Межвузовский
международный конгресс

ВЫСШАЯ ШКОЛА:
НАУЧНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ



Коллектив авторов

Сборник научных статей по итогам работы

Межвузовский международный конгресс

ВЫСШАЯ ШКОЛА: НАУЧНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

Том 2

Москва, 2025

ББК 65
В42



Высшая школа: научные исследования. Материалы Межвузовского международного конгресса (г. Москва, 13 ноября 2025 г.). Том 2/ Отв. ред. Д.Р. Хисматуллин. – Москва: Издательство Инфинити, 2025. – 161 с.

В42

DOI 10.34660/conf.2025.63.70.025

Сборник составлен по итогам работы Межвузовского научного конгресса. Включает в себя доклады российских и зарубежных представителей высшей научной школы, в которых рассматриваются современные научные тенденции, новые научные и прикладные решения в различных областях науки, практика применения результатов научных разработок. Служит инструментом обмена опыта научных работников, апробации исследований путем их публичного обсуждения.

Предназначено для научных работников, профессорско-преподавательского состава, соискателей ученой степени и студентов вузов.

ББК 65

© Издательство Инфинити, 2025
© Коллектив авторов, 2025

СОДЕРЖАНИЕ

МЕДИЦИНСКИЕ НАУКИ

Исмаилов У. С., Абдурахманов Ш. Ш., Мадатов К. А.
Возможности малоинвазивных технологий при ранних послеоперационных осложнениях в билиарном тракте 7

Ассесорова Ю. Ю., Садикова Ш. Э., Мадатов К. А.
Цитогенетические аспекты диагностики и мониторинга течения острых миелоидных лейкозов (обзор литературы) 13

Мухитдинова Х. Н., Бахранов Б. И., Мухторов Ф. Ш., Саноев Ф. Р.
Особенности медикаментозной терапии при пневмонии, осложненной острой церебральной недостаточностью у детей в возрасте 7,1-18 лет 20

Черняховский О. Б., Черняховский Н. О., Бусыгина Ж. С.
Применение низкоинтенсивной ударно-волновой терапии при стрессовом недержании мочи 29

Гребенюк А. А.
Модель “Пи” в клинической перформ-терапии: опыт применения 40

Шамилов М. Д., Бортник А. Е., Макарочкин С. А., Хабибулина М. М.
Искусственный интеллект в терапевтической практике: перспективы и вызовы 50

Амангельдыев А.А., Улукбеков А.У.
МРТ оценка в диагностике рака мочевого пузыря 59

Макимбетова Ч.Э., Кожомбердиев Б.А.
Изменчивость сердечного ритма в практике онкогинекологии 66

Мустафаева М. Б., Мустафаев Ж. С.
Оценка санитарно-гигиенического состояния в низовьях реки Сырдарьи .. 72

ХИМИЧЕСКИЕ НАУКИ

Бобыренко Юрий Яковлевич
Гидратированные одно зарядные комплексы переходных элементов IV периода в компьютерном боксе 84

ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

Хисамов Ф. Г.
Организация системы скрытой связи при переходе к сетецентрическому управлению войсками и оружием 89

Васильев П. В., Медведев А. Э.
Создание аудиовизуального медиа-контента 3D сцен с использованием искусственного интеллекта 94

Макаров А. В.
Метод, модель и алгоритм оценки ресурсов нефтегазовых месторождений... 100

Инь Б.
Технологии виртуальной реальности в дизайне музейных экспозиций: проблемы и пути решения..... 109

БИОЛОГИЧЕСКИЕ НАУКИ

Акмурадов А., Пердаева А. М.
Эколого-биологические особенности и компонентный состав лекарственные растения Ероюландуза..... 115

Мельников Ю. И.
Новые и малочисленные виды птиц Восточной Сибири
(вторая половина XX - начало XXI столетий). Ржанкообразные 123

Миронюк И. С., Якушина А. В., Дорош Н. В.
Динамика артериального давления крыс под влиянием курсового введения координационных соединений ацетилсалициловой кислоты в условиях экспериментального стресса 150

DOI 10.34660/INF.2025.46.53.054
УДК: 616.381-002-031.81-002.3-089.81-089.168

ВОЗМОЖНОСТИ МАЛОИНВАЗИВНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ПРИ РАННИХ ПОСЛЕОПЕРАЦИОННЫХ ОСЛОЖНЕНИЯХ В БИЛИАРНОМ ТРАКТЕ

Исмаилов Уктам Сафаевич
доктор медицинских наук, профессор
Абдурахманов Шодиёр Шавкатович
ассистент
Мадатов Курбонбой Аминбоевич
PhD, старший преподаватель
Ташкентский государственный медицинский университет,
г. Ташкент, Узбекистан

Аннотация. ***Цель:*** *улучшение результатов лечения за счёт рационального применения малоинвазивных методов диагностики и лечения ранних осложнений после хирургических вмешательств на желчных путях.* ***Материал и методы:*** *на обследовании и лечении в многопрофильной клинике Центра повышения квалификации медицинских работников г. Ташкента находились 92 пациента с билиарными осложнениями. Контрольную группу составили 48 (52,2%) пациентов с различными осложнениями хирургии желчных путей, в комплексном лечении которых использовались стандартные общепринятые подходы (2010-2016 гг.) В основную группу включены 44 (47,8%) больных, у которых алгоритм проведения диагностических и лечебных мероприятий основывался на принципах программы ускоренного восстановления (TQD), а в качестве основных методов хирургического лечения использовались малоинвазивные хирургические вмешательства (после 2016 г.). Женщин в основной группе было 28 (63,6%), мужчин – 16 (36,4%), в контрольной соответственно 31 (64,6%) и 17 (35,4%).* ***Результаты:*** *после проведения миниинвазивных хирургических вмешательств количество послеоперационных осложнений уменьшилось с 16 (33,3%) до 3 (6,8%), а продолжительность пребывания больных в стационаре сократилась с 15,8±2,32 до 8,41±0,32 дня. Послеоперационная летальность снизилась с 12,5 до 2,3%.* ***Выводы:*** *полученные результаты свидетельствуют о целесообразности применения у пациентов с билиарными осложнениями миниинвазивных хирургических вмешательств.*

Ключевые слова: *желчный свищ, перитонит.*

Введение. При всех достижениях современной хирургии у значительной части пациентов операции, связанные с возникновением послеоперационных абдоминальных осложнений, выполняются поздно, а иногда и необоснованно. Это во многом связано с тем, что объективные критерии, возникающие в раннем послеоперационном периоде, часто затушевываются на фоне интенсивного лечения в отделениях реанимации и анестезиологии, особенно после обширных операций открытым доступом, что приводит к размытости клинической картины осложнений [1, 2, 4, 5].

Немаловажную роль играют и субъективные факторы послеоперационного периода, в частности, негативное отношение пациента и хирурга к повторному вмешательству [3, 6, 7].

Несмотря на значительный положительный опыт первоначальных исследований в этой области, остается много нерешенных вопросов. Так, не разработаны оптимальные критерии диагностики и выбора метода лечения ранних послеоперационных осложнений, не отражены непосредственные и отдаленные последствия применения малоинвазивных технологий. Кроме того, на сегодняшний день существует точка зрения о сомнительности применения этих методов в клинической практике и нецелесообразности использования дорогостоящих технологий. Все эти обстоятельства определяют актуальность изучаемого вопроса и необходимость нашего научного исследования.

Цель исследования. Улучшение результатов лечения ранних послеоперационных осложнений билиарного тракта за счет рационального применения малоинвазивных методов диагностики и лечения.

Материалы и методы. В основу исследования положен анализ результатов обследования и лечения 92 больных с билиарными осложнениями в раннем послеоперационном периоде после различных операций на желчных протоках, находившихся на лечении в многопрофильной клинике Центра развития профессиональной квалификации медицинских работников г. Ташкента.

Для решения исследовательских задач, направленных на разработку новой лечебно-диагностической тактики с учетом современных тенденций в развитии экстренной хирургии, больные были разделены на две группы. В I группу (контрольная группа - больные с 2010 по 2016 гг.) вошли 48 (52,2%) больных с различными осложнениями операций на желчных протоках, при комплексном лечении которых использовались стандартные общепринятые подходы. Во вторую группу (основная группа - пациенты после 2016 года) вошли 44 (47,8%) больных, у которых алгоритм проведения лечебно-диагностических мероприятий основывался на принципах программы ускоренного выздоровления, а в качестве основных методов хирургического лечения использовались малоинвазивные хирургические вмешательства.

Женщины в основной группе составили 28 (63,6%), мужчины - 16 (36,4%), в контрольной группе этот показатель составил 31 (64,6%) и 17 (35,4%) соответственно (χ^2=0,0089; p=0,92). Соотношение женщин и мужчин 2/1, что соответствует средним статистическим данным заболеваемости острым калькулезным холециститом (ОКХ). Возраст пациентов варьировал от 21 до 81 года, средний возраст составил 51,2±13,8 лет в основной группе и 49,7±9,72 лет в контрольной группе (t=0,09; df=90; p=0,93). Сравниваемые группы репрезентативны по полу и возрасту (p>0,05). Статистический анализ полученных результатов проводился с использованием статистического пакета Statistica 8.

Результаты и обсуждение. По экстренным показаниям оперировано 48 больных с послеоперационным желчным перитонитом. Эти пациенты составили контрольную группу. Клинико-лабораторные и инструментальные признаки послеоперационного желчного перитонита (n=38), гемоперитонеума (n=8), желчного перитонита и гемоперитонеума (n=2) служили показаниями к экстренной операции. В этой группе послеоперационный желчный перитонит развился у 11 пациентов после недостаточности культи пузырного протока, у 4 пациентов после недостаточности билиодигестивного анастомоза, у 6 пациентов из-за аберрантных желчных протоков в ложе желчного пузыря и у 17 пациентов после травм холедоха (n=7) и различных дренирований (Кер-7, Пиковский-3). У 2 больных как кровотечение, так и желчный перитонит были вызваны недостаточностью билиодигестивного анастомоза. Причинами кровотечений в желчных путях у 8 пациентов были кровотечения из артерии желчного пузыря (n=6) и брюшной стенки (2).

У 9 больных, оперированных открытым способом по поводу желчного перитонита, во время операции были выявлены множественные межкишечные абсцессы. Бактериологический анализ их содержимого показал наличие инфекции - St. aureus и E. coli во всех случаях. 25 больным выполнено наружное дренирование полости абсцесса и дренирование брюшной полости с помощью двухпросветных дренажных трубок с активным проточно-аспирационным лаважем.

Вероятность ликвидации послеоперационного желчного перитонита за одно оперативное вмешательство была высокой в 25% случаев, для послеоперационной деконтаминации мы использовали метод проточно-аспирационной фракционной промывки брюшной полости. Тяжесть перитонита не позволяла получить быстрый результат от одной операции, а в 60% случаев применялась стратегия плановых санаций с целью деконтаминации брюшной полости.

Из 48 больных этой группы у 43 применена активная и у 5 - активно-выжидательная хирургическая тактика.

Необходимость проведения наружного дренирования у этих больных обусловлена тяжелым состоянием группы больных, интоксикацией, связанной с продолжающимся поступлением желчи и содержимого тонкой кишки. Поскольку значительная концентрация желчи в экссудате существенно снижает вероятность отделения патологического содержимого из свободной брюшной полости, при выборе метода дренирования предпочтение отдавали методу дренирования с активной аспирацией. Отдельное дренирование участков вскрытых межкишечных абсцессов не проводилось. Однако в течение 24 часов в полость малого таза устанавливали дренаж, так как поступление желчи в брюшную полость вызывало значительную химическую экссудацию в темпе, превышающем аспирационные возможности брюшины.

В раннем послеоперационном периоде 6 больных повторно оперированы на 2, 3, 5, 6 сутки после первой операции. Показанием к релапаротомии явилось появление перитонеальных симптомов у 3 больных, коллапса со снижением уровня гемоглобина у 2 больных.

При повторных операциях у всех больных отмечалось полное закрытие дренажной полости некротическими массами и вытекание гнойного экссудата из бокового дренажа в свободную брюшную полость. У 2 больных на 3-4 сутки после операции при билиарном дренировании отмечался рецидив желчеистечения из раны печени в месте проведения чрескожного чреспеченочного дренирования желчных путей.

После удаления дренажей у 3 больных сформировались наружные желчные свищи. При этом у 2 больных свищи закрылись самостоятельно, и только у одного потребовалось иссечение полости абсцесса вместе со свищевым ходом.

Частота и характер послеоперационных осложнений у больных контрольной группы после наружного лапаротомного дренирования представлены ниже.

Всего в контрольной группе умерло 6 (12,5%) больных. Причиной смерти 3 пациентов стал абдоминальный сепсис. 2 пациента умерли от острой сердечно-сосудистой недостаточности на фоне анемии и интоксикации, 1 - от прогрессирующей печеночно-почечной недостаточности.

Однако сравнить группы по проведенным операциям невозможно. Это связано с тем, что в контрольной группе операции проводились с лапаротомиями (за исключением 3 пациентов под активным наблюдением), в то время как в основной группе пациентов во всех случаях применялись миниинвазивные методы. Это, в свою очередь, сократило продолжительность пребывания больных в стационаре (8,41±0,32 дня в основной группе, 15,8±2,32 дня в контрольной группе) на 53% ($t=3,16$; $df= 49$; $p=0,003$).

Сравнение больных по послеоперационным осложнениям показало, что в основной группе осложнения наблюдались у 3 (6,8%) больных. Этот по-

казатель в контрольной группе составил 16 (33,3%) больных. Очевидно, что послеоперационные осложнения в основной группе достоверно снизились почти в 5 раз по сравнению с контрольной группой ($\chi 2=9,85$; $p=0,002$).

В то же время при сравнении показателей смертности в группах, в основной группе умер 1 (2,3%) пациент. Этот показатель в контрольной группе составил 6 (12,5%). Следовательно, смертность снизилась с 12,5% до 2,3% (на 10%) ($\chi^2=3,4$; $p=0,032$).

