения	37	38,2
Пластическая операция *	60	61,8
Время ИК:		
Общее время ИК (мин)	114,5±33,8 (64 - 219)	
Пережатие аорты (мин)	82,9±26,4 (55 - 154)	
ХПА – хордадно-папиллярный аппарат; ЗС – задняя створка; *- пластика ТК по методу ДеВега или Бойду		

Основную долю аннулопластики ТК занимала шовная пластика на долю бикуспидализации всего 10%. Из чего видно, что наши хирурги предпочтение отдают методике De Vega. После использования аннулопластики у всех пациентов получены хорошее смыкание створок. Регургитация на ТК отсутствовала или была гемодинамически незначима (регургитация до 1 степени).

Общее время ИК в среднем составила 114,5±33,8 мин., пережатие аорты 82,9±26,4 мин.

В ближайшем послеоперационном периоде умерли 9 пациентов, т.е. госпитальная летальность составила (9,8%) (табл.5).

Таблица 5. Причины госпитальной летальности у пациентов после протезирования митрального клапана

Причины	Абсолютное число	%
Повреждение стенки желудочка:	4	4,1
Кровотечение ¹	3	
Полиорганная недостаточность, ОИМ ²	1	
Сердечная недостаточность ³	3	3,1
Дыхательная недостаточность ⁴	1	1,03
ОНМК ⁵	1	1,03
Всего:	9	9,3
1 – повреждение миокарда ЛЖ или ПЖ; 2 – несквозное повреждение миокарда ЛЖ, лигирование коронарной артерии; 3 – острая левожелудочковая недостаточность; 4 – постковидный синдром после перенесенной ковидной инфекции; 5 – тромбоэмболия среднемозговой артерии.		

В 4 случаях первопричиной послеоперационной госпитальной летальности было повреждение миокарда желудочка. Из них в двух случаях разрыв был связан методикой протезирования МК. Из остальных двух случаев в одном было повреждение диафрагмальной поверхности миокарда ЛЖ и ветви огибающей артерии из-за растяжения грубых спаек. Больной ранее перенес закрытую митральную комиссуротомию. При наложении гемостазических швов под шов попала артерия, которая явилась причиной развития острого инфаркта миокарда. В другом случае миокард правого желудочка повредился кончиком дренажной трубки в палате интенсивной терапии. В трех случаях смерть была связана с сердечной недостаточностью, в одном - острой дыхательной недостаточностью на фоне послеоперационной пневмонии у больной с постковидным синдромом и в одном – ОНМК.

В ближайшем послеоперационном периоде имелись различные не летальные осложнения, общее количество которых составили 9,1% (8 пациент.) от общего количества оперированных пациентов. Основной причиной была острая или прогрессирующая сердечная недостаточность. У пациентов после полного удаления клапана СН встретилась на 3,9% чаще, чем у пациентов после сохранения анулло-папиллярного контакта.

Обсуждение

В мире с ревматической болезнью сердца связано почти 2% всех случаев смерти от сердечно-сосудистых заболеваний ежегодно. Эта проблема в разной степени затрагивает страны с низким и средним уровнем дохода. С большей частотой ревматическая болезнь распространена среди населения развивающихся стран, ее частота может достигать 0,6%.

Ревматическое поражение митрального клапана часто приводит к его пороку, требуя хирургического вмешательства при высокой степени нарушения кровообращения. Операции эффективны при симптомах сердечной недостаточности (III-IV NYHA), значительно улучшая прогноз, хотя у пациентов с ХСН риски остаются [11].

В нашем исследовании пациенты оперированы в трудоспособном возрасте на что указывает средний возраст пациентов (средний возраст составил 55,8±8,7 лет) с тяжелым клиническим состоянием, соответствовавшая III-IV ФК по NYHA и

осложнёнными формами текущего порока (кардиомегалия, легочная гипертензия и др.), а также с высокой коморбидностью (50,5%). У 42,3% оперированных имелся тяжелый порок - митральный стеноз или его преобладание, указывающий на большие морфологические изменения клапанного аппарата. Данные изменения были подтверждены во время операции. Для оценки степени ревматического поражения митрального клапана в нашем институте внедрена интраоперационная морфологическая оценка, которая была предложена [Coutinho GF](#) с соавт. (2015), где оперативный балл состоит из четырех факторов - подвижность передней створки, степень утолщения створок, степень поражения папиллярно-хордального аппарата и степень кальциноза на клапане. Чем выше оценка, тем наиболее серьезной является ревматическая вовлеченность и меньше шансов на проведение пластической коррекции порока.

Одной из несомненно важных причин хоть и не высокой, но существующей при хирургическом лечении клапанов сердца ранней и отдаленной летальности является несвоевременное направление пациентов в хирургические центры для коррекции пороков клапанов сердца [5]. Наш анализ показал, что большая доля пациентов, поступивших на оперативное лечение были из равнинной местности чем из горных местностей. Среди прооперированных также вдвое больше было пациентов, проживающих в сельской местности, на долю городского населения приходилась только треть включенных в исследование - всего 32% от общего числа оперированных. Большую долю составляют пациенты из Северного региона, на их долю приходилось 71,1% оперированных. Из Южного региона оперированы 28,9% пациентов. Следует отметить, что такая разница связана созданием государственных и частных кардиохирургических клиник в Южном регионе. Соответственно, врачи из Южного региона направляют в эти центры, поэтому основная часть пациентов оперируются в этих центрах.

По данным ЭхоКГ имелась увеличения размера ЛП в среднем до $55,2 \pm 12,9$ см. и ПП до $57,7 \pm 10,2$ см. Повышение систолического ЛАД связано не только наличием порока МК, а также характерно для жителей горных местностей. Систолический ЛАД у наших пациентов в среднем повышался до $55,4 \pm 15,7$ мм.рт.ст. После операции эти показатели приходят к нормальным ЭхоКГ значениям.

В настоящее время кардиохирурги строго придерживаются международные рекомендации, в котором указано на обязательную необходимость сохранять клапанный аппарат с целью приблизить условия работы ЛЖ к физиологическому [8].

Решение о том, следует ли сохранять створки и ХПА, было сделано во время визуальной оценки морфологии клапана. Решение принималось оперирующим хирургом, тем не менее общая политика, соблюдаемая в коллективе, заключается в том, чтобы сохранить как можно больше створок и ХПА, когда это возможно. Нами только в 7,2% случаях протез имплантировался после полного удаления клапанного аппарата в остальных случаях был сохранен анулло-папиллярный контакт (ЗС с ХПА – 63,9% и полное створок и ХПА – 28,9%). У пациентов после полного удаления клапана СН наблюдалась в 3,9% чаще, чем у пациентов после сохранения анулло-папиллярного контакта.

В литературе все чаще встречаются исследования указывающий на высокий риск развития летальных и не летальных осложнений после протезирования митрального клапана, по данным многих авторов, летальность при изолированном протезировании МК составляет от 1,5 до 12%.

В нашем исследовании послеоперационная госпитальная летальность составили 9,8%. Основной причиной летальности были кровотечения и острая сердечная

недостаточность (4,1% и 3,1% соответственно). В двух случаях кровотечение было связано с методикой протезирования митрального клапана – в одном разрыв предсердно-желудочкового контакта и другом разрыв стенки ЛЖ. Исходное тяжелое клиническое состояние стало причиной госпитальной летальности в 3 случаях. Из нашего исследования отмечено, что из 9 смертей в 7 случаях (7,2%) была связана кардиальными причинами. Следует отметить, что причиной развития послеоперационной пневмонии у пациента была связана с постковидным синдромом. Больная ранее перенесла тяжелую двухстороннюю вирусную Ковид-19 пневмонию.

В целом, временная и географическая неоднородность иллюстрируют влияние социально-экономического статуса и изменений ожидаемой продолжительности жизни на частоту и клинического проявления пороков сердца. Для снижения бремени клапанных заболеваний потребуется разработка профилактических стратегий и улучшение социально-экономической среды в развивающихся странах.

Выводы

1. До операции пациенты находились в тяжелом клиническом состоянии, все находились в III-IV ФК NYHA. Доля пациентов на замену митрального клапана искусственным клапаном сердца из равнинной местности больше чем из горных местностей, также из сельской местности вдвое больше пациентов чем из городов (32%). Такая же тенденция отмечается по регионам – из Северного региона - 71,1%; из Южного региона – 28,9%.

2. Послеоперационная госпитальная летальность в большинстве случаев (7,2% из общего числа оперированных) связана кардиальными причинами. Нельзя забывать о влиянии постковидного синдрома на ближайшие результаты протезирования митрального клапана у больных с ревматическими митральными пороками сердца.