Билиарные осложнения после операций на желчных путях возникали при недостаточности культи желчного протока, недостаточности билиодигестивного анастомоза, аберрантных желчных протоках в ложе желчного пузыря, травмах холедоха и различных дренированиях внепеченочных протоков (по Керу, Пиковскому, Вишневскому) вследствие синдрома Миризи. Кровотечения и желчные перитониты были обусловлены недостаточностью билиодигестивного анастомоза, а также наблюдались изолированные кровотечения из артерии желчного пузыря и брюшной стенки. При этом в контрольной группе из 48 больных у 43 применялась активная и у 5 - активно-выжидательная хирургическая тактика. В этой группе больных применялись релапаротомия, наложение швов на желчный проток, повторное дренирование общего желчного протока, повторное наложение швов при недостаточности билиодигестивного анастомоза, наложение швов на артерию желчного пузыря, реконструктивная операция на холедохе, санация и дренирование брюшной полости. Пациентам основной группы во всех случаях применялись миниинвазивные методы: релапароскопия вследствие недостаточности культи желчного пузыря, повторное наложение клипсы на желчный проток, релапароскопическое закрытое ушивание раны холедоха у больных с повреждениями холедоха, релапароскопическое дренирование холедоха по Керу и Вишневскому с наложением релапароскопического шва на холедох, релапароскопическая санация ложа желчного пузыря у больных с желчеистечением из аберрантных протоков с коагуляцией источника желчеистечения, релапароскопическое повторное дренирование общего желчного протока у больных с желчным перитонитом после дренирования желчных протоков по синдрому Миризи, релапароскопическая санация и дренирование брюшной полости (подпеченочной области и малого таза) у больных с ограниченным желчным перитонитом, релапароскопическая санация и коагуляция при кровотечении из ложа желчного пузыря, релапароскопическая санация при кровотечении из ложа желчного пузыря, чрескожная пункция и дренирование при ограниченном желчеистечении из билиодигестивного анастомоза, а также 5 больным была выполнена ЭРПХГ+ЭПСТ после прекращения желчеистечения по дренажным трубкам.

После проведенных миниинвазивных хирургических вмешательств послеоперационные осложнения уменьшились с 16 (33,3%) до 3 (6,8%)

(χ^2=9,85; p=0,002), длительность пребывания больных в стационаре сократилась с 15,8±2,32 до 8,41±0,32 суток (t=3,16; df= 49; p=0,003). При этом послеоперационная летальность снизилась с 12,5% до 2,3% (10%) (χ^2=3,4; p=0,032). Это указывает на целесообразность применения проведенных миниинвазивных хирургических вмешательств.

Список литературы

1. Аношкин Н.К. Пивкин В.Д. Аношкина Т.Н. Диагностика и лечение желчного перитонита. //Тр.Морд.гос.ун-та им. Н.П. Огарева. Саранск, 2016, с. 12.

2. Бабаев Ф.А. Климов Е.А. Малюга В.Ю. Роль лапароскопии в диагностике в ранних послеоперационных осложнений после вмешательств на органах билиопанкреатодуоденальной зоны // Эндоскопическая хирургия.- 2016.- №.2. 10с.

3. Борисов А.Е. Левин Л.А. Кубачев К.Г. Желчеистечение после лапароскопической холецистэктомии // Эндоскопическая хирургия.- 2018.- №.3.-С. 33-34.

4. A. Garbini et al. La peritonite postoperatori a generalizzeta: Momento d'incontro tra chirugo e rianmatore // Chir.Ital, 1982.-Vol.34.-№6.- P. 972-979.

5. B. Naver et al. Laparoscopic management of acute peritonitis // Acta» Chir. Hung. 2017. - Vol. 32. - P. 301-306.

6. S. Evard et al. Graves complications apres cholcystectomie par coelioscopie: lecons d'hier et d'aujourd'hui. // J.Chir. Paris, 2023.- №. 5- P. 215-217.

7. Wills V., Jorgensen J.O., Hunt D.R. Role of relaparoscopy in the management of minor bile leakage after laparoscopic cholecystecomy // Br. J. Surg., 2010. -V.87.-№.2.-P. 176-180.

DOI 10.34660/INF.2025.23.29.055
УДК: 616.155.392:616.016

ЦИТОГЕНЕТИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ДИАГНОСТИКИ И МОНИТОРИНГА ТЕЧЕНИЯ ОСТРЫХ МИЕЛОИДНЫХ ЛЕЙКОЗОВ (ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ)

Ассесорова Юлиана Юрьевна
доктор медицинских наук, старший научный сотрудник
Республиканский специализированный научно-практический центр гематологии Министерства здравоохранения Республики Узбекистан

Садикова Ширин Эримматовна
Кандидат медицинский наук, младший научный сотрудник
Республиканский специализированный научно-практический центр гематологии Министерства здравоохранения Республики Узбекистан

Мадатов Курбонбой Аминбоевич
PhD, старший преподаватель
Ташкентский государственный медицинский университет

Аннотация. *Статья посвящена литературному обзору цитогенетических аспектов диагностики и мониторинга течения острых миелоидных лейкозов. В статье подробно анализировано характер острого миелоидного лейкоза, его частота распространения, возможности изучения морфологических, иммунологических и молекулярно-генетических характеристик бластных клеток. При этом цитогенетические методы стандартного кариотипирования и флюоресцентной in situ гибридизации позволяют выявить рекуррентные и уникальные хромосомные аномалии, приводящие к изменению структуры и экспрессии окогенов и генов-супрессоров, что имеет диагностическое и прогностическое значение. Современная классификация острого миелоидного лейкоза основана на морфологических, иммунофенотипических и генетических признаках бластных клеток. Выявление генетических маркеров – рекуррентных хромосомных перестроек и генны мутаций – позволяет определить подтип острого миелоидного лейкоза с благоприятным, неблагоприятным и промежуточным прогнозом.*

Ключевые слова: *острый миелоидный лейкоз, мутация, мониторинг, диагностика, цитогенетика.*

Введение. Острый миелоидный лейкоз (ОМЛ) — злокачественное заболевание кроветворной ткани, при котором ранние предшественники гемопоэза прекращают дальнейшую дифференцировку на самых ранних этапах развития. При проведении дифференциального диагноза между ОМЛ и другими злокачественными заболеваниями кроветворной ткани основным критерием является обнаружение более 20 % бластов в костном мозге [1, 4, 5].

ОМЛ является наиболее распространенным злокачественным миелоидным заболеванием у взрослых. При этом значительное количество случаев встречается у пожилого населения [1,2]. Заболеваемость увеличивается с 3,1 случая на 100 тыс. населения в возрасте 50–54 лет до 23,1 случая среди лиц старше 80 лет. В целом по популяции заболеваемость ОМЛ составляет 3,6 на 100 тыс. населения [11, 14]. Пожилой возраст служат независимым фактором неблагоприятного ответа на лечение и прогноза среди пожилых пациентов. Показатель общей пятилетней выживаемости для этой старшей группы пациентов особенно неблагоприятен и часто не превышает 10% [2, 6, 7, 13].

Согласно рекомендациям Международной группы экспертов, наряду с изучением морфологических, иммунологических и молекулярно-генетических характеристик бластных клеток обязательным элементом первичного обследования больных ОМЛ являются цитогенетические исследования [1, 3, 14]. Цитогенетические методы стандартного кариотипирования и флюоресцентной in situ гибридизации (FISH) позволяют выявить рекуррентные и уникальные хромосомные аномалии, приводящие к изменению структуры и экспрессии окогенов и генов-супрессоров, что имеет диагностическое и прогностическое значение.

Этиопатогенез острого миелоидного лейкоза.

Несмотря проведенных множественных исследований в большинстве случаев конкретная причина возникновения ОМЛ остается неизвестной. Несмотря на это существует несколько предрасполагающих факторов, которые увеличивают риск заболевания *de novo*: ионизирующая радиация, химио- и радиотерапии по поводу других опухолей, курение, длительное воздействие на организм бензола и его производных. Данные факторы способны вызывать разрывы ДНК и мутационные изменения генов, а как известно, в основе развития ОМЛ лежат мутации в генетическом материале гемопоэтической клетки. В результате этого происходит изменение процесса транскрипции и экспрессии ряда белков, участвующих в регуляции клеточного цикла. В дальнейшем по причине бесконтрольной пролиферации, блокирования процессов дифференцировки и апоптоза происходит накопление опухолевых (бластных) клеток [7, 9, 14].

Вторичные ОМЛ ассоциированны с применением химиотерапии, и в частности – алкилирующих препаратов, и часто дебютируют с миелодиспластическим синдромом (МДС) с моносомией или частичной делецией хромо-

сом 5 и 7. Этот тип ОМЛ возникает относительно поздно, в среднем через 5–7 лет после лечения первичной опухоли [4].

Классификация острых миелоидных лейкозов на основе генетических маркеров.

Современная классификация ОМЛ основана на морфологических, иммунофенотипических и генетических признаках бластных клеток. Выявление генетических маркеров – рекуррентных хромосомных перестроек и генны мутаций – позволяет определить подтип ОМЛ с благоприятным, неблагоприятным и промежуточным прогнозом. В Международной консенсусной классификации (МКК) 2022 года было обновлено предыдущее пересмотренное четвертое издание классификации ВОЗ, внесены изменения в пороговые значения бластных клеток и генетические категории ОМЛ, а также проведено дальнейшее расширение спектра классификации по цитогенетическим и мутационным профилям ОМЛ [8, 13]. Международная классификация ОМЛ 2022 года (ВОЗ 5-го пересмотра) отказалась от прежней франко-американско-британской (FAB) системы классификации по морфологическим типам и переориентировалась на генетические и молекулярные особенности заболевания [4]. Согласно данной классификации основными категориями являются: ОМЛ с генетическими аномалиями, ОМЛ, связанный с миелодисплазией, вторичные ОМЛ, а также уточненные формы, такие как острый эритроидный лейкоз (ОЭЛ). Каждый из категорий (видов) ОМЛ по включает в себя несколько – подкатегорий (подвидов) описательного характера [9, 10, 11]:

ОМЛ с характерными генетическими изменениями.

- ОМЛ с транслокациями между хромосомами 8 и 21 – t(8;21)(q22;q22) с образованием слитного гена *RUNX1::RUNX1T1*;
- ОМЛ с инверсией хромосомы 16 inv(16)(p13.1q22) или транслокацией t(16;16)(p13.1;q22) с образованием слитного гена *CBFB::MYH11*;
- Острый промиелоцитарный лейкоз с транслокацией между хромосомами 15 и 17 – t(15;17)(q22;q12) с образованием слитного гена *PML::RARA*;
- ОМЛ с транслокацией между хромосомами 9 и 11 – t(9;11)(p22;q23) с образованием слитного гена *MLLT3::MLL*;
- ОМЛ с транслокацией между хромосомами 6 и 9 – t(6;9)(p23;q34) с образованием слитного гена *DEK::NUP214*;
- ОМЛ с инверсией хромосомы 3 – inv(3)(q21q26.2) или транслокацией t(3;3)(q21;q26.2) с образованием слитного гена *RPN1::EVI1*;
- Мегакариобластный ОМЛ с транслокацией между хромосомами 1 и 22 – t(1;22)(p13;q13) с образованием слитного гена *RBM15::MKL1*;
- ОМЛ с мутацией в гене *NPM1*;
- ОМЛ с мутацией в гене *CEBPA*.

ОМЛ с изменениями, связанными с миелодисплазией

❖ **Сложный кариотип** – ОМЛ с множественными (более 3-х) количественных и/или структурных хромосомных аномалий;

❖ **Несбалансированные аномалии;**

• ОМЛ с делецией хромосомы 7 – del(7q);

• ОМЛ с делецией хромосомы 5 – del(5q);

• ОМЛ с несбалансированной перестройкой хромосомы 17 с потерей р-плеча – i(17q)/t(17p);

• ОМЛ с делецией хромосомы 13 – del(13q);

• ОМЛ с делецией хромосомы 11 del(11q);

• ОМЛ с несбалансированной перестройкой хромосомы 12 с потерей р-плеча – del(12p)/t(12p);

• ОМЛ с делецией длинного плеча хромосомы 9 – del(9q);

• ОМЛ с несбалансированной перестройкой хромосомы X – idic(X)(q13);

❖ Сбалансированные аномалии;

• ОМЛ с транслокацией между хромосомами 11 и 16 – t(11;16)(q23;q13.3), не связанная с лечением;

• ОМЛ с транслокацией между хромосомами 3 и 21 – t(3;21)(q26.2;q22.1), не связанная с лечением;

• ОМЛ с транслокацией между хромосомами 1 и 3 – t(1;3)(p36.3;q21.1);

• ОМЛ с транслокацией между хромосомами 2 и 11 – t(2;11)(p21;q23), не связанная с лечением;

• ОМЛ с транслокацией между хромосомами 5 и 12 – t(5;12)(q33;p12);

• ОМЛ с транслокацией между хромосомами 5 и 7 –t(5;7)(q33;q11.2);

• ОМЛ с транслокацией между хромосомами 5 и 17 – t(5;17)(q33;p13);

• ОМЛ с транслокацией между хромосомами 5 и 10 – t(5;10)(q33;q21);

• ОМЛ с транслокацией между хромосомами 3 и 5 – t(3;5)(q25;q34).

ОМЛ и МДС, связанные с предыдущим лечением

Миелоидная саркома

Миелопролиферативные заболевания, связанные с синдромом Дауна

Бластная плазмацитоидная дендритноклеточная опухоль

ОМЛ, не подпадающие под признаки перечисленных подвидов

• Острый миелобластный лейкоз с минимальной дифференциацией

• Острый миелобластный лейкоз без созревания

• Острый миелобластный лейкоз с созреванием

• Острый миеломоноцитарный лейкоз

• Острый монобластный лейкоз и острый моноцитарный лейкоз

• Острый эритроидный лейкоз

• Острый мегакариобластный лейкоз

• Острый базофильный лейкоз

• Острый эозинофильный лейкоз

• Острый панмиелоз с миелофиброзом

Цитогенетические исследования при острых миелоидных лейкозах.

ОМЛ является быстро прогрессирующим заболеванием, поэтому, согласно клиническим рекомендациям MSD Manuals и исследованиям Hadassah Medical Moscow [7, 10, 12], цитогенетическое исследование входит в обязательный план обследования больных и является критически важным анализом, способствующим выбору адекватной терапии и повышению шансов на выздоровление. Цитогенетическое исследование, которое включает как исследование всего кариотипа (кариотипирование), так и использование маркерных ДНК-зондов для анализа FISH, назначается как при первичном обследовании больного с ОМЛ, так и при мониторинге заболевания для выявления хромосомных изменений, включая перестройки, добавление или потерю хромосом. Результаты цитогенетического исследования позволяют верифицировать диагноз и отнести ОМЛ к определенному подтипу, определить прогноз заболевания и предсказать вероятность рецидива и спланировать тактику терапии с подбором наиболее эффективных схем и методов лечения [11, 16].

Цитогенетическое исследование у больных ОМЛ проводится на клетках костного мозга пациента. Принципом кариотипирование (или стандартного цитогенетического исследования – СЦИ) является анализ количества и структуры метафазных хромосом, осуществляемый с помощью светового микроскопа (увеличение х1000) и специальных компьютерных программ после культивирования биоматериала (костного мозга) и получения цитогенетических препаратов с метафазными пластинками. Метод СЦИ дает возможность обнаружить структурные аномалии хромосом, такие как транслокации (обмены фрагментами между хромосомами), делеции (потеря хромосомных фрагментов), дупликации (удвоение участков хромосом) и инверсии (выпадение и обратное встраивание участка хромосомы с поворотом на 180^0).

Флуоресцентная in situ гибридизация (FISH) является цитогенетическим методом с элементами молекулярной генетики, использующим специальные флуоресцентные ДНК-зонды для визуализации и выявления состояния (норма/перестройка) конкретных генов [12]. FISH считается более чувствительным методом по сравнению со СЦИ, поскольку позволяет детектировать изменения на молекулярном уровне, включая криптические перестройки, выходящие за пределы разрешения СЦИ и поэтому невидимые при обычном кариотипировании. Кроме того, FISH может использоваться при мониторинг ответа на лечение для определения минимальной остаточной болезни (МОБ) – наличия после лечения небольшого количества лейкозных клеток с определенной, выявленной при первичном обследовании генетической аномалией (например, t(15;17)), что помогает оценить эффективность терапии и прогнозировать рецидив [15]. Однако существенным ограничением FISH является возможность выявления только тех генетических изменений, для

определения которых в лаборатории имеются соответствующие ДНК-зонды (порядка 10-20 типов зондов), тогда как спектр потенциальных хромосомных аномалий, обнаруживаемых при ОМЛ гораздо шире.

Заключение.

Таким образом, современные классификации выделяют различные подтипы ОМЛ, одним из основных критериев которых являются цитогенетические особенности опухоли. Точное и своевременное выявление цитогенетических маркеров ОМЛ позволяет выделить подтипы заболевания, что решающим образом влияет тактику лечения и выживаемость больных. Одним из важнейших методов первичной диагностики и контроля результатов лечения является цитогенетическое исследование, включающее кариотипирование и FIHS, которые, имея свои преимущества и ограничения, позволяют наиболее точно установить цитогенетический ландшафт лейкозных клонов и отслеживать его изменения в динамике заболевания. Несмотря на внедрение высокотехнологичных современных методов генетических исследований (ПЦР, секвенирование, NGS), анализ хромосомных перестроек не утратил своей значимости в рутинной клинической практике и рекомендуется международными медицинскими организациями, определяющими нормы и стандарты онкогематологии, как обязательное исследование при ведении пациентов с ОМЛ.

Литература

1. Немировченко В.С. Роль вальпроевой и полностью транс-ретиноевой кислот в лечении детей с острыми миелоидными лейкозами. Автореф. дис. ... канд. мед. наук. М., 2014.

2. Румянцев А.Г. Острый миелобластный лейкоз у детей. Перспективы оптимизации лечения (обзор литературы). Российский журнал детской гематологии и онкологии 2017;4(1):30–5. DOI: 10.17650/2311-1267-2017-4-1-30-36.

3. Alaggio R, Amador C, Anagnostopoulos I, Attygalle AD, Araujo IBO, Berti E, et al. The 5th edition of the World Health Organization classification of haematolymphoid tumours: lymphoid neoplasms. Leukemia. 2022;36:1720–48.

4. Alduaij W., C. J. McNamara, A. Schuh, et al., "Clinical Utility of Next-Generation Sequencing in the Management of Myeloproliferative Neoplasms: A Single- Center Experience," Hema 2, no. 3 (2018): e44.

5. Choi HJ, Kim HR, Shin MG, Kook H, Kim HJ, Shin JH, et al. Spectra of chromosomal aberrations in 325 leukemia patients and implications for the development of new molecular detection systems. J Korean Med Sci. 2011;26:886–92.

6. Gupta V., J. A. Kennedy, J. M. Capo- Chichi, et al., "Genetic Factors Rather Than Blast Reduction Determine Outcomes of Allogeneic HCT in BCR-

ABL- Negative MPN in Blast Phase," Blood Advances 4, no. 21 (2020): 5562–5573.

7. Jeon SJ, Park JH, Lim H, Won EJ, Choi H, Choi HJ, et al. First case of ETV6-RUNX1 fusion in adult de novo acute myeloid leukemia detected using targeted RNA sequencing. Ann Lab Med. 2023;43:92–5.

8. Kayser S., D. Martínez- Cuadrón, R. Rodriguez- Veiga, et al., "Impact of Trisomy 19 on Outcome According to Genetic Makeup in Patients With Acute Myeloid Leukemia," Haematologica 108, no. 8 (2023): 2059–2066.

9. Kim HY, Shin S, Lee JM, Kim IS, Kim B, Kim HJ, et al. TP53 mutation status in myelodysplastic neoplasm and acute myeloid leukemia: impact of reclassification based on the 5th WHO and International Consensus Classification criteria: a Korean multicenter study. Ann Lab Med. 2025;45:160–9.

10. Lazarevic V. L., A. Rosso, G. Juliusson, et al., "Incidence and Prognostic Significance of Isolated Trisomies in Adult Acute Myeloid Leukemia: A Population-Based Study From the Swedish AML Registry," European Journal of Haematology 98, no. 5 (2017): 493–500.

11. Park C, Yoon J, Jang M, Lee JY, Kim H, Kim M, et al. Revision of laboratory testing guidelines for the diagnosis of hematologic neoplasms based on the 5th edition of the World Health Organization classification and International Consensus Classification. Lab Med Online. 2025;15:105–18.

12. Park EH, Lee H, Won YJ, Ju HY, Oh CM, Ingabire C, et al. Nationwide statistical analysis of myeloid malignancies in Korea: incidence and survival rate from 1999 to 2012. Blood Res. 2015;50:204–17. doi: 10.5045/br.2015.50.4.204. [DOI] [PMC free article] [PubMed] [Google Scholar]

13. Thomas M., M. A. Sukhai, T. Zhang, et al., "Integration of Technical, Bioinformatic, and Variant Assessment Approaches in the Validation of a Targeted Next- Generation Sequencing Panel for Myeloid Malignancies," Archives of Pathology and Laboratory Medicine 141, no. 6 (2017): 759–775.

14. Yun J. Reclassification of acute myeloid leukemia according to the 2022 World Health Organization classification and the International Consensus Classification using open-source data. Ann Lab Med. 2025;45:170–7.

15. Zhang Z., C. Fu, Y. Sun, et al., "High Hyperdiploid Karyotype With ≥ 49 Chromosomes Represents a Heterogeneous Subgroup of Acute Myeloid Leukemia With Differential TP53 Mutation Status and Prognosis: A Single- Center Study From China," Annals of Hematology 103, no. 7 (2024): 2337–2346.

16. Zhao D., E. Eladl, M. Zarif, et al., "Molecular Characterization of AML-MRC Reveals TP53 Mutation as an Adverse Prognostic Factor Irrespective of MRC- Defining Criteria, TP53 Allelic State, or TP53 Variant Allele Frequency," Cancer Medicine 12, no. 6 (2023): 6511–6522.

DOI 10.34660/INF.2025.85.88.056

ОСОБЕННОСТИ МЕДИКАМЕНТОЗНОЙ ТЕРАПИИ ПРИ ПНЕВМОНИИ, ОСЛОЖНЕННОЙ ОСТРОЙ ЦЕРЕБРАЛЬНОЙ НЕДОСТАТОЧНОСТЬЮ У ДЕТЕЙ В ВОЗРАСТЕ 7,1-18 ЛЕТ

Мухитдинова Хура Нуритдиновна
доктор медицинских наук, профессор
Центр развития профессиональной квалификации медицинских работников
Бахранов Ботир Ибрагимович
заведующий отделением
Детский многопрофильный медицинский центр Навоийской области
Мухторов Фаррух Шавкатович
анестезиолог реаниматолог
Детский многопрофильный медицинский центр Навоийской области
Саноев Ферузжон Ризоевич
анестезиолог реаниматолог
Детский многопрофильный медицинский центр Навоийской области

Аннотация. *Интенсивная терапия тяжелой пневмонии, осложненной ОЦН в возрасте 7,1-18 лет с применением механической респираторной поддержки (МРП) нивелирует отрицательное влияние седативных препаратов на центральную регуляцию дыхания, уменьшает степень выраженности гипердинамической реакции центральной и периферической гемодинамики на инфекцию и уменьшает риск развития вызванных ею осложнений. Во 2 группе детей выявлено увеличение наклонности к гипердинамической реакции гемодинамики в ответ на уменьшение антибиотикотерапии, что подтверждало сохранение физиологической направленности компенсаторных реакций в ответ на инфекцию в условиях ИВЛ. Чем тяжелее было состояние больных, тем более была показана протеинокоррекция.*

Ключевые слова: *терапия острой церебральной недостаточности, пневмония, дети.*

Актуальность. Доказано, что внутричерепная гипертензия при острой церебральной недостаточности (ОЦН) приводит к нарушению нейрогумо-

ральных регуляторных процессов и вегетативных функций, а также к срыву компенсаторных механизмов, существенно снижая адаптивные возможности растущего организма детей. «Нейрогенная» органная дисфункция требует от клиницистов проведения базового мониторинга витальных параметров, комплекса мер профилактики и терапии нейрогенных осложнений. Органные повреждения, развиваются вследствие медиаторного шторма на фоне тяжелого церебрального повреждения острой системной воспалительной реакцией (ОСВР) и не являются специфичными для ОЦН. Острое церебральное повреждение, сопровождающееся картиной ОЦН, часто приводит к нейрогенной активации симпатергической системы и развитию катехоламинового шторма. Гиперкатаболизм, развивающийся вследствие этого, ведет к развитию нутритивного дефицита с отрицательным азотным балансом и потерей мышечной массы. Активация симпатоадреналовой системы снижает интестинальный кровоток и приводит к ишемии кишечника, которая в первую очередь повреждает наиболее метаболически-активный кишечный эпителий с его некрозом. Кишечное повреждение усиливается воздействием медиаторов воспаления, в частности, фактора некроза опухоли. Неблагоприятным следствием повреждения эпителия является мальабсорбция нутриентов и транслокация интестинальной микробиоты, при этом последняя может наблюдаться на ранних стадиях нейрогенного интестинального повреждения. Чрезмерная церебральная активация симпатоадреналовой системы способствует сокращению селезенки, имеющей преимущественно симпатергическую иннервацию, что сопровождается выбросом нейтрофилов и повышением концентрации сывороточных провоспалительных цитокинов. В дальнейшем, спустя 3-5 дней, происходит трансформация фазы активации иммунной системы в стадию иммунодепрессии, характеризующейся синтезом противовоспалительных цитокинов и снижением количества лейкоцитов. Имеется предположение, что иммунодепрессия может играть важную роль в снижении тяжести нейровоспаления, повреждения гематоэнцефалического гормона и вторичного церебрального повреждения. Вместе с тем фаза иммунодепрессии может играть неблагоприятную роль в развитии гнойно-септических осложнений, отягощающих течение ОЦН.

Головной и спинной мозг имеют наибольшие запасы фактора активации тромбоцитов, и при гипоксическом, ишемическом, либо травматическом поражении головного мозга происходит 20-кратное возрастание его концентрации. И гиперкоагуляция, и гипокоагуляция являются факторами вторичного церебрального повреждения, усиливающего первичное. Обильные микротромбозы в церебральном кровотоке ведут к прогрессированию ишемии головного мозга, в то время как гипокоагуляционное состояние опасно геморрагическими осложнениями, как внутримозговыми со сдавлением паренхимы головного мозга, так и внечерепными с развитием геморраги-

ческого шока, сопровождающегося церебральной ишемией [1-4]. В связи с недостаточностью данных по исследованию ОЦН у детей нами предпринята попытка несколько расширить представления о влиянии комплексной интенсивной терапии, на формирование компенсаторных связей у детей в возрасте 7,1-18 лет.

Цель работы. Изучить и выявить особенности медикаментозной терапии при острой церебральной недостаточности у детей в возрасте 7,1-18 лет.

Материал и методы исследования. Изучены результаты непрерывного пролонгированного мониторирования с почасовой регистрацией температуры тела, параметров гемодинамики, дыхания у детей, поступивших в ОРИТ РНЦЭМП в критическом состоянии обусловленном инфекцией, осложнившейся дыхательной, острой церебральной недостаточностью в возрасте 7,1-18 лет. Интенсивная терапия проводилась согласно рекомендациям в соответствующих клинических протоколах. В 1 группу объединены 8 детей (средний возраст составил 13±3 лет) , у которых при поступлении в клинику и на протяжении интенсивной терапии отсутствовали показания для механической респираторной поддержки, что не исключало проведение оксигенотерапии. Все пациенты 2 группы (8 детей) в возрасте 12,6±2,6 лет с момента поступления в клинику по показаниям былина ИВЛ. В обеих группах мальчики составили 82% (7 из 8).Из 8 детей 1 группы старше 7,1 лет 7 были мужского пола и 1 девочка,8 детей во 2 группе, из них 1 девочка, то есть пациенты мужского пола составили в каждой группе по 88% .

Факторами отягощающими общее состояние больных в 1 группе оказались тяжелая пневмония, наблюдавшаяся у 88% (7), ОСН 1-2А степени 50% (4), ОДН 1-2 степени у 75% (6) детей . В то время как во 2 группе тяжесть состояния и необходимость протезирования внешнего дыхания оказалась у детей в связи с тяжестью пневмонии у 100% (8), вторичной энцефалопатией в 100% (8),ОДН 2-3 степени 87% (7),ОСН 2 АБ ст. в 75% (6), судорожном синдроме 37% (3). В целом наиболее тяжелые патологические состояния, явившиеся осложнением основного заболевания наблюдались во 2 группе. Это тяжелые осложненные пневмонии, составившие в целом от изучаемой когорты больных 50%, вторичная энцефалопатия ,осложненная комой 1-2 степени (50%), судорожным синдромом (36%), ОДН 42%, ОСН – 36%.

Результаты и их обсуждение. В условиях, когда в составе комплексной интенсивной терапии, включая ИВЛ у детей в возрасте старше 7,1 лет с тяжелой осложненной ОДН, ОЦН пневмонией общий суточный объем вводимой жидкости был увеличен более чем в 2 раза, количество вводимых внутривенно растворов оказался больше в 8 раз, чем в 1 группе выявлено положительное влияние ИВЛ, оказывавшей стресслимитирующее влияние на параметры гемодинамики, вегетативную регуляцию, потребность миокарда в кислороде, терморегуляцию при ОЦН по шкале Глазго 6,5±1 баллов. В

таблице 1 представлена медикаментозная терапия, которая во 2 группе несколько отличалась в первые 7 суток достоверно значимым увеличением введения седативных средств, включая мышечные релаксанты более чем в 6 раз, чем в 1 группе ($p<0,05$). Кратность введений в сутки комплекса обезболивающих, транквилизаторов, снотворных препаратов в 1 группе составило 1,0±0,4, во 2 группе 6,9±1,1. При этом на протяжении всей продолжительности интенсивной терапии в ОРИТ существенных различий в объеме седативной терапии в рассматриваемых группах не обнаружено. Сравнительно больший объем метаболитной коррекции, включающей витамины в первые 7 суток во 2 группе превышало введение в 1 группе почти в 6 раз, ноотропные средства в 2,5 раза, что можно объяснить попыткой повышения биохимической детоксикации, коррекцию острой митохондриальной недостаточности в связи с более выраженным нарушением функции ЦНС, сравнительно более тяжелым общим состоянием детей, повышенным риском развития полиорганной недостаточности (ПОН), нуждавшихся в механической респираторной поддержке. В объеме антибиотикотерапии, введении противовоспалительных (НПВС,гормоны), антикоагулянта, сосудорасширяющих существенных различий не выявлено. В первую неделю интенсивной терапии диуретическая терапия в 1 группе превышала, чем во 2 группе в 2 раза ($p<0,05$), что объясняется необходимостью достижения противоотечного эффекта при остром отеке головного мозга у детей 1 группы, когда достаточная эффективность метода позволила органичиться консервативными методами лечения осложненной пневмонии.