Список литературы

1. Байсалов А.К., Урманбетов К.С. Поражение митрального клапана у пожилых больных. Особенности хирургического лечения (обзор литературы). / Журнал «Вестник КРСУ», 2011 год, Том 11, № 12, Стр. 104-108. УДК 616.12-089-053.9-037 (575.2) (04).
2. И.И.Скопин, И.М.Цискаридзе. Тенденции в хирургическом лечении недостаточности митрального клапана – информационно-аналитический обзор. /Электронный журнал «Архитектура здоровьяЦ». 2025.
3. Марданов Б.У., Мамедов М.Н. Нарушения ритма сердца у лиц с поражениями клапанного аппарата. Мнение по проблеме. Кардиоваскулярная терапия и профилактика. 2025;24(7):4276. <https://doi.org/10.15829/17288800-2025-4276>.
4. Chen CY, Chan YH, Wu VC, Liu KS, Cheng YT, Chu PH, Chen SW. J Thorac Bioprosthetic versus mechanical mitral valve replacements in patients with rheumatic heart disease. Cardiovasc Surg. 2023 Mar;165(3):1050-1060.e8. doi: 10.1016/j.jtcvs.2021.03.033.
5. Fath AR, Aglan A, Altaee O, Fichardt H, Mansoor H, Almomani A, Hammadah M, Vinas A, Nayak H, Jneid H, Saad M, Elgendy IY. Direct Oral Anticoagulants for Rheumatic Heart Disease-Associated Atrial Fibrillation Post-Bioprosthetic Mitral Valve Replacement. JACC Clin Electrophysiol. 2024 Dec;10(12):2701-2710. doi: 10.1016/j.jacep.2024.08.005.
6. Vervoort D, Ouzounian M, Yanagawa B. Mitral valve surgery for rheumatic heart disease: replace, repair, retrain? Curr Opin Cardiol. 2021 Mar 1;36(2):179-185. doi: 10.1097/HCO.0000000000000826.
7. Wang M, Zhang H, Liu Z, Han J, Liu J, Zhang N, Li S, Tang W, Liu P, Tian B, Luo T, Wang J, Meng X, Ye H, Xu L, Zhang H, Jiang W. Scoring model based on cardiac CT and clinical factors to predict early good mitral valve repair in rheumatic mitral disease. Eur Radiol. 2024 Aug;34(8):4963-4976. doi: 10.1007/s00330-023-10470-0.

8. Jordão IM, Matos AHS, Prates AB, Pinheiro BD, Andrade AB, Roque IG, Toledo LL, Mazarão FC, Silva JLPD, Passaglia LG, Esteves WAM, Nunes MCP. Clinical outcome of patients with rheumatic tricuspid valve disease: matched cohort study. *Int J Cardiovasc Imaging*. 2024 Sep;40(9):1911-1918. doi: 10.1007/s10554-024-03180-1.
9. Pereira LHO, Câmara K, Pinheiro TS, Lemos MM, Oliveira ALA, Oliveira MEP, Trindade GM, Kanisky MFS, Raksa MF, Silva GCD, Manuel V. Rheumatic Mitral Valve Surgery: Repair or Replacement? *Braz J Cardiovasc Surg*. 2025 Feb 17;40(2):e20230294. doi: 10.21470/1678-9741-2023-0294.
10. Zhang WB, Han J, Luo TG, Tian BY, Meng F, Jiang WJ, Jiao YQ, Li XM, Fu JT, Zhao YC, Li F, Meng X, Wang JG. [Comparison of mid-to-long term outcomes between mitral valve repair and biological valve replacement in patients over 60 with rheumatic mitral valve disease based on a propensity score matching study]. *Zhonghua Wai Ke Za Zhi*. 2024 Nov 1;62(11):1016-1023. doi: 10.3760/cma.j.cn112139-20240424-00204.
11. Zhang Y, Fu G, Li G, Jian B, Wang R, Huang Y, Chu T, Wu Z, Zhou Z, Liang M. Mitral Valve Repair Versus Replacement in Patients Undergoing Concomitant Aortic Valve Replacement. *Heart Lung Circ*. 2025 Jan;34(1):3-15. doi: 10.1016/j.hlc.2024.07.015. Epub 2024 Nov 29.

Mitral valve replacement in patients with rheumatic mitral valve disease in Kyrgyzstan

Urmanbetov K.S., Shakhnabieva S.M., Bhad D.A., Kalieva R.S., Zhooshev K.T., Abdrasulova M.S., Kozukeeva M.T.

Kyrgyz-Russian Slavic University

Bishkek, Kyrgyzstan

e-mail: shahnabieva_sofia@mail.ru

Abstract

This study demonstrated that the rate of patient referral for mitral valve replacement in rheumatic mitral valve disease depends on geographical conditions and place of residence. The immediate surgical outcomes were comparable to those reported by other researchers.

Objective: To evaluate the immediate outcomes of mitral valve replacement in patients with rheumatic mitral valve disease in Kyrgyzstan.

Materials and Methods: The study included 97 patients with rheumatic heart disease who underwent mitral valve replacement with a prosthetic heart valve at the Research Institute of Heart Surgery and Organ Transplantation of the Kyrgyz Republic. The study focused on the analysis of clinical and functional parameters before and after surgery. Prior to surgery, all patients underwent a comprehensive clinical and instrumental examination, including electrocardiography (ECG), chest X-ray with determination of the cardiothoracic index (CTI), as well as preoperative and early postoperative echocardiography and Doppler echocardiography.

Results: The study showed that mitral valve replacement was performed in patients of working age (mean age 55.8 ± 8.7 years) who were in severe clinical condition (all patients were classified as NYHA functional class III–IV) and had concomitant cardiac and non-cardiac pathologies. Analysis revealed that a greater proportion of patients undergoing surgical treatment were from lowland areas compared to mountainous regions (56.7% vs. 43.3%), and that twice as many patients were from rural areas compared to urban areas (68% vs. 32%). Mitral valve replacement with preservation of the annulo-papillary continuity was performed in 92.8% of patients, and tricuspid valve repair was performed in 61.8% of cases. Postoperative in-hospital mortality was 9.8%, of which 7.2% was due to cardiac causes.

Keywords: rheumatism, mitral valve, mitral valve disease, surgical treatment, outcomes.

4.1 АГРОНОМИЯ, ЛЕСНОЕ И ВОДНОЕ ХОЗЯЙСТВО

4.1

ПРОЕКТ КОМПЛЕКСНОГО МОНИТОРИНГА ГИДРОТЕХНИЧЕСКИХ СООРУЖЕНИЙ И КРАСНОКНИЖНЫХ ВИДОВ В АРКТИЧЕСКОЙ ЗОНЕ РФ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ БЕСПИЛОТНЫХ АВИАЦИОННЫХ СИСТЕМ

Лесников И.Р.

Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Всероссийский научно-исследовательский институт систем орошения и сельхозводоснабжения «Радуга», Коломна, пос. Радужный, Российская Федерация
Новочеркасский инженерно-мелиоративный институт имени А. К. Кортунова – филиал ФГБОУ ВО «Донской государственной аграрный университет», кафедра гидротехнических сооружений
Новочеркасск, Российская Федерация
e-mail: vanalesnikov@gmail.com ORCID ID: 0009-0002-1111-8883

Аннотация

В статье представлено описание проекта «Арктический дозор», направленного на создание системы комплексного мониторинга состояния гидротехнических сооружений (ГТС) и популяций краснокнижных видов животных в Арктической зоне Российской Федерации. Актуальность проекта обусловлена тремя взаимосвязанными проблемами: ускорением деградации многолетнемерзлых грунтов под ГТС, сокращением численности атлантического моржа, белого медведя и дикого северного оленя, а также отсутствием современных технологий регулярного мониторинга на удаленных территориях. Проектом предусмотрено оснащение пяти ключевых ГТС оборудованием для базирования дронов и стационарными датчиками, проведение более 50 вылетов беспилотных летательных аппаратов с тепловизорами, лазерными сканерами и мультиспектральными камерами, создание публичного геопортала для визуализации данных. Результаты проекта будут использованы для подготовки методических рекомендаций для Росприроднадзора и Минприроды России.

Ключевые слова: Арктика; гидротехнические сооружения; вечная мерзлота; краснокнижные виды; беспилотные летательные аппараты; геопортал.

Введение

Арктическая зона Российской Федерации сталкивается с рядом взаимосвязанных проблем, требующих комплексных решений. С одной стороны, здесь расположены сотни гидротехнических сооружений, построенных на многолетнемерзлых грунтах. К таким сооружениям относятся портовые причалы, берегозащитные дамбы, нефтепроводы в насыпях и другие объекты инфраструктуры. По данным научных исследований, деградация многолетнемерзлых пород в Арктике ускоряется, что создаёт серьезные риски для инфраструктуры [7]. Разрушение гидротехнических сооружений ведёт к техногенным катастрофам, включая разливы нефти и обрушение причалов, и наносит значительный экономический ущерб. При этом значительная часть арктических ГТС не имеет современных систем мониторинга состояния.

С другой стороны, в тех же районах обитают виды, занесённые в Красную книгу Российской Федерации. Среди них атлантический морж (*Odobenus rosmarus*), белый медведь (*Ursus maritimus*) карско-баренцевоморской популяции, дикий северный олень (*Rangifer tarandus*), таймырская популяция которого значительно сократилась за

последние десятилетия [3]. Мониторинг этих видов ведётся эпизодически из-за труднодоступности территорий и высокой стоимости традиционных методов наблюдения.