Таблица 1

Медикаментозное лечение

Группы	Седативная	Противовосп	А/Б	Гепарин	Сосудорасш	Витамины С,В	Ноотропы	Диуретики
1 (7 дней)	1,0±0,4	2,1±0,3	3,9±0,6	2,8±0,3	1,1±0,4	0,3±0,2	0,4±0,1	0,8±0,4
2 (7 дней)	6,9±1,1*	2,3±0,2	3,9±0,6	2,6±0,4	1,3±0,2	1,8±0,4*	1,0±0,2*	0,4±0,1
1 (19 дн)	3,3±1,7	2,3±0,6	3,7±0,7	2,8±1,1	0,6±0,5	0,4±0,3	1,0±0,6	0,1±0,0
2 (35 дн)	4,0±3,2	1,5±0,6	3,1±1,1	1,8±0,7	0,5±0,3	0,4±0,2	0,2±0,1	0,1±0,0

*-достоверно относительно показателя в 1 группе.

Нутритивная поддержка введением растворов глюкозы, альбумина, гемотрансфузии во 2 группе проводилась значительно активнее, когда имело значение не только исходно тяжелое состояние , но и более расширенные возможности ,которые были созданы проведением ИВЛ у детей 2 группы. Известны такие эффекты ИВЛ, как снижение давления в системе легочной артерии, увеличение емкости сосудисто системы как большого, так и малого кругов кровообращения,что позволяло проведение более радикальной

коррекции неблагоприятных отклонений гемодинамики, вызванных ОДН и ОЦН (таб.2).

Таблица 2

Нутритивная поддержка

Группы	**Ккалор/сут**	**Белки,мл/сут**
1 (7 дней)	0,7±0,2	23±5
2 (7 дней)	41±13	41±21
1 (19 дней)	0,3±0,1	8±6
2 (35 дней)	25±15	16±12

Подробный анализ влияния седативной терапии на параметры гемодинамики позволил обнаружить в 1 группе при увеличении седативной нагрузки достоверно значимое уменьшение ЧД (-0,96), уменьшение УОК (-0,95), уменьшение МОК (-0,59), уменьшение ПАД (-0,52), но при этом отмечена тенденция к повышению ДАД (0,51), и СрАД (0,0,87). То есть стресс лимитирующее влияние седации в 1 группе сопровождалось уменьшением выраженности гипердинамии кровообращения, через уменьшение МОК,УОК,ЧД,ПАД, но при этом обнаружено повышение СрАД и наклонность к повышению ДАД (рис.1). Проведение ИВЛ существенно перестраивало реакцию параметров гемодинамики. Так, обнаружено появление тенденции к снижению СРАД (-0,56), ДАД (-0,43), САД (-0,78), отмечена прямая корреляция изменения седативной нагрузки и динамики температуры тела (0,86) у детей 2 группы. Таким образом, интенсивная терапия тяжелой пневмонии, осложненной ОЦН с применением механической респираторной поддержки (МРП) заметно меняет реакцию параметров гемодинамики на седативную терапию, когда ИВЛ нивелирует отрицательное влияние седативных препаратов на центральную регуляцию дыхания, уменьшает степень выраженности гипердинамической реакции центральной и периферической гемодинамики на инфекцию и уменьшает риск развития вызванных ею осложнений.

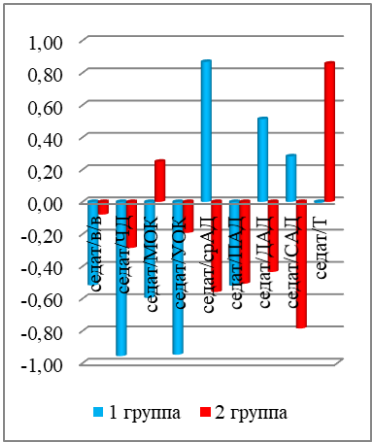

Рисунок 1. *Корреляционные связи седативной терапии.*

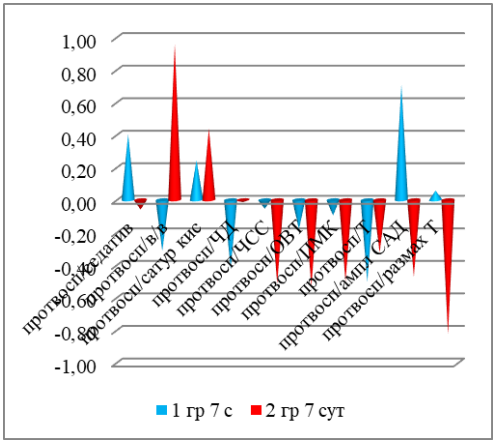

Рисунок 2. *Корреляционные связи противовоспалительной терапии.*

Выявлено прямое положительное влияние противовоспалительных препаратов на амплитуду суточных колебаний САД (0,71). В то время как во 2 группе отмечена прямая корреляционная связь объема противовоспалительной терапии и внутривенной инфузионной коррекции (0,96), тенденция к росту сатурации кислорода (0,44), наклонность к урежению сердечного ритма (-0,52), уменьшению симпатической активности (-0,54), снижение ПМК (-0,5), достоверно значимое уменьшение суточных перепадов температуры тела (-0,83) (рис.2).

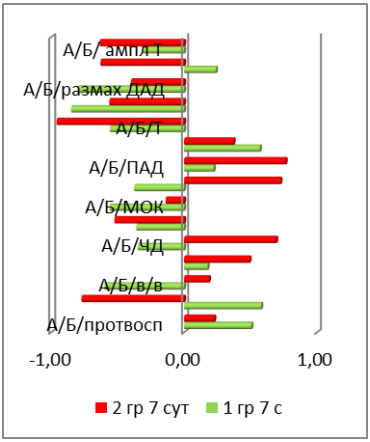

Рисунок 3. *Влияние антибиотикотерапии.*

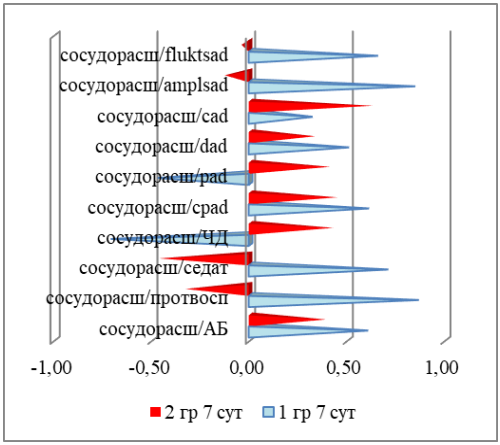

Рисунок 4. *Влияние сосудорасширяющих на гемодинамику.*

Отмечена наклонность прямой связи объема антибиотикотерапии и противовоспалительной коррекции (0,51) , также седативной терапии (0,58),динамики САД (0,57), а также уменьшение внутривенной инфузии при росте введения АБ (-0,6), уменьшение МОК (-0,56), снижение температуры тела (-0,56), уменьшение амплитудыи размаха колебаний ДАД (-0,85 и -0,8, соответственно) в 1 группе (рис.3). Заметно менялась реакция изучаемых нами параметров на введение примерно такого же объема АБ во 2 группе. Так, уменьшение введения АБ сопровождалось необходимостью увеличения антибактериальной терапии (-0,77), наклонностью к тахикардии (-0,52), росту УОК (0,72), увеличению ПАД (0,76), увеличению температурной реакции (-0,96), увеличению амплитуды колебаний САД (-0,63).Выявленное во 2 группе отличие свидетельствовало об увеличении наклонности к гипердинамической реакции гемодинамики в ответ на уменьшение антибиотикотерапии во 2 группе детей, что подтверждало сохранение физиологической направленности компенсаторных реакций в ответ на инфекцию даже в условиях ИВЛ.

В 1 группе обнаружена сильная прямая зависимость введения сосудорасширяющих препаратов и кратности противовоспалительных (0,86), седативных (0,71),при этом значительной оказалась тенденция увеличения антибиотикотерапии (0,6), СрАД (0,61), ДАД (0,5), амплитуды и суточного колебания САД (0,84 и 0,65, соответственно).Благоприятным эффектом было влияние увеличения активация вазоплегической терапии на ЧД (-0,71) (рис.4). Во 2 группе большинство выявленных влияний вазоактивной те-

рапии уменьшались или исчезали полностью, что, по-видимому, связано с более радикальным воздействием осуществления ИВЛ и более тяжелым состояниям пациентов.

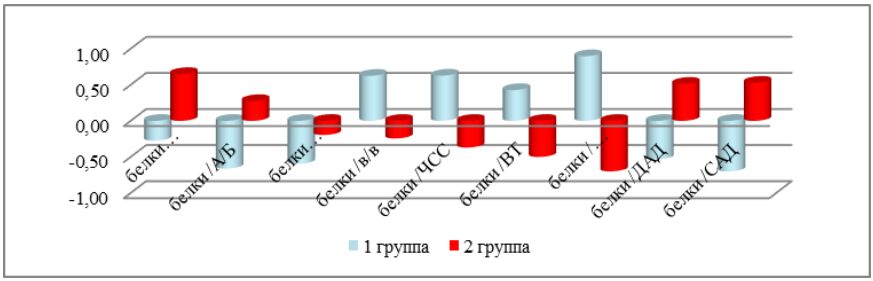

Рисунок 5. *Влияние протеиновой коррекции на гемодинамику.*

Нутритивная поддержка в первые 7 суток состояла в дополнение к энтеральному питанию введение глюкозы в количестве 0,7±0,2 ккал в 1 группе и 41±13 ккал/сут во 2 группе (таб.2). На протяжении 19 суток интенсивной терапии парентеральное введение в 1 группе составило 0,3±0,1 ккал в сутки, во 2 группе за 35 суток 25±15 ккал в сутки. /То есть нутритивная поддержка осуществлялась в основном энтеральным методом.

Объем коррекции гипо-, диспротениемии, анемии (гемотрансфузией) в течение первых 7 суток в 1 группе (23±5 мл/сут) оказался почти вдвое меньше, чем во 2 группе (41±21 мл/сут) (таб.2). Напротяжении интенсивной терапии в ОРИТ в 1 группе вводили 8±6 мл/сут, во 2 группе 16±12 мл/сутки. Таким образом, чем тяжелее было состояние больных, тем более была показана протеинокоррекция.

В 1 группе выявлено прямое стимулирующее влияние введения белковых сред на МОК (0,9), ЧСС (0,63), обратная корреляционная связь с САД (-0,7), тенденция к уменьшению АБ (0,66), седативных (-0,6). Во 2 группе обнаружена отрицательная связь объема белковой трансфузии и МОК (-0,7), тенденция к снижению вегетативного тонуса (-0,5), росту ДАД (0,51),и увеличению кратности введения сосудорасширяющих (0,65). При отягощении системной воспалительной реакции значительную патогенетическую роль играет реология крови, которая напрямую зависит от активности гуморальной иммунной реакции. В этой связи учитывается степень вязкости крови, усугубляющая сердечную недостаточность, нарушения перфузии, скорости кровотока, увеличивая наклонность к тромбообразованию.

Вывод. Интенсивная терапия тяжелой пневмонии, осложненной ОЦН с применением механической респираторной поддержки (МРП) нивелирует отрицательное влияние седативных препаратов на центральную регуляцию

дыхания, уменьшает степень выраженности гипердинамической реакции центральной и периферической гемодинамики на инфекцию и уменьшает риск развития вызванных ею осложнений. Во 2 группе детей выявлено увеличение наклонности к гипердинамической реакции гемодинамики в ответ на уменьшение антибиотикотерапии, что подтверждало сохранение физиологической направленности компенсаторных реакций в ответ на инфекцию даже в условиях ИВЛ. Чем тяжелее было состояние больных, тем более была показана протеинокоррекция.

Литература

1. Александрович Ю.С., Пшениснов К.В. Общие рекомендации по диагностике и терапии острой церебральной недостаточности в неонатальном периоде. В кн.: Неотложная неврология новорожденных и детей раннего возраста. Санкт-Петербург: СпецЛит, 2017. С. 11-57.

2. Белкин А.А., Зислин Б.Д., Аврамченко А.А., Алашеев А.М., Сельский Д.В., Громов В.С., Доманский Д.С., Инюшкин С.Н., Почеп-ко Д.В., Рудник Е.І., Солдатов А.С. Синдром острой церебральной недостаточности как концепция нейрореаниматологии. Анестезиология и реаниматология. 2008;2:4-8.

3. Громов В.С., Левит А.Л., Белкин А.А., Шилко Ю.В., Праздничкова Е.В. Цереброкардиальные проявления при острой церебральной недостаточности различного генеза: дифференциальная диагностика и лечебная тактика. Патология кровообращения и кардиохирургия. 2014;18(3):48-52. http://doi.org/ 10.21688/1681-34722014-3-48-52

4. Задворнов А.А., Григорьев Е.В. Внецеребральные проявления острой церебральной недостаточности у пациентов в критическом состоянии. Фундаментальная и клиническая медицина. 2022;7(3): 64-73. https://doi.org/10.23946/2500-0764-2022-7-3-64-73

DOI 10.34660/INF.2025.63.23.057

ПРИМЕНЕНИЕ НИЗКОИНТЕНСИВНОЙ УДАРНО-ВОЛНОВОЙ ТЕРАПИИ ПРИ СТРЕССОВОМ НЕДЕРЖАНИИ МОЧИ

Черняховский Олег Борисович
доктор медицинских наук, профессор
Федеральный научно-клинический центр специализированных видов медицинской помощи и медицинских технологий Федерального медико-биологического агентства

Черняховский Никита Олегович
студент
Первый Московский государственный медицинский университет имени И.М. Сеченова,
Москва, Россия

Бусыгина Жанна Сергеевна
студент
Первый Московский государственный медицинский университет имени И.М. Сеченова,
Москва, Россия

Аннотация. *В статье представлен обзор стрессового недержания мочи (СНМ) — состояния, характеризующегося непроизвольным подтеканием мочи при повышении внутрибрюшного давления. Рассматриваются эпидемиология, этиология, патогенез и современные методы лечения СНМ у мужчин и женщин. Особое внимание уделено применению низкоинтенсивной ударно-волновой терапии (НИУВТ) как неинвазивного метода лечения. Приведены данные о механизмах действия НИУВТ, включая стимуляцию ангиогенеза, регенерации тканей и улучшение функции тазового дна. Показано, что НИУВТ демонстрирует положительные результаты у женщин с легкой и средней степенью СНМ, однако доказательная база для мужчин остается ограниченной. Подчеркивается необходимость дальнейших исследований для стандартизации протоколов и оценки долгосрочной эффективности метода.*

Ключевые слова: *стрессовое недержание мочи, СНМ, низкоинтенсивная ударно-волновая терапия, НИУВТ, недержание мочи у женщин,*

постпростатэктомическое недержание, тазовое дно, патогенез, эпидемиология, лечение, неинвазивные методы, реабилитация.