Традиционные методы, такие как вертолётные облёты, характеризуются высокой стоимостью и могут беспокоить животных. Спутниковые снимки не всегда дают детальную картину, необходимую для оценки состояния как инфраструктуры, так и местообитаний животных. Мировой опыт показывает эффективность применения беспилотных авиационных систем для решения широкого круга задач в Арктике. В частности, дроны успешно используются для мониторинга состояния экосистем [5], оценки влияния изменений климата на растительность и мерзлоту [7, 8, 9], а также для картографирования труднодоступных территорий [10].

В настоящее время существует разрыв между инженерным и экологическим мониторингом: инженеры следят за состоянием гидротехнических сооружений, но не учитывают влияние на биоразнообразие; биологи изучают животных, но не располагают данными о состоянии инфраструктуры в местах их обитания. Проект «Арктический дозор» предлагает соединить эти задачи на единой технологической платформе.

Цель — создание системы комплексного мониторинга состояния гидротехнических сооружений и популяций краснокнижных видов животных в Арктической зоне РФ с использованием беспилотных авиационных систем.

Район работ и объекты исследования

География проекта охватывает два ключевых региона Арктической зоны РФ: Ямало-Ненецкий автономный округ и Красноярский край, а именно Таймырский Долгано-Ненецкий район. Выбор этих регионов обусловлен наличием здесь как крупных гидротехнических сооружений, так и ключевых мест обитания краснокнижных видов, требующих постоянного наблюдения и охраны.

Объектами мониторинга выбраны портовые гидротехнические сооружения морского порта Сабетта в Ямало-Ненецком автономном округе, а также портовые гидротехнические сооружения морского порта Диксон в Красноярском крае. Кроме того, в зону мониторинга входят прилегающие акватории и территории, включая остров Диксон и мыс Желания, которые являются традиционными местами обитания атлантического моржа и белого медведя.

Согласно данным ФГУП «Росморпорт», в ведении Арктического бассейнового филиала находятся 748 гидротехнических сооружений различного типа. К ним относятся причалы, пирсы, волноломы и берегозащитные сооружения. Из этого количества 77,7% составляют причальные сооружения общей протяжённостью 93,9 километра [2]. Выбранные для проекта объекты являются репрезентативными для всей Арктической зоны и позволяют масштабировать полученные результаты на другие регионы.

Биологическими объектами исследования выступают три вида, занесённых в Красную книгу Российской Федерации. Это атлантический морж (*Odobenus rosmarus*), белый медведь (*Ursus maritimus*) карско-баренцевоморской популяции, а также дикий северный олень (*Rangifer tarandus*) таймырской популяции [3]. Выбор именно этих видов обусловлен их ключевой ролью в арктических экосистемах и необходимостью получения актуальных данных о состоянии их популяций.

Методы и материалы

Проект предусматривает комплексный подход, сочетающий дистанционные методы наблюдения с использованием беспилотных авиационных систем и стационарные датчики, устанавливаемые непосредственно на гидротехнических сооружениях. Такой подход позволяет получать данные разного типа и разного пространственного разрешения, что повышает информативность мониторинга в целом.

Мировой опыт демонстрирует эффективность подобного подхода. В частности, в международном проекте ICEBERG, реализуемом при поддержке Европейского союза, для мониторинга арктического побережья успешно применяется комбинация дронов и камер временной съёмки с привлечением местных сообществ [5, 6]. Исследователи, работающие в рамках этого проекта, отмечают, что дроны позволяют получать данные высокого разрешения на значительных площадях без нарушения экосистем. Пространственное разрешение снимков может достигать 0,5 сантиметра на пиксель, что недоступно для спутниковых систем дистанционного зондирования [5].

Беспилотные авиационные системы. В рамках проекта планируется применение двух типов беспилотных летательных аппаратов, представленных концерном «Калашников» на форуме «Арктика – Регионы», который состоялся в Архангельске 31 июля 2025 года [4].

Первый тип — аппарат вертолётного типа «Альфа-Е», предназначенный для локальных обследований гидротехнических сооружений. Его дальность действия составляет до 100 километров. Полезная нагрузка включает гиросtabilизированную камеру с 30-кратным оптическим зумом, инфракрасную камеру для тепловизионной съёмки, а также лазерный сканер, обеспечивающий точность измерений до 5 сантиметров. Такое сочетание сенсоров позволяет одновременно оценивать температурные аномалии на поверхности сооружений и фиксировать микродеформации конструкций.

Второй тип — аппарат самолётного типа «Легионер», предназначенный для дальних облётов и мониторинга акватории Северного морского пути. Его дальность действия достигает 500 километров, а продолжительность полёта — до 5,5 часов. Грузоподъёмность аппарата составляет до 7 килограммов, что позволяет использовать сменные целевые нагрузки в зависимости от задач конкретного вылета. Для двигателя предусмотрена возможность работы как на бензине, так и на электричестве, что повышает автономность применения в удалённых районах.

Полезная нагрузка обоих типов аппаратов включает тепловизоры для обнаружения животных и оценки тепловых потерь сооружений, лазерные сканеры для построения трёхмерных моделей местности и объектов, а также мультиспектральные камеры для оценки состояния растительности и выявления зон термических аномалий. Подобный набор сенсоров активно используется в современных арктических исследованиях. Например, в проекте NASA ABoVE учёные применяют мультиспектральную и гиперспектральную съёмку с дронов для изучения растительности тундры и оценки последствий таяния многолетнемерзлых пород [7, 8, 9]. В частности, исследователи из Окриджской национальной лаборатории под руководством Дэрила Янга используют дроны с лазерными сканерами и мультиспектральными сенсорами для мониторинга термокарстовых процессов и связанных с ними изменений экосистем [7]. Аналогичные работы проводятся учёными Колгейтского университета под руководством Майкла Лоранти, которые сочетают полевые наблюдения с данными аэросъёмки для понимания процессов, происходящих в арктической тундре [8]. В Эдинбургском университете Кэтрин Хоуд использует дроны

и спутниковые данные для отслеживания изменений тундровых экосистем, что подтверждает перспективность выбранного подхода [9].

Стационарное оборудование. В рамках проекта планируется оснастить пять гидротехнических сооружений стационарным оборудованием. В каждый комплект войдут зарядные станции для обеспечения энергией дронов, метеостанции для фиксации погодных условий в момент проведения съёмки, фотоловушки со спутниковыми модемами для автоматической фиксации появления животных вблизи сооружений, а также датчики температуры грунта, так называемые термокосы, для непрерывного мониторинга состояния многолетнемерзлых пород в основании сооружений.

Опыт использования автоматических камер в Арктике демонстрирует их высокую эффективность для непрерывного мониторинга труднодоступных территорий. В проекте ICEBERG, например, камеры временной съёмки успешно применяются для отслеживания динамики береговой линии и накопления морского мусора, что позволяет получать данные с высоким временным разрешением при минимальных затратах на полевые работы [6].

Планируемый объём работ. В ходе проекта предполагается провести не менее 50 полётов дронов общей продолжительностью свыше 200 часов. Из них 30 вылетов запланированы на летний период, когда условия для полётов наиболее благоприятны, а 20 вылетов — на зимний период. Зимние вылеты будут выполняться преимущественно с тепловизорами для поиска животных и оценки тепловых потерь сооружений. Общий объём собираемых данных оценивается в 500 и более гигабайт, что потребует разработки специализированных методов хранения и обработки информации.

Обработка данных. Собранные материалы будут обрабатываться с использованием методов геоинформационного анализа и алгоритмов машинного обучения для автоматического распознавания объектов на фото- и видеоматериалах. Современные исследования подтверждают эффективность применения нейросетевых алгоритмов для классификации типов растительности и выявления нарушений в арктических экосистемах. В работе Эйшейд и соавторов, опубликованной в журнале *Remote Sensing* в 2021 году, показано, что планирование полётов дронов с учётом последующей автоматической обработки данных позволяет значительно повысить качество картографирования нарушений в арктической тундре [10]. Разработанный авторами подход может быть адаптирован для задач обнаружения животных и оценки состояния инфраструктуры, что планируется сделать в рамках настоящего проекта. Все результаты обработки будут визуализироваться на публичном геопортале, обеспечивающем доступ к данным для всех заинтересованных сторон.

Ожидаемые результаты

Реализация проекта позволит достичь как количественных, так и качественных результатов, имеющих значение для науки, практики охраны природы и социально-экономического развития арктических регионов.

Количественные результаты. В ходе проекта планируется оснастить оборудованием для мониторинга пять гидротехнических сооружений в ключевых точках Арктики. Будет проведено не менее 50 вылетов дронов общей продолжительностью свыше 200 часов. Ожидается, что количество зафиксированных встреч с краснокнижными животными составит не менее 1000, что позволит получить статистически значимые данные о распределении и численности видов. В ходе проекта будет обучено 10 операторов дронов из числа инспекторов особо охраняемых

природных территорий, волонтеров и представителей коренных малочисленных народов Севера. К участию в полевых работах планируется привлечь не менее 20 волонтеров. Будет создан один публичный геопортал для визуализации всех собранных данных. По результатам проекта предполагается подготовить не менее двух научных публикаций в рецензируемых изданиях. Просветительскими мероприятиями, включая работу в социальных сетях и организацию фотовыставок, планируется охватить не менее 5000 человек.