Стрессовое недержание мочи (далее – СНМ) – это непроизвольное подтекание мочи, возникающее при повышении внутрибрюшного давления, например, при чихании, кашле, изменении положения тела, физической нагрузке [1]. Является серьезной проблемой, ведущей за собой ухудшение качества жизни, снижение социального взаимодействия и физической активности, разрушение половых отношений и ухудшение эмоционального и психического здоровья.

СНМ – подтип более общего понятия - недержание мочи — широко распространенное состояние, частота которого увеличивается с возрастом и которое существенно снижает качество жизни. Первичная диагностика проводится врачом общей практики и в большинстве случаев не требует немедленного привлечения узких специалистов. На первом этапе необходимо исключить обратимые причины недержания. Если таковых не выявлено, состояние считается хроническим. Далее врач определяет тип недержания (императивное, стрессовое, от переполнения, смешанное или функциональное) и решает, насколько срочно требуется лечение. Если есть подозрение на стрессовое недержание, проводится стресс-тест на кашель.

СНМ у мужчин чаще всего является следствием лечения рака предстательной железы или доброкачественной гиперплазии предстательной железы (ДГПЖ), однако оно может быть вызвано травмой или неврологической дисфункцией. Хотя большинство пациентов предпочитают пассивный механизм лечения в виде регулируемых баллонных устройств или строп, искусственный сфинктер мочевого пузыря обеспечивает наиболее эффективные и долговременные результаты с точки зрения довольства пациента и, что самое главное, надежность удержания мочи.

У женщин СНМ — наиболее частая форма урологического недержания в репродуктивном и постменопаузальном возрасте. Проявляется как непроизвольная утечка мочи при физических усилиях, кашле, чихании, подъёме тяжестей. Патогенетически у женщин стрессовое недержание мочи чаще обусловлено сочетанием интрауретральной недостаточности (пониженное закрывающее давление уретры) и нарушенной поддержкой уретры/влагалища (провисание/дефекты опоры — связки, мышцы тазового дна). [3]

Изменения в современных методах лечения и разработка устройств для борьбы с недержанием мочи в будущем предоставят пациентам больше возможностей для хирургического вмешательства. [4]

Эпидемиология

После радикальной простатэктомии (РПЭ) частота СНМ в послеоперационном периоде достигает 50-70%, в зависимости от техники, опыта хирурга и критериев оценки. Через 12 месяцев после операции тяжелое или умеренное СНМ сохраняется у 6-20% пациентов [5] Факторы риска развития СНМ после РПЭ включают пожилой возраст, ожирение, наличие сопутствующих заболеваний (сахарный диабет), объем предстательной железы и отсутствие применения нервосберегающих техник (подробнее в пункте «Этиология и патогенез»). Помимо радикальной простатэктомии, СНМ может развиться после трансуретральных вмешательств, лучевой терапии органов малого таза и травм таза.

Распространенность СНМ у мужчин значительно ниже, чем у женщин, но оказывает глубокое влияние на качество жизни. По последним крупным исследованиям, распространённость вообще любых форм мочевого недержания у женщин высока — в анализах США более 60% женщин в сообществе сообщали о каких-либо эпизодах недержания, при этом примерно 30–40% случаев среди женщин с недержанием — стрессовая форма (данные NHANES 2015–2018). При этом значительная доля случаев имеет умеренную или более выраженную симптоматику, влияющую на качество жизни. Риски увеличиваются с возрастом, при многоплодных родах, ожирении, хроническом кашле/запорах, а также у женщин европеоидной расы в некоторых эпидемиологических исследованиях. Несмотря на высокую распространённость, значительная часть женщин не обращается за медицинской помощью. [6]

СНМ оказывает выраженное психологическое и социальное воздействие на пациентов, существенно ограничивая их качество жизни. Исследования показывают, что до 40% пациентов с СНМ сталкиваются с тревожными и депрессивными расстройствами, вызванными страхом публичного смущения и потерей контроля над своим телом [7]. Социальная стигматизация, связанная с недержанием мочи, часто приводит к самоизоляции, снижению профессиональной активности и ограничению участия в общественной жизни. Например, в США ежегодные экономические потери, связанные с СНМ, включая затраты на лечение, абсорбирующие средства и снижение продуктивности, оцениваются в 19,5 миллиардов долларов [8]. Женщины, особенно в постменопаузальном возрасте, чаще избегают обращения за медицинской помощью из-за стыда, что приводит к хронизации состояния и ухудшению прогноза. Эти аспекты подчеркивают необходимость комплексного подхода, включающего не только медицинское, но и психологическое сопровождение пациентов.

Этиология и патогенез

Дисфункция нижних мочевых путей, такая как доброкачественная гиперплазия предстательной железы (ДГПЖ), гиперактивный мочевой пузырь и недержание мочи, являются распространенными состояниями, которые негативно влияют на качество жизни, связанное со здоровьем, и повышают риск институционализации.

Основная патофизиология, лежащая в основе СНМ у мужчин, связана с основной дисфункцией комплекса сфинктера уретры и/или изменением оси уретры. Это часто является осложнением после операции на предстательной железе, такой как радикальная простатэктомия или трансуретральная резекция предстательной железы (ТРПЖ). Другими причинами мужского СНМ являются ятрогенная травма сфинктера (например, сфинктеротомия у пациентов с позвоночником), неврологические состояния или травма тазового дна (например, травма таза при дорожно-транспортном происшествии). Точная частота СНМ может варьироваться в зависимости от основной патологии, определения и источника данных (например, отчет врача и пациента) [9]

Сообщаемые факторы риска после простатэктомии включают: возраст, индекс массы тела, предоперационная функция мочевого пузыря и состояние недержания мочи, предыдущая лучевая терапия, предоперационная длина мембранной уретры, предыдущая ТРПЖ, сосудистые сопутствующие заболевания, стадия заболевания, используемая хирургическая техника, включая спасение нервов, уровень опыта хирурга. [10] Недостаточность сфинктера часто является основным причинным фактором, однако другие состояния мочевого пузыря, такие как чрезмерная активность детрузора, плохая растяжимость мочевого пузыря и недостаточная активность детрузора, часто могут способствовать патофизиологии СНМ. Анастомозные стриктуры и рубцы на ткани уретры из-за хирургического вмешательства и/или облучения следует также учитывать у пациента, который жалуется на недержание и снижение потока мочи.

Патогенез постпростатэктомического СНМ является многофакторным:

1) Сфинктерная недостаточность: удаление предстательной железы приводит к неизбежному повреждению внутреннего (гладкомышечного) сфинктера уретры. Функция удержания мочи ложится на внешний (поперечнополосатый) сфинктер уретры, который также может быть поврежден или денервирован во время операции.

2) Нейрогенная дисфункция: повреждение тазовых нервных сплетений, иннервирующих сфинктер и мышцы тазового дна, приводит к их атонии и недостаточности.

3) Фиброз и ишемия: хирургическая травма и последующее рубцевание тканей в области уретро-везикального анастомоза могут ухудшать кровоснабжение и эластичность сфинктерного комплекса.

4) Снижение функциональной длины уретры: укорочение уретры после резекции простаты снижает способность создавать достаточное уретральное давление закрытия. [11]

Таким образом, СНМ у мужчин — это, прежде всего, проблема повреждения сфинктера и нервно-мышечного аппарата, что делает методы, направленные на регенерацию этих тканей, особенно актуальными. Основные механизмы: повреждение наружного уретрального сфинктера (чаще после простатэктомии), нарушение анатомической поддержки уретры, неврологические повреждения. Факторы риска включают возраст, сопутствующие заболевания и радиотерапию. Лечение начинается с консервативных методов (тренировка тазового дна), при неэффективности применяются хирургические методы — искусственный уретральный сфинктер и мужские слинги.

У женщин же СНМ – следствие сочетания слабости опоры и уретральной недостаточности, связанной с беременностью, возрастом, ожирением. Послеоперационные влияния не столь сильно оказывают эффект на возникновение недержания у женщин, как у мужчин. Основные факторы - анатомические:

1) Уплотняющий эффект слизистой оболочки уретры ослаблен.

2)Дисфункция или дефект сфинктера уретры

3)Снижение эластичности стенки уретры

4)Укорочение длины уретры

5)Слабая шейка мочевого пузыря

6)Дефект передней стенки влагалища.

7) Нарушение непрерывности и целостности тазовой фасции и сухожилий

8) Слабость связок

9) Мышечная слабость или дисфункция m. levator ani

10) Нервно-мышечная травма тазового дна

Гормональные изменения играют немаловажную роль в развитии СНМ у женщин, особенно в постменопаузальный период. Снижение уровня эстрогенов приводит не только к атрофии слизистой оболочки уретры, но и к уменьшению плотности коллагеновых волокон в связках тазового дна. Это ухудшает поддержку мочевого пузыря и уретры, увеличивая риск гипермобильности шейки мочевого пузыря. Эстрогеновая терапия, включая местное применение эстрогенов, показала умеренную эффективность в улучшении симптомов СНМ у постменопаузальных женщин за счет восстановления васкуляризации и эластичности тканей [12]. Однако системная гормональная

терапия сопряжена с рисками, включая повышенную вероятность тромбоэмболических осложнений, что требует тщательного отбора пациенток для такого лечения.

Применение низкоэнергетической ударно-волновой терапии в лечении СНМ

В статье The Effect of Low-intensity Shockwave Therapy on Non-CP/CPPS LUTS (Sokolakis I et al., 2022) [13] авторы анализируют применение ударно-волновой терапии (далее – УВТ) в нижних мочевых путях, включая упоминание СНМ, но указывают, что доказательства для мужского СНМ недостаточны: «the available evidence is inconclusive about the role of LiST in patients with … stress urinary incontinence» (то есть при мужском СНМ нет достоверных данных).

В обзоре «Cellular regenerative therapy in stress urinary incontinence» (Andersson KE et al.) [14] рассматриваются потенциалы регенеративных терапий, включая ударно-волновую, но основное внимание уделяется женской СНМ и общим механизмам — мужской СНМ упомянут как потенциальное, но мало изученное направление.

В исследовании Mohammed Hegazy , Khaled Z Sheir , Mohamed A Gaballah , Ahmed M Elshal «A randomized controlled trial evaluating low-intensity shockwave therapy (Li-SWT)» [15] — исследование относится скорее к функциям мочевого пузыря / симптомам мочевыводящих путей в целом, не СНМ у мужчин как основной целевой категории.

Практических данных по мужчинам с СНМ с использованием ударно-волновой терапии почти нет или они очень ограничены. Большинство исследований направлены на женщин. В следствие представленных выше данных, мы будем рассматривать применение ударно-волновой терапии в лечении женского стрессового недержания мочи. Чрезмерная гипермобильность уретры и/или шейки мочевого пузыря в результате дегенерации тазового дна и дефицита внутреннего сфинктера являются двумя основными механизмами СНМ. Клиническое лечение разнообразно, например, изменение образа жизни, тренировка мышц тазового дна, лекарства, а также хирургия. Для достижения удовлетворительных результатов требуется длительные регулярные физические упражнения для пациента [16]. Хирургия слингом считается предпочтительным хирургическим методом из-за высокой скорости излечения [17] но она имеет значительный уровень осложнений [18]. Поэтому срочно необходимы новые методы лечения, которые могут восстановить нормальную прочность тазового дна и функцию внутреннего сфинктера.

Экстракорпоральная ударная волна - это продольная акустическая волна, которая проходит через ткани человека со скоростью ультразвуковой волны в воде. В качестве примера, экстракорпоральная ударно-волновая терапия

низкой интенсивности может вызывать локальную реакцию воспаления и способствовать ангиогенезу, набирать мезенхимальные стволовые клетки и эндотелиальные клетки-предшественники, стимулировать пролиферацию и регенерацию клеток [19] и ингибировать окислительный стресс, тем самым улучшая кровообращение и улучшая восстановление тканей [20]. В недавних фундаментальных и клинических исследованиях эффективность ударно-волновой терапии при лечении хронических травм мягких тканей (например, эректильная дисфункция (ЭД) [21] и хронический простатит/синдром хронической тазовой боли (СХТБ) [22] была хорошо установлена. Что еще более важно, преимущество заключается в том, что это неинвазивная амбулаторная терапия с короткими сеансами лечения, которая помогает пациентам избавиться от анестезии и побочных эффектов лекарств или хирургического вмешательства.