Качественные результаты. Важнейшим качественным результатом станет создание первой в России комплексной системы мониторинга, объединяющей наблюдения за состоянием гидротехнических сооружений и биоразнообразием. Будут получены уникальные данные о влиянии деградации многолетнемерзлых пород на арктическую инфраструктуру, которые могут быть использованы при проектировании новых и реконструкции существующих сооружений. Планируется уточнить границы ключевых местообитаний моржа и белого медведя, после чего эти данные будут переданы в комиссию по редким видам для возможной корректировки Красной книги Российской Федерации. В ходе проекта будет сформировано сообщество волонтеров и инспекторов, владеющих современными технологиями мониторинга, что создаст кадровый резерв для дальнейшего развития системы наблюдений в Арктике. Кроме того, реализация проекта будет способствовать повышению привлекательности профессий, связанных с охраной природы Арктики, для молодежи.

Обсуждение

Новизна предлагаемого подхода заключается в объединении инженерного и биологического мониторинга на единой технологической платформе. Традиционно эти задачи решались отдельно, что не позволяло увидеть полную картину происходящих в Арктике процессов. Использование гидротехнических сооружений в качестве базовых площадок для базирования дронов и размещения стационарных датчиков решает проблему логистики и энергоснабжения в удаленных районах, где создание отдельной инфраструктуры экономически нецелесообразно.

Мировой опыт демонстрирует высокую эффективность применения дронов для мониторинга арктических экосистем. Исследователи, работающие в рамках проекта NASA ABoVE, отмечают, что дроны позволяют получать данные с беспрецедентным пространственным разрешением, что критически важно для понимания локальных процессов, происходящих в тундре [7, 8, 9]. В частности, работы Дэрила Янга и его коллег из Окриджской национальной лаборатории показывают, что комбинация лазерного сканирования и мультиспектральной съёмки позволяет выявлять даже незначительные изменения в рельефе, связанные с таянием подземных льдов, и оценивать их влияние на растительный покров [7]. Исследования Майкла Лоранти в Колгейтском университете подтверждают, что интеграция данных наземных наблюдений и аэросъёмки даёт наиболее полное представление о состоянии арктических экосистем и позволяет лучше интерпретировать спутниковые данные [8]. Работы Кэтрин Хоуд в Эдинбургском университете демонстрируют, что дроны являются незаменимым инструментом для изучения труднодоступных территорий, где проведение регулярных наземных обследований затруднено [9].

В европейской части Арктики проект ICEBERG показывает успешность применения дронов для решения прикладных задач, таких как мониторинг загрязнения морского побережья [5, 6]. Важно отметить, что в этом проекте активно используется не только съёмка с дронов, но и стационарные камеры временной съёмки, позволяющие получать данные с высоким временным разрешением при минимальном участии человека [6].

Этот опыт может быть напрямую использован в проекте «Арктический дозор» для организации непрерывного наблюдения за ключевыми участками.

Планируемая разработка нейросетевых алгоритмов для автоматического распознавания видов на фото с дронов позволит обрабатывать большие массивы данных и оперативно выявлять изменения в популяциях. Аналогичные подходы уже успешно применяются для классификации типов растительности и выявления нарушений в арктических экосистемах. В работе Эйшейд и соавторов показано, что предварительное планирование полётов с учётом последующей автоматической обработки данных позволяет повысить точность картографирования нарушений на 15-20% по сравнению со стандартными подходами [10]. Разработанная авторами методология может быть адаптирована для задач обнаружения животных и оценки состояния инфраструктуры.

Полученные данные будут полезны не только научному сообществу, но и практикам. Инспекторы особо охраняемых природных территорий получат современный инструмент для патрулирования и учёта животных, что повысит эффективность их работы. Коренные малочисленные народы Севера, включая ненцев, долган и эвенков, смогут использовать данные о миграциях дикого северного оленя для планирования традиционного хозяйства и сохранения своего уклада жизни. Широкая общественность получит доступ к данным через публичный геопортал, что будет способствовать повышению осведомлённости о проблемах Арктики и привлечению внимания к вопросам сохранения её уникальной природы.

Заключение

Проект «Арктический дозор» направлен на решение актуальных проблем Арктической зоны Российской Федерации, связанных с изменением климата, деградацией инфраструктуры и сокращением биоразнообразия. Применение современных беспилотных технологий позволит получать регулярные и детальные данные о состоянии пяти ключевых гидротехнических сооружений и популяциях трёх видов животных, занесённых в Красную книгу России.

Результаты проекта станут основой для подготовки методических рекомендаций для Росприроднадзора и Министерства природных ресурсов и экологии Российской Федерации по организации системы мониторинга в Арктической зоне. Создаваемый публичный геопортал обеспечит доступность информации для всех заинтересованных сторон — от профессиональных учёных до школьников и волонтёров.

Проект соответствует приоритетным направлениям Стратегии развития Арктической зоны Российской Федерации и обеспечения национальной безопасности на период до 2035 года, утверждённой Указом Президента Российской Федерации. В частности, он направлен на реализацию положений стратегии в части сохранения биологического разнообразия, развития системы экологического мониторинга и поддержки коренных малочисленных народов Севера, Сибири и Дальнего Востока Российской Федерации [1].

Список литературы

1. Указ Президента РФ от 26.10.2020 № 645 «О Стратегии развития Арктической зоны Российской Федерации и обеспечения национальной безопасности на период до 2035 года» (ред. от 12.11.2024) // Официальный интернет-портал правовой информации. URL: <http://publication.pravo.gov.ru/Document/View/0001202010260031>
2. Объекты портовой инфраструктуры // Официальный сайт ФГУП «Росморпорт». URL: https://www.rosmorport.ru/services/port_facilities/
3. Красная книга Российской Федерации. Том «Животные». 2-е официальное издание. – М.: ФГБУ «ВНИИ Экология», 2021. – 1128 с.
4. Концерн «Калашников» впервые продемонстрировал свои новые гражданские БПЛА представителям Арктических регионов // MASHNEWS. 31.07.2025. URL: <https://mashnews.ru/konzern-kalashnikov-vpervyie-prodemonstiroval-svoi-novye-grazhdanskije-bpla-predstavityam-arkticheskix-regionov.html>
5. Papakonstantinou A. Drones in the Arctic—Mapping and Monitoring Coastal Marine Litter from the Skies // ICEBERG Project. 21.05.2025. URL: <https://arctic-iceberg.eu/drones-in-the-arctic-mapping-and-monitoring-coastal-marine-litter-from-the-skies/>
6. Oppelt N. Watching Arctic Beaches—How ICEBERG Uses Time-Lapse Cameras to Track Marine Litter // ICEBERG Project. 13.06.2025. URL: <https://arctic-iceberg.eu/watching-arctic-beaches-how-iceberg-uses-time-lapse-cameras-to-track-marine-litter/>
7. Yang D. Remoting in to take the measure of at-risk ecosystems // Oak Ridge National Laboratory. 16.09.2024. URL: <https://www.ornl.gov/news/daryl-yang-remoting-take-measure-risk-ecosystems>
8. Loranty M. In the Sky and on the Ground: Insights From the Arctic // Colgate Magazine. 21.05.2025. URL: <https://news.colgate.edu/magazine/2025/05/21/in-the-sky-and-on-the-ground-insights-from-the-arctic/>
9. Hoad C. Drones and satellites to track tundra ecosystems // University of Edinburgh. 25.06.2024. URL: <https://airborne.ed.ac.uk/airborne-research/case-studies/c-hoad-phd>
10. Eischeid I. et al. Disturbance Mapping in Arctic Tundra Improved by a Planning Workflow for Drone Studies: Advancing Tools for Future Ecosystem Monitoring // Remote Sensing. 2021. Vol. 13, No. 21. Article 4466. DOI: 10.3390/rs13214466. URL: <https://www.mdpi.com/2072-4292/13/21/4466>

Project of integrated monitoring of hydraulic structures and red-listed species in the arctic zone of the Russian Federation using unmanned aerial systems

Lesnikov I.R.

Federal State Budgetary Scientific Institution "All-Russian Research Institute of Irrigation Systems and Agricultural Water Supply "Raduga",
Kolomna, Raduzhny settlement, Russian Federation
Novocherkassk Engineering and Land Reclamation Institute named after A.K. Kortunov -
branch of the Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Don State Agrarian University", Novocherkassk, Russian Federation
Student of the Department of Hydraulic Structures
e-mail: vanalesnikov@gmail.com

Abstract

The article describes the project "Arctic Watch" aimed at creating a system for integrated monitoring of the condition of hydraulic structures and populations of red-listed animal species in the Arctic zone of the Russian Federation. The relevance of the project is determined by three interrelated problems: accelerated degradation of permafrost soils under hydraulic structures, decline in populations of the Atlantic walrus, polar bear, and wild reindeer, and the lack of modern technologies for regular monitoring in remote territories. The project involves equipping five key hydraulic structures with drone basing equipment and stationary sensors, conducting more than 50 unmanned aerial vehicle flights with thermal imagers, laser scanners, and multispectral cameras, and creating a public geoportal for data visualization. The project results will be used to develop methodological recommendations for Rosprirodnadzor and the Ministry of Natural Resources of Russia.