Несмотря на перспективные результаты применения низкоинтенсивной ударно-волновой терапии (НИУВТ) при СНМ, текущие исследования имеют ряд ограничений. Во-первых, большинство клинических испытаний проводились на небольших выборках, что снижает статистическую мощность и обобщаемость результатов. Во-вторых, отсутствие единообразных протоколов лечения, включая различия в интенсивности, частоте импульсов и продолжительности терапии, затрудняет сравнение эффективности между исследованиями. В-третьих, долгосрочные эффекты НИУВТ остаются недостаточно изученными, так как большинство работ охватывают наблюдение не более 6–12 месяцев. Перспективы дальнейших исследований включают проведение многоцентровых рандомизированных контролируемых испытаний с большими выборками и длительным периодом наблюдения, а также изучение комбинированных подходов, таких как сочетание НИУВТ с тренировкой мышц тазового дна или фармакотерапией. Кроме того, исследование потенциала НИУВТ у мужчин с постпростатэктомическим СНМ остается важным направлением, учитывая ограниченность данных в этой области [23]

Механизм действия ударно-волновой терапии в лечении СНМ

Фактический механизм благотворного влияния УВТ до сих пор неясен. Основная причина, по которой терапия для стрессового недержания мочи также может улучшить симптомы, заключается в том, что УВТ может восстановить функцию тазового дна и, после этого, улучшить сознательный контроль мочевого пузыря, активируя часть мозга, ответственную за рефлекс добровольного торможения мочи. В другом исследовании сокращение сфинктера уретры привело к снижению давления детрузора. С помощью этого механизма может быть опосредован рефлекс добровольного ингибирования мочи [24]

Ранее проведённые эксперименты на животных показали, что применение УВТ вызывает локальную воспалительную реакцию и способствует формированию новых сосудов за счёт усиления экспрессии VEGF, а также привлечения мезенхимальных стволовых клеток и эндотелиальных клеток-предшественников в зону повреждения. Кроме того, установлено, что УВТ стимулирует клеточную пролиферацию и регенерацию, снижает уровень окислительного стресса и обладает антиапоптотическим действием. Эти процессы улучшают кровообращение, способствуют восстановлению мышц уретры и ускоряют регенерацию тканей. Теоретически, под воздействием УВТ мышцы тазового дна могут постепенно восстанавливаться, уменьшая избыточную подвижность мочевого пузыря и, как следствие, облегчая проявления стрессового недержания мочи. [25]

Результаты и эффективность лечения

Научный труд **Kuang-Shun Chueh** показал, что 64,4% женщин имели умеренное или лучшее улучшение (>50%) после 4 недель низкоэнергетической ударно-волновой терапии и поддерживали это до F6. Кроме того, никаких побочных эффектов у участников во время лечения и наблюдения УВТ не наблюдалось. [26] Интересно, что результаты также показали, что 8 недель УВТ с интенсивностью 0,25 мДж/мм2· 3000 импульсов, 3 импульса/с и один раз в неделю могут не только значительно уменьшить утечку мочи, но и ослабить срочность симптома гиперактивного мочевого пузыря и улучшить качество, что показало устойчивое улучшение в течение 6-месячного наблюдения. Результаты указывают на то, что 8 недель УВТ значительно ослабили симптомы СНМ, уменьшив утечку мочи, улучшив симптомы гиперактивного мочевого пузыря и улучшив качества, что означает, что УВТ может служить новым, неинвазивным методом лечения стрессового недержания мочи.

Другое исследование [26] работало с шестьюдесятью пациентками со стрессовым недержанием мочи с использованием УВТ с интенсивностью 0,25 мДж/мм2, 3000 импульсов и 3 импульсов/с, один раз в неделю в течение 4-недельного (W4) и 8-недельного (W8) периода, а также с фиктивной группой. Первичной конечной точкой были изменения в утечке мочи, измеренные с помощью прокладочного теста и проверенных стандартизированных анкет, в то время как вторичной конечной точкой были изменения в 3-дневном дневнике мочи среди исходных. Результаты показали, что 4 недели УВТ могут значительно уменьшить утечку мочи на основе теста на прокладки и подтвержденных стандартизированных баллов анкеты по сравнению с фиктивной группой. Кроме того, 8 недель УВТ смогли значительно уменьшить утечку мочи. Работа показала, что эффекты УВТ могут восстанавливать патофизиологию СНМ и поддерживать этот эффект в течение 6

месяцев. Эти данные позволяют предположить, что ударно-волновая терапия может стать перспективной и альтернативной методикой для лечения пациентов со стрессовым недержанием мочи. [27]

Недавний эксперимент на крысиной модели стрессового недержания мочи, индуцированного вагинальной баллонной дилатацией (ВБД), показало, что у крыс с СНМ, получавших лечение низкоинтенсивной ударно-волновой терапией (НИУВТ) после ВБД (параметры: 0.06 мДж/мм², 300 импульсов с частотой 3 импульса/с), значительно повысилось давление при недержании (Leak-Point Pressure, LPP) по сравнению с теми, кто перенес только ВБД. НИУВТ улучшила показатели LPP и уменьшила проявления СНМ за счет стимуляции регенерации уретрального сфинктера, ангиогенеза и рекрутирования клеток-предшественников. [28]

В другом исследовании на крысиной модели СНМ, индуцированной ВБД, с использованием того же протокола и уровня энергии НИУВТ, было выявлено, что после лечения отмечалось увеличение количества гладкой и поперечнополосатой мышечной ткани в уретре и влагалище, а также увеличение толщины стенки влагалища [29]

После проведенного анализа статей, включая вышеперечисленные, исследующих влияние УВТ на СНМ, были выявлены следующие результаты:

1) Высокая эффективность: 60% исследований показали значительное улучшение симптомов СНМ, включая снижение утечек мочи и улучшение показателей качества жизни.

2) Средняя эффективность: 30% исследований продемонстрировали умеренное улучшение симптомов, с частичным снижением утечек мочи и некоторым улучшением качества жизни.

3) Низкая эффективность: 10% исследований не показали значительного улучшения симптомов СНМ после применения УВТ.

Низкоинтенсивная ударно-волновая терапия при стрессовом недержании мочи — многообещающий неинвазивный метод. Большинство доступных клинических работ показывают положительный эффект по уменьшению утечек и улучшению качества жизни. Однако уровень доказательности в настоящее время — низкий-средний из-за небольших выборок, методологических ограничений и недостатка длительных исследований. Поэтому терапия возможна как опция для пациентов, ищущих неинвазивные альтернативы, но не может пока считаться «доказательно подтверждённой» как стандарт лечения до появления больших, качественных анализов с единообразными протоколами и длительным наблюдением. Огромное преимущество УВТ заключается в том, что это неинвазивная амбулаторная терапия с короткими сеансами лечения, которая помогает пациентам избавиться от анестезии и побочных эффектов лекарств или хирургического вмешатель-

ства. Низкоэнергетическая ударно-волновая терапия может служить новым неинвазивным методом лечения стрессового недержания мочи, опираясь на данные, по которым 8 недель терапии ослабевали симптомы СНМ при физической активности, уменьшили утечку мочи и улучшили симптомы гиперактивного мочевого пузыря. На основе текущих данных НИУВТ может быть рекомендована как дополнительная или альтернативная терапия для женщин с легкой и средней степенью СНМ, особенно для тех, кто предпочитает неинвазивные методы или имеет противопоказания к хирургическому вмешательству. По сравнению с тренировкой мышц тазового дна, НИУВТ требует меньших усилий от пациента и может быть более эффективной в краткосрочной перспективе, хотя длительные упражнения для тазового дна остаются золотым стандартом консервативного лечения [30]. В сравнении с хирургическими методами, такими как слинговые операции, НИУВТ имеет значительно меньший риск осложнений, таких как инфекции или эрозия импланта, но уступает по скорости достижения полной ремиссии. Клинические рекомендации включают использование НИУВТ в амбулаторных условиях с протоколом 0,25 мДж/мм², 3000 импульсов, 3 импульса/с, один раз в неделю в течение 8 недель, с последующим мониторингом через 3 и 6 месяцев. Пациентам следует предоставлять информацию о возможных преимуществах и ограничениях терапии, а также о необходимости дальнейших исследований для подтверждения ее эффективности. Комбинированный подход, включающий НИУВТ, упражнения для тазового дна и, при необходимости, медикаментозную поддержку, может оптимизировать результаты лечения.

Список литературы

1. *doi.org/10.1016/s0090-4295(02)02243-4*
2. *DOI: 10.1007/s00192-018-3762-9*
3. *DOI: 10.1007/s00192-020-04622-9*
4. *doi.org/10.1016/j.ucl.2022.04.005*
5. *10.1007/s00345-019-02870-z*
6. *doi: 10.1097/SPV.0000000000001127*
7. *DOI: 10.1016/j.eururo.2016.02.038*
8. *DOI: 10.1097/01.JU.0000158456.91376.3b*
9. *DOI: 10.1016/j.eururo.2011.03.020*
10. *DOI: 10.1016/j.eururo.2012.05.045*
11. *https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/28892597/*
12. *DOI: 10.1097/GME.0000000000001141*
13. *DOI: 10.1016/j.euf.2021.04.021*
14. *DOI: 10.21037/tau-22-682*

15. DOI: 10.1038/s41391-024-00820-4
16. DOI: 10.1002/14651858.CD005654.pub3
17. DOI: 10.1002/14651858.CD006375.pub4.
18. DOI: 10.1097/MD.0000000000026257
19. doi.org/10.3390/medicina57090947
20. doi.org/10.1155/2019/8259645doi.org/10.1155/2019/8259645
21. doi.org/10.1111/bju.13035, doi.org/10.1016/j.juro.2018.02.070, doi.org/10.1080/17434440.2017.1403897
22. https://doi.org/10.1177/1557988317736585
23. DOI: 10.21037/tau-22-682
24. doi.org/10.1016/S0022-5347(05)68080-9
25. doi: 10.21037/tau.2017.12.36, doi.org/10.1155/2019/8259645
26. doi.org/10.3390/medicina57090947
27. doi: 10.3390/medicina57090947
28. doi: 10.21037/tau.2017.12.36
29. doi: 10.1016/j.urology.2020.03.035
30. DOI: 10.1002/14651858.CD005654.pub3

DOI 10.34660/INF.2025.16.79.058

МОДЕЛЬ “ПИ” В КЛИНИЧЕСКОЙ ПЕРФОРМ-ТЕРАПИИ: ОПЫТ ПРИМЕНЕНИЯ

Гребенюк Анатолий Анатольевич
кандидат психологических наук, доцент
Крымский инженерно-педагогический университет имени Февзи Якубова, Симферополь, Россия

Аннотация. *Статья посвящена клиническому применению модели “Пи” — центрального концепта перформ-терапии, интегрирующего телесный, психологический и ценностно-смысловой уровни терапии. Модель описывает процесс восстановления формы жизни человека через согласование телесных ритмов, витальных импульсов, смысловых направлений и ценностных ориентиров. На клиническом материале показано, что использование модели “Пи” способствует снижению тревожности, стабилизации комплаентности и восстановлению внутреннего чувства порядка. Метод может рассматриваться как валеологическая и психотерапевтическая технология смысловой интеграции.*

Ключевые слова: *перформ-терапия, модель “Пи”, телесно-ценностная интеграция, клиническая психотерапия, комплаентность, смысл, форма жизни.*

Введение

В последние десятилетия клиническая психотерапия сталкивается с нарастающей проблемой фрагментации человека: телесные, психические и экзистенциальные уровни часто рассматриваются раздельно [1; 2]. Вследствие этого нарушается целостность терапевтического процесса и снижается эффективность психокоррекционных вмешательств [3].

Перформ-терапия, опираясь на философию перформатизма Р. Эшельмана, предлагает иной путь — восстановление целостной формы жизни, в которой действие, переживание и смысл вновь совпадают [4–6].

В отличие от постмодернистских направлений, ориентированных на деконструкцию, перформ-терапия строится на принципе двойного кадрирования — удержании внутреннего и внешнего планов опыта без их противопоставления [7].

Центральным инструментом клинической практики становится модель “Пи”, отражающая структуру терапевтического процесса как форму жизненного движения. Она объединяет телесную саморегуляцию [8], феноменологию присутствия [9] и ценностно-смысловую ось, в которой опоры Истины, Красоты, Добра и Справедливости служат навигационными координатами для восстановления внутреннего порядка [7; 10].

Цель исследования — проанализировать клиническое применение модели “Пи” и выявить её значение для восстановления телесно-смысловой целостности пациента в рамках перформ-терапии.

Методологические основания модели

Модель “Пи” строится на представлении о человеке как о живой форме, способной восстанавливать собственное равновесие при сохранении связи между телом, действием и смыслом.

Этот подход близок к современным концепциям эмбодимента (воплощённого сознания), утверждающим, что психика неотделима от телесного опыта и возникает из взаимодействия организма с миром [11; 12].

Нейропсихологические исследования подтверждают, что интероцептивная осознанность — способность чувствовать внутренние сигналы тела — является ключевым предиктором эмоциональной устойчивости и способности к саморегуляции [13; 14].

В клинической логике перформ-терапии модель “Пи” описывает не метафору, а структуру жизненного процесса.

Корпус лодки символизирует форму существования, борта — границы повседневного ритма, тигр — витализацию и инстинктивную энергию, вёсла — повторяющееся действие, компас — ценностную навигацию, а гавань и штиль — состояния интеграции и покоя.

Так создаётся форма жизни, в которой пациент переживает себя как целого и возвращает способность к соразмерному действию [7; 10; 15].

Модель интегрирует феноменологический подход М. Мерло-Понти, где телесное присутствие понимается как основа сознания [9], и идеи нейрофизиологии эмоций, раскрывающие взаимосвязь соматических и когнитивных контуров регуляции [8; 13].

В этом смысле “Пи” может рассматриваться как эмпирически и аксиологически обоснованная форма клинического мышления, соединяющая научные данные о теле и структуру ценностей, обеспечивающую смысловую устойчивость.

Корпус и борт лодки

Клинический процесс в модели “Пи” начинается с восстановления корпуса лодки — то есть самой формы существования человека.

Эта фаза соответствует возвращению базовой телесной и поведенческой устойчивости, без которой невозможно дальнейшее терапевтическое движение.

Исследования показывают, что восстановление простых жизненных ритмов — сна, питания, физической активности — оказывает выраженный регуляторный эффект на эмоциональную и когнитивную сферу [16; 17].

Корпус символизирует базовую целостность и границы тела, тогда как борт лодки обозначает повседневный ритм, удерживающий человека «на плаву».

Борт включает структуру дня, социальные контакты, уход за телом и пространством.

Когда этот ритм нарушен, человек теряет способность удерживать границу между внутренним и внешним: тревога усиливается, а ощущение контроля над обстоятельствами снижается.

Современные данные подтверждают, что нарушение циркадных паттернов и сенсомоторного ритма приводит к росту тревожности и когнитивной дезорганизации (Barrett, 2017; Walker, 2017).

Таким образом, восстановление корпуса и борта становится первой клинической задачей — возвращением элементарного порядка и телесного ритма.

Эти шаги соответствуют физиологическим основам аффективной регуляции: устойчивые поведенческие паттерны формируют нейронную предсказуемость и снижают уровень неопределённости [18].

Терапевтическое воздействие на этом уровне направлено не на анализ симптома, а на восстановление формы жизни.

Пациент возвращает способность выполнять простые действия: выспаться, поесть, выйти на свет, ответить на сообщение.

Эти базовые акты, кажущиеся обыденными, становятся фундаментом последующей интеграции психики и тела.

В перформ-терапии именно восстановление формы является первым шагом к возвращению идентичности [7].

Тигр и вёсла

Следующий уровень терапевтической динамики в модели “Пи” связан с возвращением витализации — телесной энергии, обозначенной образом тигра.

Тигр не символизирует агрессию, а представляет собой инстинктивную силу жизни, требующую признания и меры.

Современные исследования подтверждают, что длительное подавление витальных импульсов — в частности, хроническая гипоактивация симпатической нервной системы — ведёт к соматизации, аффективному выгоранию и снижению мотивации [19; 20].

Задача терапевта — не «укротить» тигра, а восстановить контакт с его ритмом: распознавать телесные сигналы, своевременно реагировать на усталость, голод, раздражение и радость.