Keywords: *Arctic; hydraulic structures; permafrost; red-listed species; unmanned aerial vehicles; geoportal.*

5.8 ПЕДАГОГИКА

5.8

ДИСЦИПЛИНА «ПЕТЕРБУРГОВЕДЕНИЕ» КАК ИНСТРУМЕНТ ФОРМИРОВАНИЯ ПАТРИОТИЗМА У БУДУЩИХ ПЕДАГОГОВ

Иванов С.Н. канд. педагог. наук

ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный университет промышленных технологий и дизайна», Кафедра педагогики и психологии профессионального образования,
Санкт-Петербург, Россия

Аннотация

В статье рассматриваются проблемы, связанные с патриотическим воспитанием молодёжи, рассматриваются возможности патриотического воспитания по средствам дисциплины «Петербурговедение», приводятся примеры студенческих исследовательских инициатив в направлении патриотического воспитания.

Ключевые слова: патриотизм, историческое познание, гражданско-патриотическое воспитание, краеведение, малая родина, культура, студенческая молодёжь, этические ценности, толерантность, веротерпимость, политический лидер.

Патриотическое воспитание, формирование этических ценностей у современной молодёжи, любовь к Родине - эти проблемы всегда были и остаются важными направлениями государственной политики Российской Федерации. Наше государство уделяет большое внимание патриотическому воспитанию студенчества, рассматривая его как необходимое условие обеспечения национальной безопасности России.

Начиная с 2001 года, постановлениями Правительства Российской Федерации каждые пять лет вводится в действие обновлённая Государственная программа патриотического воспитания граждан. В своём содержании Программа предусматривает единый комплекс мероприятий, направленных на дальнейшее совершенствование системы патриотического воспитания граждан России, способный на основе формирования патриотических чувств и патриотического сознания обеспечить решение задач по консолидации общества, по поддержанию социально-экономической стабильности, по упрочению единства и дружбы народов многонациональной России.

В современных условиях образовательной деятельности в вузах идея патриотизма может и должна стать тем стержнем, вокруг которого формируются высокие, социальнозначимые чувства, убеждения, позиции и устремления студенческой молодёжи, воспитывается её готовность и способность к активным действиям на благо Отечества.

Задачи формирования у студентов чувства патриотизма, должны реализовываться на всех этапах профессиональной подготовки обучающихся в ходе аудиторной и не аудиторной работы. Для этих позиций в учебные планы по направлению подготовки 44.03.04 «Профессиональное обучение по отраслям» включена дисциплина «Петербурговедение».

В 2001-ом году в Санкт-Петербургском университете промышленных технологий и дизайна была создана кафедра педагогики и психологии профессионального образования. С тех пор из стен университета вышло несколько тысяч специалистов готовых преподавать специальные предметы в системе среднего профессионального

образования. Огромное значение при подготовке будущих педагогов имеет патриотическое воспитание студентов. Этому способствует программа дисциплины «Петербурговедение».

Главной целью программы является пробуждение и развитие интереса студентов к культурному наследия Петербурга, история которого многогранна, имеет свой особенный стиль культуры, духовности и обладает определёнными психологическими, этическими и эстетическими качествами, которые отражаются в архитектуре, произведениях искусства и культурном уровне горожан.

В этой ситуации изучение дисциплины «Петербурговедение» может стать важнейшим компонентом формирования у студентов этических ценностей, познаний в области культуры и истории.

Дисциплина «Петербурговедение» способствует тому, чтобы каждый студент смог воспринимать городские объекты, музейные экспозиции, семейные реликвии, городские и семейные традиции как значимое наследие, необходимое всем петербуржцам, в том числе и лично ему. При изучении этого курса у студентов продолжается формирование устойчивого познавательного интереса к городу, объясняются его уникальные особенности, освещаются проблемы сегодняшнего дня и перспективы дальнейшего развития Петербурга.

Содержание дисциплины даёт возможность студентам углубить и расширить имеющиеся у них знания:

- о конкретных памятниках и традициях разных эпох, раскрывающих одну из граней петербургского наследия в области истории, экономики, образования, науки, культуры;
- о знаменитых и рядовых создателях петербургского наследия - представителях различных эпох, разных сословий и национальностей, об условиях их жизни, проблемах, схожих и отличающихся от современных, о путях преодоления этих проблем, об особенностях этики поведения петербуржца, что необходимо студентам для формирования чувства гордости за свою малую Родину.

Изучение дисциплины "Петербурговедение" способствует дальнейшему формированию у студентов необходимых им умений ориентироваться в реальном городском пространстве, воспринимать разнообразные памятники культурного наследия как многоплановые источники информации, применять знания о городе в повседневной жизни.

Методы и формы обучения традиционны, но сопутствующим и содействующим фактором является собственно история и удобное месторасположение Университета промышленных технологий и дизайна. Такие объекты как, например, Большая Морская и Садовая улицы, Вознесенский и Невский проспекты, Дворцовая, Сенатская и Исаакиевская площади являются для студентов этого университета уникальными достопримечательностями шаговой доступности.

Во время лекционных и практических занятий в университете возможны и реальны такие формы организации обучения как занятие-игра, беседа, конкурс, семинар, квест, пешеходная прогулка, экскурсия.

Студенты с удовольствием проводят викторины и виртуальные экскурсии, готовят доклады, выполняют презентации, составляют кроссворды, осуществляют проекты.

А какие патриотические чувства можно формировать у студентов при изучении курса «Петербурговедение»? Безусловно, это любовь к Малой Родине. Петербург в этом смысле открывает широчайшие возможности. В наше время международной не стабильности, войн, геноцида и ксенофобии Петербург являет собой пример веротерпимости и толерантности.

Достаточно пройти по Невскому проспекту от Садовой улицы до реки Мойки (примерно 800 метров), и на этом участке можно увидеть Армянскую церковь Св. Екатерины, католический собор Св. Екатерины, Казанский Кафедральный собор, Собор Воскресения Христова на Крови, Лютеранскую церковь Петра и Павла, шведскую церковь Св. Екатерины, финскую церковь Св. Марии, голландскую Реформаторскую церковь.

Никогда за всю историю Санкт-Петербурга не было ни еврейских погромов, ни армянских чисток, ни других межконфессиональных столкновений.

На землю Петербурга никогда, за всю его историю на ступала нога врага, захватчика, оккупанта. 10 мая 1710 года Пётр Первый издал приказ, где были такие слова: «Оборону Флота и сего места держать до последней силы и живота, яко наиглавнейшее дело». 4 раза шведы, французы в 1812 году, англичане и французы в Крымскую войну, немцы в Первую Мировую, белогвардейцы в Гражданскую и фашисты в Великую Отечественную Войну пытались взять Петербург - Петроград - Ленинград, но ни разу приказ основателя города не был нарушен. Блокада Ленинграда в годы Великой Отечественной Войны ярчайший пример патриотизма, жертвенности и героизма жителей нашего города.

Дисциплина «Петербургведение» даёт возможность студентам проводить исследования с такими темами как: «Петербург-военная столица», «Петроград - в 1917-ом году», «900 дней блокады», «Ленинградское дело» и т.п., всегда находят эмоциональный отклик как у исследователей, так и у слушателей докладов.

Несколько удачных докладов было сделано студентами по теме: «Петербург – морская столица». 31-го октября 2012-го завершился переезд Главного штаба Военно-морского флота России из Москвы в Санкт-Петербург. 21-го мая 2008-го года из Москвы в Петербург переехал Конституционный суд Российской Федерации во главе с Валерием Дмитриевичем Зорькиным и сразу на тему судебной ветви власти появились студенческие исследования.

Формируют патриотическое мировоззрение студентов семинары по таким темам как «Северное общество декабристов», «Петербург в годы Крымской войны», «Александр Неболсин – отец профессионально-технического образования», «Триумфальные ворота Санкт-Петербурга».

Этическая проблема: «Насилие и государство» обсуждалась на диспуте "Кровавое воскресенье в Петербурге".

Широкий простор студенческой активности даёт в рамках курса «Петербургведение» тема: «Патриотизм политического лидера» на примере ленинградцев А.Н. Косыгина, А.А. Собчака, В.В. Путина, Д.А. Медведева, В.И. Матвиенко, Д.Н. Козака, С.В. Степашина, С.М. Миронова.

Особо символично для нашего университета, что Алексей Николаевич Косыгин родился в Санкт-Петербурге и закончил Ленинградский текстильный институт по специальности инженер-технолог. Ныне это «Университет промышленных технологий и дизайна».

Но приходится констатировать, что в настоящее время насаждается культ развлечений и потребительства, эрзац-культуры, ложных жизненных ценностей. Вместо пламенных патриотов, хороших матерей и отцов символами становятся деньги, гламур, успех любой ценой. Наш народ рискует превратиться в бездумное население, в то время как консолидируется мусульманский мир, крепнет растущий Китай, проявляют имперские амбиции США.

На этом фоне представляется чрезвычайно актуальным опыт формирования чувства патриотизма у будущих педагогов в Санкт-Петербургском государственном

университете промышленных технологий и дизайна на базе изучения дисциплины «Петербурговедение».

Эта дисциплина преподаётся в университете уже 21 год. За это время накоплен большой положительный опыт работы. Анализ творческих отчётов студентов, позволяет сделать вывод, что изучение дисциплины «Петербурговедение» действительно помогает будущим педагогам профессионального образования приобрести устойчивый познавательный интерес к городу Санкт-Петербургу, даёт возможность сознательно приобщиться к петербургскому наследию в области истории, экономики, образования, науки и культуры, а самое главное формирует у студентов широкий спектр этический ценностей и в первую очередь патриотизм.

Список литературы

1. Горев В.Д., Кисляк А.А., Патриотическое воспитание студентов в современных условиях, Издательство УМЦ УПИ, 2020 г.
2. Гульсина Я.Г., Ларцева Н.В. Воспитание патриотизма средствами учебных дисциплин. Инновационное развитие профессионального образования. 2023. №2 (38), С. 47-53
3. Патриотическое воспитание как основа формирования нравственно здоровой личности // "Молодой учёный" №10 (69) июль 2014
4. Гусейнов А.А. Этика и мораль в современном мире // Этическая мысль: современные исследования. - М.: Прогресс-Традиция, 2009.
5. Канке В.А. Современная этика (университетский учебник). - М., 2009
6. Этическая мысль. Выпуски 1-11 под ред. Гусейнов А.А. - М., 2011

The Discipline of St. Petersburg Studies as a Tool for Developing Patriotism in Future Educators

Ivanov S.N.

Institute of Economics and Social Technologies, The federal state budget Educational of higher education «Saint-Petersburg State University Industrial technologies and design»
Saint Petersburg, Russia

Abstract

The article discusses the problems associated with the patriotic education of youth, considers the possibilities of patriotic education through the discipline "Petersburg Studies," provides examples of student research initiatives in the direction of patriotic education.

Keywords: *patriotism, historical knowledge, civil-patriotic education, local history, small homeland, culture, student youth, ethical values, tolerance, religious tolerance, political leader.*

5.8

УДК 37.015.3

ОСОБЕННОСТИ МОТИВАЦИИ К ОБУЧЕНИЮ У СТУДЕНТОВ ПЕДАГОГОВ-ПСИХОЛОГОВ С РАЗНЫМ УРОВНЕМ УЧЕБНОЙ УСПЕВАЕМОСТИ

¹**Федорова С.И.**, д-р педагог. наук, профессор, академик МАНПО, Ульяновский государственный аграрный университет им. П.А. Столыпина, Ульяновск, Россия

²**Федорова Е.Н.**, канд., педагог. наук, профессор кафедры педагогики и психологии профессионального образования им. академика РАО В.А. Сластенина, ФГБОУ ВО «Московский педагогический государственный университет», Москва, Россия

³**Тюрина Л.В.**, ФГБОУ ВО «Московский педагогический государственный университет», Москва, Россия

²e-mail: en.fedorova@mpgu.su

³e-mail: lika.tyurina.01@bk.ru

Аннотация

Статья посвящена изучению особенностей мотивации к обучению у студентов педагогов-психологов с разным уровнем учебной успеваемости. Актуальность темы исследования заключается в том, что в любой деятельности человека очень важна мотивация. В современном образовательном пространстве мотивация к обучению выступает одним из ключевых факторов, определяющих академическую успешность и профессиональное становление студентов. В особенности это актуально для будущих психологов, чья профессиональная деятельность непосредственно связана с пониманием человеческого поведения.

Результаты исследования подтверждают факт необходимости стимулирования более устойчивой мотивации учебной деятельности у лиц разных возрастов, что позволит достичь более высоких результатов деятельности в будущем.

Ключевые слова: *мотивация, мотивация к обучению, успеваемость студентов, особенности мотивации студентов.*

В современном образовательном пространстве, характеризующемся стремительными изменениями и возрастающими требованиями к выпускникам вузов, мотивация к обучению выступает одним из ключевых факторов, определяющих академическую успешность и профессиональное становление студентов. В современной психолого-педагогической науке представлено довольно много исследований мотивации учебной деятельности, ее структуры и характера взаимосвязей с различными мотивационными переменными. Но большинство этих исследований носят междисциплинарный характер. В исследованиях мотивации часто затрагивается проблематика таких областей научного знания, как физиология, биология, общая психология, социальная психология и др. Процесс формирования мотивации учебной деятельности студента начинается с адаптива, проводимого в вузе, в МПГУ постоянно в сентябре проводятся двухнедельные адаптивные занятия, но эффективность такого процесса может быть различной. В основном она зависит от того, насколько успешно,

быстро вчерашний абитуриент адаптируется, преодолевает трудности, с которыми он неизбежно встречается, попадая в непривычную для него среду.

Дидактическая новизна обучения в высшем учебном заведении состоит в использовании других, отличных от школы, форм и методов организации учебного процесса, включающих подачу нового материала, отчетность, контроль и тому подобное. В процессе постановки учебных целей студент обязан проявлять значительно большую самостоятельность, умение учесть и распределить время, оптимально организовать работу и это не все учащиеся могут оперативно сделать. Учебная деятельность является очень сложным видом деятельности с многоплановым комплексом требований. Одно из таких требований – это умение планировать и вовремя выполнять запланированные действия. Выполняя эти требования, студент может улучшить свою успеваемость. Именно поэтому проблема мотивации к обучению у студентов-психологов с разным уровнем учебной успеваемости в современном мире требует более тщательного исследования.

В 20-е гг. XX в. в западной психологии возникают первые теории мотивации таких авторов, как К. Левин, Г. Олпорт и др., в которых выделяют, помимо биологических, вторичные, или психогенные, потребности, появляющиеся в процессе обучения и воспитания (Г. Мюррей) [1]. К таким потребностям относятся потребность в достижении успеха, в независимости, в уважении, в избегании неудач и др. По мнению К. Левина мотивация — это актуальный процесс, направляющий и побуждающий целенаправленное поведение. А.Н. Леонтьев считал, что мотивация является совокупностью движущих сил, побуждающих личность к деятельности, которая имеет определенную целевую направленность [2]. По мнению В.К. Вилюнас, мотивация – это совокупная система процессов, которые отвечают за побуждение и деятельность [3]. И. П. Подласый считает, что мотивация – общее название для процессов, методов, средств побуждения, учащихся к продуктивной познавательной деятельности, активному освоению содержания образования [4 с. 184]. В.Э. Мильман [5] выделяет различные мотивы учения у студентов: внутренние мотивы - познание нового и неизвестного, творческое развитие, совместное с другими; внешние мотивы – учебная деятельность как привычное функционирование, как долг, учеба для достижения лидерства и престижа, учеба ради вознаграждения, или для избегания неудач.

Мотивация – это основа любой деятельности, именно в мотивации заключен механизм личной активности и заинтересованности человека в деятельности.

Студенческий возраст характеризуется интенсивным познанием, расширением кругозора и углубленным изучением выбранной профессии. Студенты приобретают не только теоретические знания, но и практические навыки, необходимые для успешной карьеры. В студенческие годы закладываются основы для будущего профессионального роста и самореализации. Мотивация побуждает человека к действию. Поэтому важно, чтобы обучение соответствовало интересам и целям обучаемого, что даст ему дополнительный стимул для изучения материала.

Нами было проведено эмпирическое исследование особенностей мотивации к обучению у студентов-психологов с разным уровнем учебной успеваемости. Исследование проводилось на базе «Московского педагогического государственного университета». Было исследовано 40 респондентов в возрасте от 17 до 19 лет (из них 20 студентов-отличников, 20 студентов-хорошистов). Мы использовали анкету «Изучение мотивов учебной деятельности Б. Пашнева», которая предназначена для выявления доминирующего мотива учебной деятельности обучающегося. Также, мы использовали

опросник А. Реана «Мотивация успеха и мотивация боязни неудач» и методику В. Юркевича «Определение уровня познавательной потребности».

Нами была проведена обработка результатов по первой методике «Изучение мотивов учебной деятельности Б. Пашнева». (рис.1-2).