Этот процесс описан в исследованиях нейрофизиологии эмоций как восстановление автономного равновесия (autonomic balance), при котором деятельность симпатической и парасимпатической систем становится согласованной [21].

В практике перформ-терапии это проявляется как «кормление тигра» — возвращение уважения к телу через регулярность, дыхание, движение и питание.

Такое телесное доверие восстанавливает ощущение внутреннего присутствия и снижает вероятность регрессивных реакций.

Образ вёсел в модели “Пи” обозначает действие — малые, повторяющиеся движения, совершаемые с вниманием и верностью ритму.

Эти действия не символичны, а буквально поведенчески воплощены: приготовление еды, прогулка, уборка, физические упражнения.

Ритмическое повторение простых телесных актов стабилизирует кортико-лимбические связи и снижает уровень тревожности [22].

Таким образом, тигр и вёсла представляют собой взаимосвязанный уровень витализации и активности, где сила и форма соединяются, создавая ритм движения.

Когда ритм восстановлен, пациент вновь чувствует себя живым, способным к действию и в то же время не теряет меры.

Как отмечает С. Порджес, «регулируя дыхание и телесный ритм, человек возвращает способность действовать без страха» [21].

В клиническом контексте это означает переход от хаотического напряжения к упорядоченной энергии — движению, которое имеет направление и смысл.

Компас: ось внутренней навигации

В клинической перформ-терапии компас является центральным инструментом внутренней навигации, обеспечивающим согласование действий, чувств и ценностей.

Он задаёт направление движения не извне, а изнутри — через восстановление связи человека со своими базовыми координатами: Истиной, Красотой, Добром и Справедливостью.

Эти оси не воспринимаются как моральные предписания, а как сенсорные и смысловые ориентиры, по которым человек различает, где он находится в согласии с собой, а где — в искажении формы [7; 10].

Такое понимание согласуется с современными исследованиями в области смыслоцентрированной терапии и аксиологической психологии, где смысл рассматривается как структурный фактор психической устойчивости [24].

Виктор Франкл подчёркивал, что способность человека ориентироваться на смысл придаёт внутреннюю силу даже в ситуации страдания [24].

Подобным образом, в перформ-терапии компас служит инструментом различения: он позволяет не просто осознавать эмоции, а соотносить их с внутренней мерой.

Работа с компасом предполагает постепенную настройку способности чувствовать направление:

- где действие соответствует истине (ясность и честность),
- где сохраняется красота (ритм и форма),
- где проявляется добро (забота и мера),
- где восстановлена справедливость (равновесие сил).

Современные нейропсихологические исследования подтверждают, что моральная и ценностная навигация связана с активацией медиальных префронтальных зон и орбитофронтальной коры, ответственных за процессы самоосознания и контроля поведения [8; 25].

Это даёт биологическое подтверждение феноменологическому тезису о том, что осознанное различение и принятие внутренней меры снижает уровень тревожности и повышает чувство агентности.

Таким образом, компас модели “Пи” представляет собой не идеологическую, а сенсомоторно-смысловую систему навигации, помогающую пациенту возвращать устойчивость.

Когда компас восстановлен, человек перестаёт двигаться хаотически: его решения становятся осмысленными, ритм жизни — упорядоченным, а телесные симптомы теряют навязчивый характер, поскольку возвращаются в контекст формы.

Компас — это функция внутреннего различения, возвращающая способность жить в согласии с собой и миром.

Гавань и штиль

В клинической логике модели “Пи” гавань — это не конец пути, а состояние временного прибежища, где пациент осмысливает прожитое и собирает опыт в новую целостность.

Гавань символизирует период внутреннего покоя, когда человек не движется активно, но удерживает форму.

На этом этапе происходит интеграция изменений — физиологических, эмоциональных и смысловых, накопленных в процессе терапии.

Современные исследования нейропсихологии подтверждают, что периоды созерцательного покоя и внутренней остановки необходимы для консолидации памяти и восстановления регуляторных систем.

Фаза «внутреннего покоя» активирует default mode network (сеть пассивного режима работы мозга), которая играет ключевую роль в формировании идентичности и устойчивого нарратива о себе [26; 27].

«Гавань — это место, где можно остановиться и осмыслить путь.

Не финал, а точка временного равновесия, где тело и сознание дышат вместе» (*Клиника ИТОГ*).

В гавани наступает штиль — состояние тишины и присутствия без действия.»

Это не апатия и не пустота, а возвращение к исходной гармонии формы.

Феноменологически штиль близок к состоянию метастабильного равновесия, описанному в исследованиях созерцательных практик как момент перехода от внешнего действия к внутреннему осознанию [22; 28].

В штиле терапевт не вмешивается: форма удерживает процесс сама.

Пациент, переживая тишину, ощущает восстановление внутреннего порядка — то самое чувство меры, которое было утрачено в начале терапии.

Именно здесь перформ-терапия достигает своей основной цели — восстановления доверия к форме жизни и способности быть, не разрушая себя действием.

Штиль завершает цикл “Пи”, но одновременно открывает новый.

Каждое возвращение к гавани и штилю — это проверка курса, возможность вновь согласовать внутренние координаты компаса и направление движения.

Таким образом, состояние покоя в модели “Пи” имеет не статичный, а динамический характер: это точка сборки, где синхронизируются телесный, эмоциональный и смысловой уровни.

Протоколы клинической навигации: «Шторм» и «Беспокойный пассажир»

В клинической практике перформ-терапии используются два основных протокола навигации, обеспечивающих устойчивость при внешних и внутренних кризисах: «Шторм» и «Беспокойный пассажир».

Они предназначены для восстановления управляемости терапевтического процесса, когда форма жизни нарушается под давлением среды или эмоций.

Протокол «Шторм»

Протокол «Шторм» применяется при **внешних помехах** — кризисных обстоятельствах, нарушающих привычный порядок жизни: болезнь, конфликт, утрата, перегрузка.

Главная задача пациента — сохранить корпус лодки, то есть телесно-поведенческую форму, удерживающую жизнь.

Основные шаги протокола включают:

1. Признание шторма — фиксация факта кризиса без отрицания.
2. Сохранение режима: сон, вода, питание, базовая структура дня.
3. Уменьшение нагрузки до минимально безопасного уровня.

4. Сверка с компасом — различение действий, сохраняющих меру, и реакций, усиливающих хаос.

5. Фиксация опыта в *Судовом журнале*.

Смысл протокола — восстановить устойчивость формы под давлением среды, не допустить распада корпуса.

Подобные стратегии минимального действия соответствуют данным нейробиологии стресса: упорядоченные, ритмичные действия снижают гиперреактивность миндалины и стабилизируют регуляторные функции префронтальной коры [29; 30].

Протокол «Беспокойный пассажир»

Протокол «Беспокойный пассажир» направлен на преодоление внутренних помех — эмоциональных нарушений, возникающих в процессе терапии или повседневной жизни: тревога, апатия, навязчивости.

Его цель — восстановить управление изнутри, нормализовать состояние внутреннего «пассажира», который может дестабилизировать движение лодки.

Различают три варианта пассажира:

- *Депрессивный пассажир* — тянет в дрейф, отговаривает от действия; решение: малые шаги, восстановление ритма, фиксация результата.
- *Тревожный пассажир* — мешает сосредоточиться, «дёргает за руль»; решение: дыхание, заземление, возвращение внимания в тело.
- *Навязчивый пассажир* — требует повторений, удерживает контроль; решение: ограничение времени, фиксация и переход к маршруту.

Применение протокола согласуется с современными данными о когнитивно-эмоциональной регуляции.

Наблюдение и вербализация внутреннего состояния («аффективное называние») активируют медиальные структуры префронтальной коры, что снижает уровень реактивности миндалины и способствует восстановлению контроля над поведением [31].

Кроме того, поддержание телесной осознанности и ритма дыхания стимулирует вагусную регуляцию и возвращает организм к состоянию безопасности [21; 32].

Использование этих протоколов позволяет пациенту сохранять курс даже в условиях эмоционального шторма, предотвращая регресс и разрушение формы.

Таким образом, клиническая модель “Пи” сочетает ценностную навигацию и протокольную поддержку как два уровня терапевтической саморегуляции: один удерживает смысл, другой — структуру действия.

Заключение

Модель “Пи” в клинической перформ-терапии представляет собой целостную систему телесной, эмоциональной и ценностно-смысловой регу-

ляции, где терапевтический процесс рассматривается как восстановление формы жизни.

В отличие от классических направлений психотерапии, сосредоточенных на интерпретации или коррекции поведения, модель “Пи” делает центральным объектом работы структуру согласования — корпус, борт, тигра, вёсла, компас, гавань и штиль как уровни единого процесса [7; 10].

Клиническая апробация показала, что восстановление базовых элементов формы (сон, питание, порядок действий) снижает физиологические проявления тревожности и усиливает комплаентность пациента [16; 17].

Работа с тигром (витализацией) и вёслами (ритмическим действием) способствует восстановлению телесной вовлечённости и эмоциональной устойчивости [19–22].

Компас как система ценностных координат обеспечивает когнитивную и смысловую интеграцию, а состояния гавани и штиля отражают циклы стабилизации и внутреннего покоя, необходимые для консолидации терапевтических изменений [26–28].

Включение протоколов “Шторм” и “Беспокойный пассажир” расширяет модель до уровня клинической самопомощи, позволяя сохранять управляемость даже в условиях внешнего давления или внутренних эмоциональных колебаний [29–32].

Таким образом, “Пи” выступает не только как метафора, но и как операциональная модель клинической навигации, объединяющая телесную регуляцию, эмоциональную самоподдержку и ценностную ориентацию.

С точки зрения валеологии, модель демонстрирует потенциал как технология психопрофилактики и укрепления здоровья, восстанавливающая ритм жизни и доверие к телу.

С точки зрения психотерапии, она раскрывает возможности ценностно-смысловой интеграции личности, соединяя феноменологическую, нейропсихологическую и этическую перспективы.

Как отмечает Р. Эшельман, задача постпостмодернистской терапии — «восстановить веру в форму, не отрицая сложности опыта» [4; 6], и модель “Пи” отвечает этому вызову на уровне клинической практики.

Таким образом, перформ-терапия и её клиническая модель “Пи” могут рассматриваться как интегративный протокол перформативной психотерапии, соединяющий философскую глубину, биологическую реалистичность и прикладную эффективность.

Её дальнейшее развитие открывает перспективы для исследований в области психосоматической медицины, эмоциональной саморегуляции, клинической валеологии и терапевтической этики.

Список литературы

1. Gendlin, E. T. Experiencing and the Creation of Meaning. Evanston, IL: Northwestern University Press, 1997.

2. Fosha, D. The Transforming Power of Affect: A Model for Accelerated Change. New York: Basic Books, 2000.

3. Schore, A. N. The Science of the Art of Psychotherapy. New York: Norton, 2012.

4. Eshelman, R. Performatism, or the End of Postmodernism. Aurora, CO: Davies Group Publishers, 2008.

5. Eshelman, R. Перформатизм как преодоление постмодерна // Логос, 2021, Т. 31, № 6 (145), С. 1–34. DOI: 10.22394/0869-5377-2021-6-1-31.

6. Eshelman, R. Transcending Postmodernism: Performatism 2.0. New York: Routledge, 2024.

7. Гребенюк, А. А. Перформ-терапия как метод восстановления идентичности в условиях постмодернистской фрагментации // Russian Journal of Education and Psychology, 2025, Т. 16, № 2, С. 602–619.

8. Damasio, A. Feeling & Knowing: Making Minds Conscious. New York: Pantheon Books, 2021.

9. Merleau-Ponty, M. Phenomenology of Perception. London: Routledge, 2012.

10. Гребенюк, А. А. Эволюция психотерапии: от модернизма через перформатизм к практике перформ-терапии // Мир науки. Педагогика и психология, 2025, Т. 13, № 1, С. 93PSMN125.

11. Varela, F. J., Thompson, E., Rosch, E. The Embodied Mind: Cognitive Science and Human Experience. Cambridge, MA: MIT Press, 1991.

12. Fuchs, T. Ecology of the Brain: The Phenomenology and Biology of the Embodied Mind. Oxford: Oxford University Press, 2018.

13. Craig, A. D. How do you feel—now? The anterior insula and human awareness // Nature Reviews Neuroscience, 2009, 10(1), 59–70.

14. Seth, A. K. Being You: A New Science of Consciousness. London: Faber & Faber, 2021.

15. Barrett, L. F. How Emotions Are Made: The Secret Life of the Brain. New York: Houghton Mifflin Harcourt, 2017.

16. Walker, M. Why We Sleep: Unlocking the Power of Sleep and Dreams. New York: Scribner, 2017.

17. Meuret, A. E., Ritz, T. Hyperventilation in panic disorder and asthma: Empirical evidence and clinical strategies // International Journal of Psychophysiology, 2010, 78(1), 68–79.

18. van der Kolk, B. A. The Body Keeps the Score: Brain, Mind, and Body in the Healing of Trauma. New York: Viking, 2014.

19. Ogden, P., Fisher, J. Sensorimotor Psychotherapy: Interventions for Trauma and Attachment. New York: Norton, 2015.

20. Porges, S. W. The Polyvagal Theory. New York: Norton, 2011.

21. Tang, Y.-Y., Hölzel, B. K., Posner, M. I. The neuroscience of mindfulness meditation // Nature Reviews Neuroscience, 2015, 16(4), 213–225.

22. Frankl, V. E. Man's Search for Meaning. Boston: Beacon Press, 2011.

23. Moll, J., de Oliveira-Souza, R. Moral judgments, emotions and the utilitarian brain // Trends in Cognitive Sciences, 2017, 21(8), 572–585.

24. Immordino-Yang, M. H., Christodoulou, J. A., Singh, V. Rest is not idleness: Implications of the brain's default mode for human development and education // Perspectives on Psychological Science, 2012, 7(4), 352–364.

25. Knyazev, G. G. Motivation, emotion, and their neural correlates: From the default mode network to self-related processes // Neuroscience & Biobehavioral Reviews, 2021, 125, 529–540.

26. Farb, N. A., Segal, Z. V., Anderson, A. K. Mindfulness meditation training alters cortical representations of interoceptive attention // Social Cognitive and Affective Neuroscience, 2015, 10(12), 1704–1714.

27. McEwen, B. S. Neurobiological and systemic effects of chronic stress // Trends in Neurosciences, 2017, 40(6), 355–366.

28. Thayer, J. F., Lane, R. D. A model of neurovisceral integration in emotion regulation and dysregulation // Journal of Affective Disorders, 2000, 61(3), 201–216.

29. Lieberman, M. D., Eisenberger, N. I., Crockett, M. J., et al. Putting feelings into words: Affect labeling disrupts amygdala activity // Psychological Science, 2007, 18(5), 421–428.