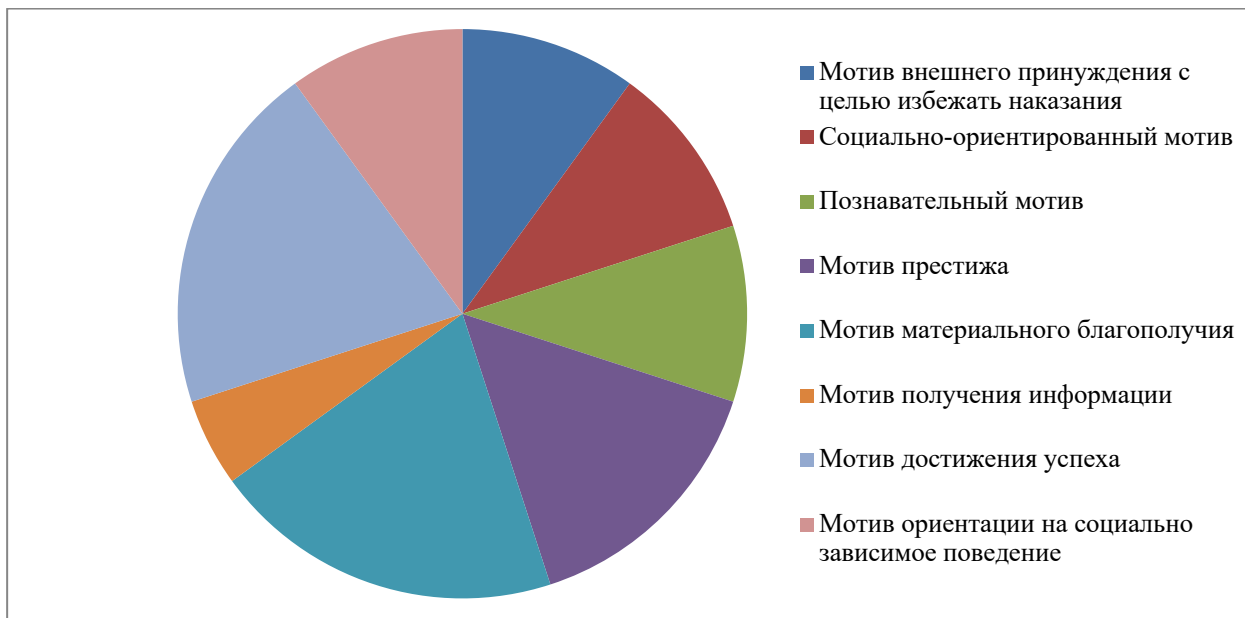


Рис. 1. Процент студентов-отличников с разной иерархией учебных мотивов

Итак, у большинства опрошенных студентов-отличников преобладает мотив материального благополучия и мотив достижения успеха. Вероятно, студенты-отличники мотивированы желанием показать свои способности и добиться признания. Им нравится преодолевать трудности и доказывать себе и окружающим свои возможности. А успехи в учебе воспринимаются студентами-отличниками как путь к материальной обеспеченности.

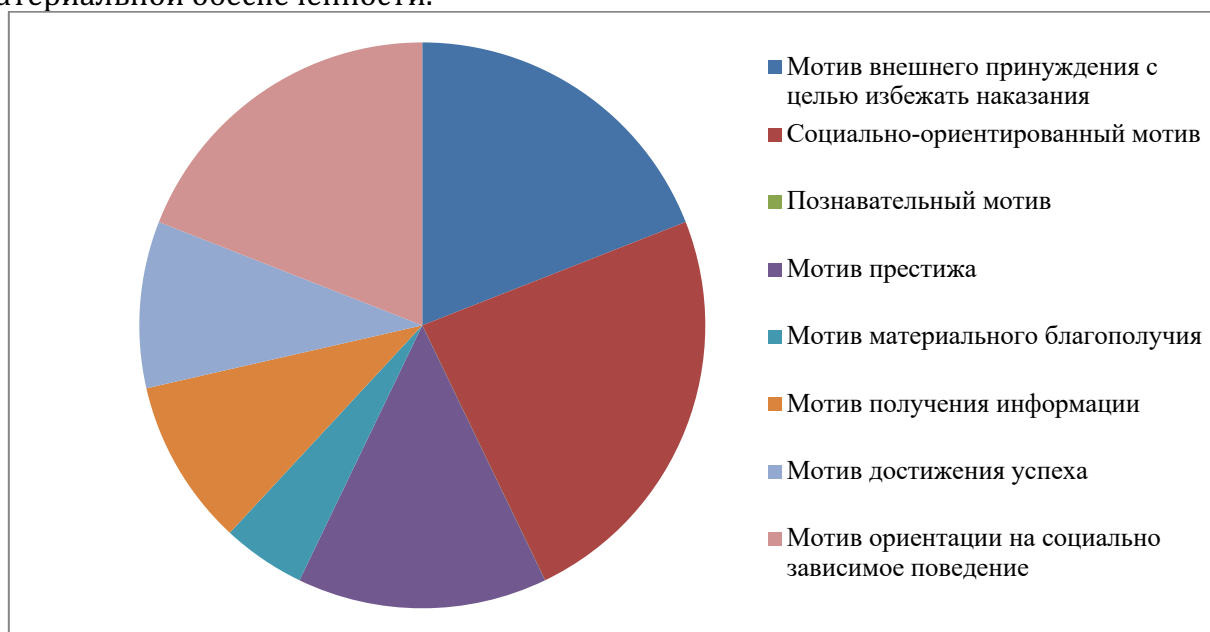


Рис. 2. Процент студентов-хорошистов с разной иерархией учебных мотивов

У большинства опрошенных студентов-хорошистов преобладает мотив внешнего принуждения с целью избежать наказания, социально-ориентированный мотив (мотив долга и ответственности) и мотив ориентации на социально зависимое поведение. Вероятно, эти студенты ориентированы на выполнение требований, чтобы избежать негативных последствий в виде плохих оценок.

Студенты-хорошисты стараются соответствовать ожиданиям окружающих и выполнять свои обязанности, чтобы избежать осуждения общества. Они стараются соблюдать нормы, чтобы получить одобрение от сверстников и взрослых. Их внутреннее отношение к учебной деятельности связано с социальными требованиями и внешними оценками. Стремление к хорошим результатам чаще обусловлено не внутренним желанием учиться ради знаний, а желанием соответствовать ожиданиям общества и избегать неприятностей.

Для определения наличия или отсутствия значимых различий в результатах наших подгрупп мы использовали U-критерий Манна-Уитни (Табл.1).

Таблица 1

Статистическая оценка различий в иерархии мотивов студентов-отличников и студентов-хорошистов

Шкала	Студенты-отличники	Студенты-хорошисты	U-критерий	Уровень значимости
Внешнее принуждение для избегания наказания	3,25	4	160	$p \geq 0,05$
Социально-ориентированный мотив	4,25	4,65	174	$p \geq 0,05$
Познавательный мотив	2,6	2,25	177	$p \geq 0,05$
Мотив престижа	3,45	3,2	191	$p \geq 0,05$
Мотив материального благополучия	5,6	3,8	123	$0,01 \leq p \leq 0,05$
Мотив получения информации	2,8	2,95	184,5	$p \geq 0,05$
Мотив достижения успеха	3,5	2,55	151,5	$p \geq 0,05$
Мотив ориентации на социально зависимое поведение	3,65	3,85	191	$p \geq 0,05$

Значимые различия в иерархии мотивов студентов-отличников и студентов-хорошистов выявлены по шкале мотива материального благополучия. У студентов-отличников мотив материального благополучия имеет большую значимость, чем у студентов-хорошистов. Остальные доминирующие мотивы учебной деятельности примерно одинаковые.

Следующим этапом нашего исследования было проведение опросника А. Реана «Мотивация успеха и мотивация боязни неудач». Рассмотрим результаты подгрупп (рис.3).

Мотивация на неудачу одинаково сильно преобладает в подгруппе студентов-отличников и студентов-хорошистов. В случае отличников, страх потерять заслуженный статус, допустить ошибку, может быть настолько сильным, что именно он, а не стремление к новым знаниям и достижениям, становится доминирующей силой. У хорошистов, напротив, мотивация боязни неудач, вероятно, связана с накопленным негативным опытом, низкой самооценкой и страхом перед критикой и осуждением.

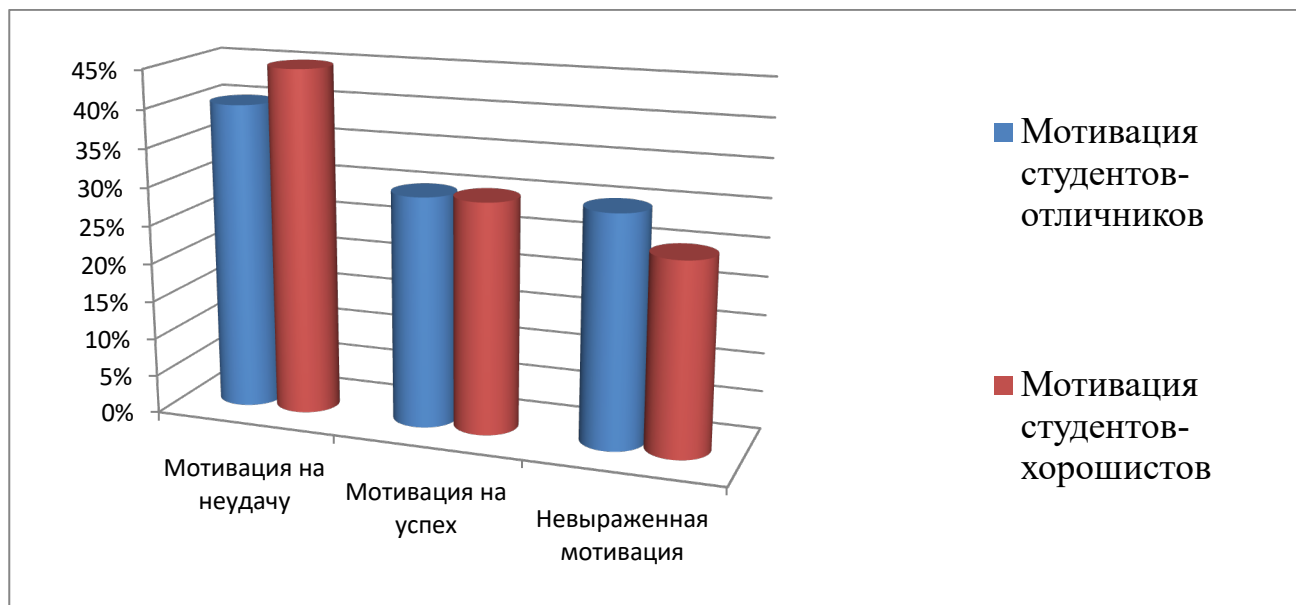


Рис. 3. Процент респондентов в подгруппе студентов-отличников и студентов-хорошистов с разной мотивацией в учебной деятельности

Таблица 2

Статистическая оценка различий в мотивации учебной деятельности студентов-отличников и студентов-хорошистов

Шкала	Студенты-отличники	Студенты-хорошисты	U-критерий	Уровень значимости
Мотивация учебной деятельности	10,25	7,25	132	$0,01 \leq p \leq 0,05$

Значимые различия в мотивации учебной деятельности у студентов-отличников и студентов-хорошистов существуют. То есть, уровень мотивации учебной деятельности у студентов-отличников значительно выше, чем у студентов-хорошистов.

Далее, мы провели методику В. Юркевича «Определение уровня познавательной потребности».

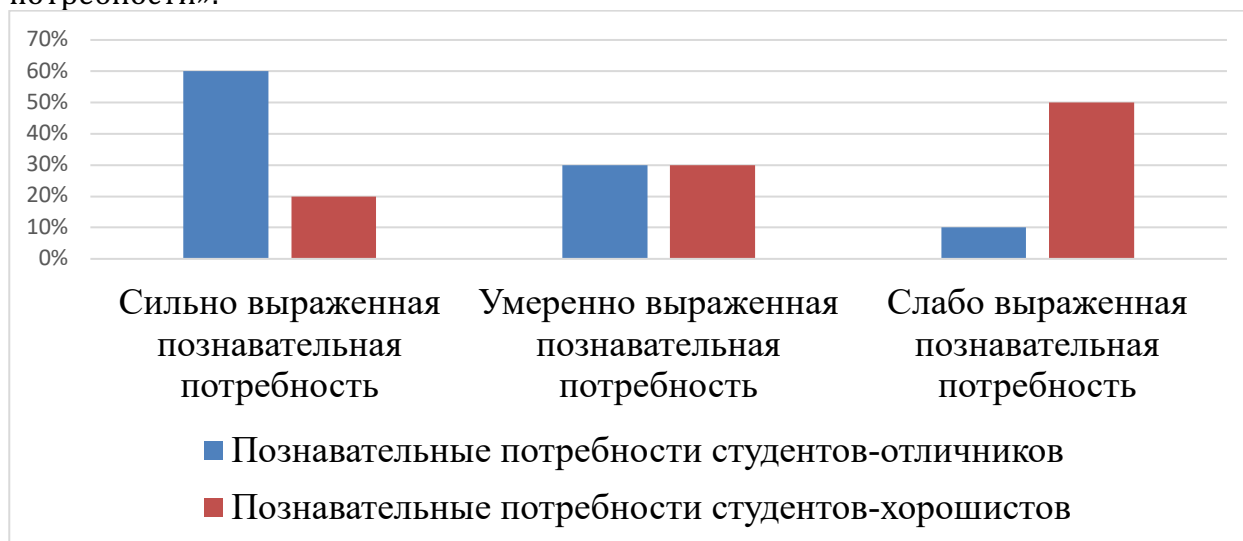


Рис. 5. Процент респондентов в подгруппе студентов-отличников и студентов-хорошистов с разным уровнем познавательной потребности

В подгруппе студентов-отличников у большинства опрошенных замечена сильно выраженная познавательная потребность. В подгруппе студентов-хорошистов у большинства респондентов слабо выраженная познавательная потребность, что говорит о том, что обучение их не слишком сильно интересуется.

Таблица 3

Статистическая оценка различий в уровне познавательной деятельности студентов-отличников и студентов-хорошистов

Шкала	Ср. знач. в подгруппе студентов-отличников	Ср. знач. в подгруппе студентов-хорошистов	U-критерий	Уровень значимости
Уровень познавательной деятельности	16,25	12,4	97,5	$p \leq 0,01$

Значимые различия в уровне познавательной деятельности между студентами-отличниками и студентами-хорошистами действительно существуют. Уровень познавательной деятельности у студентов-отличников значительно выше, чем у студентов-хорошистов. Отличники, в отличие от хорошистов, более активно интересуются учебой и стремятся познать как можно больше новой информации.

Таким образом, наша гипотеза подтвердилась. Некоторые отличия в уровне учебной мотивации студентов-психологов с различной успеваемостью действительно существуют.

Мы видим дальнейшую перспективу применения данных нашего исследования на практике в школе и вузах, дабы поспособствовать формированию высокого уровня мотивации к обучению и интереса к познанию нового у людей всех возрастов, вне зависимости от уровня академической успешности.

Список литературы

1. Горбач, Н. С. Мотивация в психологии: история и современное состояние проблемы / Н. С. Горбач. — Текст : непосредственный // Молодой ученый. — 2021. — № 3 (345). — С. 42-44. — URL: <https://moluch.ru/archive/345/77509>.
2. Теория поля в социальных науках [Текст] / Курт Левин ; [пер. Е. Сурпина]. - Санкт-Петербург: Речь, 2000. - 364 с.
3. Вилюнас, В. К. Теория деятельности и проблема мотивации // А. Н. Леонтьев и современная психология. - М.: Изд-во МГУ, 1983. - С. 191-200
4. Подласый И. П. Педагогика: 100 вопросов - 100 ответов: учеб. пособие для вузов/ И. П. Подласый - М.: ВЛАДОС-пресс, 2004. - 365 с.
5. Мильман В. Э. «Мотивация и творчество» / В.Э. Мильман. - М.: «Мирейя и Ко », 2005 г. - 165 с.
6. Васильев И.А., Магомед-Эминов М.Ш. Мотивация и контроль за действием, М., Изд.МГУ, 2021.
7. Леонтьев А.Н. Потребности, мотивы и эмоции. Конспект лекций. / А.Н. Леонтьев. М., 2016.
8. Ильин Е.П. Мотивация и мотивы / Е.П. Ильин. - СПб.: Питер, 2020.
9. Самбикина О. С., Жданова С. Ю. Генезис индивидуального стиля учебной деятельности субъектов образования // Гуманитарные исследования. Педагогика и психология. 2020. №4.

10. Чистяков А. В. Стили обучения и повышение эффективности учебной деятельности // Вестник Московского государственного лингвистического университета. Образование и педагогические науки. 2021. №3 (840).

Features of motivation for learning among students majoring in educational psychology with different levels of academic performance

Fedorova S.I.,¹ Fedorova E.N.,² Tyurina L.V.³

¹Ulyanovsk State Agricultural Academy

Ulyanovsk, Russian Federation

²Deputy Head of the V.A. Slastenin Department of Pedagogy and Psychology of Professional Moscow, Russian Federation

³Moscow State Pedagogical University

Moscow, Russian Federation

²e-mail: en.fedorova@mpgu.su

³e-mail: lika.tyurina.01@bk.ru

Abstract

The article is devoted to the study of the characteristics of motivation for learning among students majoring in educational psychology with different levels of academic performance.

The relevance of the research topic lies in the fact that motivation is very important in any human activity. In the modern educational space, motivation to learn is one of the key factors determining the academic success and professional development of students. This is especially true for future psychologists whose professional activities are directly related to understanding human behavior.

The results of the study confirm the need to stimulate a more stable motivation of learning activities among people of different ages, which will allow them to achieve higher performance in the future.

Keywords: *motivation, motivation to study, student performance, features of student motivation.*

Для заметок

НАУЧНОЕ ИЗДАНИЕ
НАУЧНЫЙ СПЕКТР

№3 2026

www.sciencespectrum.ru

Реестровая запись от 15.07.2025 серия ПИ № ФС77-89760

Подписано в печать 25.04.2026 Формат А4. Печать цифровая.
Дата выхода в свет 25.04.2026

3,5 усл.печ.л. 3,9 уч.изд.л. Тираж 100 экз. Заказ 102.

Учредитель: АО "Черное зеркало":

420104, Республика Татарстан, г. Казань, ул. Рихарда Зорге, д. 60

Адрес редакции, издательства, типографии – АО "Черное зеркало":
420104, Республика Татарстан, г. Казань, ул. Рихарда Зорге, д. 60

Цена - договорная

© АО "Черное зеркало"

mail@sciencespectrum.ru

Отпечатано с готового оригинал-макета

АО "Черное зеркало"