DOI 10.34660/INF.2025.19.15.059

ИСКУССТВЕННЫЙ ИНТЕЛЛЕКТ В ТЕРАПЕВТИЧЕСКОЙ ПРАКТИКЕ: ПЕРСПЕКТИВЫ И ВЫЗОВЫ

Шамилов Марк Дамирович
студент
Уральский государственный медицинский университет Минздрава России, Екатеринбург, Россия

Бортник Арнольд Евгеньевич
студент
Уральский государственный медицинский университет Минздрава России, Екатеринбург, Россия

Макарочкин Степан Андреевич
студент
Уральский государственный медицинский университет Минздрава России, Екатеринбург, Россия

Хабибулина Марина Михайловна
доцент
Уральский государственный медицинский университет Минздрава России, Екатеринбург, Россия

Аннотация. *Современные достижения последних лет в области больших данных и искусственного интеллекта (ИИ) стимулировали внедрение цифрового двойника человека в здравоохранение. Накопленный опыт, огромные объемы клинических результатов обследований и рост вычислительных мощностей делают возможным создание точной и комплексной модели пациента [1]. Ожидается, что технология цифровой модели (ЦМ) поможет преобразовать медицину, сделав ее более точной на всех этапах – от диагностики и подбора терапии до реабилитации и профилактики [2]. Уже сегодня есть примеры, когда ЦМ улучшают понимание патогенеза заболеваний и позволяют подбирать оптимальное лечение под конкретного пациента, воплощая принципы персонализированной медицины [3,4]. ЦМ позволяет безопасно моделировать течение заболевания, предложить и опробовать различные схемы лечения, а также предсказать исходы, не подвергая риску самого пациента [5].*

Ключевые слова: *искусственный интеллект (ИИ), цифровая модель пациента (ЦМ), телемедицина, персонифицированная медицина.*

Введение

В настоящее время вектор развития здравоохранения однозначно смещается в сторону цифровизации и персонализации, а ЦМ рассматриваются как одна из ключевых технологий ближайшего будущего. Организационные структуры здравоохранения начинают готовиться к их интеграции. Показательно, что Минздрав России в 2025 г. включил цифрового двойника в перечень приоритетных технологий медицины наряду с ИИ и телемедицинскими технологиями [5].

Подобные действия со стороны государства подтверждают признание значимости этого направления и готовность к содействию его развития. Сегодня в разных странах запускаются национальные программы, исследовательские консорциумы и пилотные проекты, объединяющие врачей, IT-специалистов, ученых для апробации технологий на основе ИИ в реальный клинической практике [6,7]. Такие мультидисциплинарные коллаборации призваны как раз решить проблему разобщенности специалистов и обеспечить обмен опытом. Ожидается, что уже в ближайшей перспективе мы увидим рост числа внедрений. Так, по прогнозу Ассоциации медицинского ИИ, к 2026 г. до 15% частных клиник в России начнут применять ЦМ пациентов в повседневной медицинской практике [5]. Медицинские ВУЗы тоже не остаются в стороне и ведущие университеты внедряют симуляторы на основе цифрового двойника в программы обучения, готовя новое поколение врачей, умеющих работать с цифровыми инструментами [5]. Вероятно, в ближайшие 5–10 лет навыки взаимодействия с системами ИИ станут таким же обязательным элементом квалификации врача, как сегодня владение компьютером или умение читать ЭКГ. Указом Президента №490 утверждена «Национальная стратегия развития ИИ на период до 2030 года», которая определяет здравоохранение как приоритетную отрасль для исследований, разработок и внедрения технологий ИИ.

Перспективы. Следует ожидать появления все более сложных и всеобъемлющих ЦМ человека. Эксперты полагают, что первые полномасштабные ЦМ пациента могут быть созданы к середине следующего десятилетия. В России озвучена цель – к 2035 г. получить цифрового двойника человека, сопровождающего его на всех этапах жизни [6]. Это означает, что у каждого пациента потенциально будет свой постоянный виртуальный помощник, начиная от рождения (сбора генетических данных, перинатальной информации) и далее в течение жизни модель будет обновляться медицинскими сведениями, формируя уникальный «портрет» здоровья индивида. Такой двойник сможет предсказывать риски заболеваний задолго до их клиниче-

ского проявления, разрабатывать персонифицированные меры профилактики (например, скорректировать диету или образ жизни с учетом генетических предрасположенностей [20]), подсказывать врачу наилучшие варианты лечения при любом обращении, а в старости прогнозировать инволютивные процессы и рекомендовать геропротективные стратегии [6]. По сути, речь о переходе к персонифицированной медицине, когда каждое решение максимально адаптировано к конкретному человеку.

ЦМ в здравоохранении остаются новой, активно развивающейся областью. Бесспорно, что технология находится на ранней стадии внедрения и требует дальнейших исследований, стандартизации и формирования доказательной базы по эффективности [2].

С точки зрения системного эффекта, широкое внедрение ЦМ способно существенно трансформировать здравоохранение. Во-первых, медицина станет более предиктивной: вместо реагирования на уже случившееся заболевание акцент сместится на прогнозирование и предупреждение. Цифровые двойники, непрерывно мониторируя показатели здоровья, смогут заблаговременно сигнализировать о начинающихся отклонениях. Например, о зарождении опухоли или риске инсульта, что позволит принять меры на доклинической стадии. Во-вторых, здравоохранение станет более персонализированным: уйдет практика «средних» назначений, каждому пациенту терапия будет подбираться с учетом его уникальных особенностей: генетики, полиморбидности, образа жизни и пр., смоделированных в ЦМ. В-третьих, повысится эффективность и безопасность лечения. Виртуальное тестирование избавит от значительной части неэффективных или токсичных вмешательств, уменьшит число ошибок и нежелательных исходов. Это приведет и к экономии ресурсов за счет более короткого срока лечения, уменьшения риска осложнений и количества госпитализаций, что повлечет снижение затрат для ЛПУ, страховых систем и страны в целом [5]. Для пациента выгоды не менее очевидны: сократится количество ненужных процедур и анализов, врач быстрее определится с правильным диагнозом, предложит понятный план лечения, основанный на объективных данных [5]. Подобные меры бесспорно повысят доверие пациентов к медицинским решениям, поскольку врач сможет четко обосновать свои рекомендации результатами моделирования.

На сегодняшний день, научные работы по ЦМ охватывают разнообразные клинические области. Например, G. Coorey и соавт. (2022) предлагают концепцию «здорового цифрового двойника» для кардиологического пациента, в которой виртуальная модель сердца, регулярно получающая данные обследований, предсказывает риск осложнений и помогает оптимизировать выбор терапии при сердечно-сосудистых заболеваниях [8]. Конкретное подтверждение этому появилось в 2024г., когда голландские исследователи

продемонстрировали, что цифровой двойник сердца способен с высокой точностью спрогнозировать эффективность имплантации кардиостимулятора у пациентов с сердечной недостаточностью [9].

Онкология является другой важной областью применения ЦМ, которая используются для *in silico*-тестирования противоопухолевых стратегий. Так, создавая виртуальную модель опухоли конкретного пациента, исследователи могут опробовать различные препараты и их комбинации, чтобы выяснить, какой режим терапии даст наилучший эффект до начала лечения. Таким образом, интеграция геномных данных пациента в онкологического цифрового двойника позволяет прогнозировать ответ опухоли с определенными мутациями на таргетные препараты [10].

Кроме того, ведутся исследования применения ЦМ в реабилитации и управлении хроническими неинфекционными заболеваниями. В обзоре E. Mikołajewska и соавт. (2024) отмечается, что ЦМ, оснащенные ИИ, способны произвести прорыв в физиотерапии и восстановительном лечении [11]. Например, виртуальная модель пациента после инсульта может проигрывать разные сценарии реабилитации и предсказывать индивидуальный отклик на те или иные упражнения [11]. Так, ЦМ, интегрированная с робототехническим тренажером для разработки паретической конечности, следит за показателями усилий и электроэнцефалографии пациента и динамически настраивает уровень поддержки движений, добиваясь максимальной нейропластичности. Первые результаты показывают ускорение восстановления функций по сравнению со стандартным протоколом, за счет точной подстройки под каждого пациента [11].

На основе таких прогнозов система способна рекомендовать персонализированную программу реабилитации, автоматически корректируя ее в реальном времени по мере восстановления больного. Отмечено, что ЦМ может выявлять ранние признаки отклонений или осложнений в ходе восстановления и сигнализировать специалистам о необходимости вмешательства, тем самым реализуя проактивный подход к сопровождению пациента. Одновременно ЦМ служат тренажерами для врачей и физиотерапевтов - с их помощью можно отрабатывать навыки ведения сложных случаев реабилитации в виртуальной среде [11].

В сфере реабилитационной медицины ЦМ используются для сопровождения пациента на протяжении длительного восстановительного лечения. В качестве практического примера можно привести виртуального двойника ортопедического пациента после эндопротезирования сустава. После операции пациенту обычно назначается курс физиотерапии, упражнения, постепенное увеличение нагрузки. В данном случае ЦМ может представлять биомеханическую модель пораженного сустава и конечности в целом, индивидуализированную под параметры пациента. Получая данные с датчиков

(угол сгиба сустава, нагрузка, амплитуда движений, данные о боли) модель оценивает динамику восстановления. Если прогресс идет быстрее ожидаемого, то ЦМ может предложить раньше повысить нагрузку, добавив новые упражнения; если же заметно отставание или появляются тревожные признаки (например, снижение диапазона движений, указывающее на возможное осложнение), система сигнализирует врачу о необходимости коррекции лечения [11]. Таким образом, терапия становится адаптивной в реальном времени.

Архитектура цифрового двойника предполагает непрерывный обмен информацией между физическим пациентом и виртуальной моделью. С одной стороны, модуль сбора данных регулярно обновляет его новыми показателями, в идеале, если это происходит в режиме реального времени, как при телемедицинском мониторинге. С другой – сама модель генерирует предиктивные данные, такие как прогнозы течения болезни, вероятности осложнений, рекомендации по выбору или корректировке терапии. Эти рекомендации передаются врачам и пациенту циклично «физический объект ↔ цифровой объект» [3]. Центры обработки данных, поддерживаемые технологиями ИИ, берут на себя вычислительно трудоемкие задачи анализа полученных данных пациента [1, 12]. В результате стало возможным практически в реальном времени обновлять ЦМ и получать советы по ведению пациента.

Чтобы цифровые модели эффективно работали в клинике, им необходима совместимость с существующими системами. Одним из решающих факторов успеха станет стандартизация. ЦМ должна интегрироваться с электронными медицинскими картами, системами обязательного/добровольного медицинского страхования, регистрами и т.д., что требует единых форматов данных. Понимая это, профессиональное сообщество приступило к разработке стандартов и нормативов для медицинских цифровых двойников [13]. Предполагается, что стандарт установит общие требования к созданию и использованию таких моделей, а также классифицирует возможные области применения – от повышения качества медпомощи до обучения персонала и научных исследований [13].

Отдельно следует рассмотреть этические и правовые аспекты. Немаловажны и вопросы кибербезопасности при реализации ЦМ. Поскольку в модель загружаются конфиденциальные медицинские данные, то необходимо обеспечить их защиту на всех этапах – от сбора и передачи данных до их хранения. Пациенты должны быть уверены, что их цифровая копия и все данные в ней надежно защищены от несанкционированного доступа. На сегодняшний день проблема решается применением методов анонимизации, шифрования каналов связи, строгой системой разграничения доступа к модели.

Следует отметить, что ЦМ может служить инструментом телемедицины. Так, в виртуальной модели могут «встречаться» врач и пациент на расстоянии. Например, пациент выполняет дома упражнения, а данные с его носимых сенсоров поступают в ЦМ, и реабилитолог в другом городе через интерфейс видит в режиме реального времени, как продвигается занятие, корректируя упражнения через платформу. Это особенно ценно для удаленных или маломобильных пациентов, где очный визит затруднен [11]. ЦМ обеспечивает при этом объективный контроль за соблюдением назначений, так как «видит» все параметры активности пациента, и может напоминать или мотивировать больного к выполнению программы. Визуализация собственного прогресса на экране (например, виртуальная модель, показывающая улучшение объема движений или силы мышц со временем) повышает у пациентов приверженность к реабилитации [11].

Вызовы. Несмотря на значительный прогресс, на пути широкого внедрения ЦМ в терапевтической практике есть ряд серьезных вызовов. Так, базовая цифровизация медицинских учреждений недостаточна: согласно отчету Минздрава России, только 35% российских клиник в 2024 г. вели электронные медицинские истории болезней в полном объеме [5], медицинские данные часто фрагментированы и не структурированы. Многие попрежнему полагаются на бумажную документацию или частично дублируют данные, что затрудняет агрегирование информации для ЦМ. Кроме того, разные информационные системы могут быть несовместимы между собой, а отсутствие единого стандарта мешает свести лабораторные, клинические, фармакологические и прочие данные воедино. Даже при наличии данных важна их достоверность, поскольку ошибки и пропуски в исходной информации могут повлечь неточность создания ЦМ. Таким образом, пока не будут решены вопросы стандартизации медицинских данных и наполнения электронных баз, полноценное создание ЦМ для большинства пациентов остается затруднительным.

Также сказывается дефицит врачебных кадров и неготовность медицинского персонала к использованию новых информационных технологий на основе ИИ в повседневной деятельности [14, 15]. Важно, чтобы интерфейс ЦМ был понятен врачу, интегрирован в привычный клинический рабочий процесс, иначе технология будет отвергнута из-за сложности ее восприятия.

Одной из ключевых являются организационные проблемы. Многие медицинские учреждения просто не имеют ресурсов для внедрения и поддержки ЦМ. Внедрение современных технологий на основе ИИ является ресурсозатратным процессом, требующим инвестиций. Не у всех ЛПУ есть возможность закупить необходимое оборудование и программное обеспечение. Требуются не только мощные серверы и программное обеспечение, но и специалисты – аналитики данных, биомедицинские инженеры, IT-

разработчики, разбирающиеся и в медицине, и в технологиях ИИ. В настоящее время лишь немногие ведущие клиники и исследовательские центры располагают подобными командами. Кроме того, необходимо обучить и существующий медицинский персонал работе с новым инструментом. Однако, экономисты считают, что текущие большие расходы на создание ЦМ в перспективе сократят затраты на лечение за счет профилактики развития осложнений.

Требуется преодолеть каждое из этих препятствий, чтобы инновация перешла из разряда экспериментальных в разряд повседневных клинических инструментов.

Заключение. Таким образом, ЦМ в терапевтической практике представляют собой мощный инструмент, способный качественно изменить подход к лечению. Позволяет перенести здоровье пациента в виртуальную среду, где ошибки не стоят жизни и благополучия. Уже продемонстрированы примеры успешного применения ЦМ в кардиологии, онкологии, неврологии, реабилитации, подтверждающие, что эта технология может повысить эффективность и безопасность медицинской помощи.

Вместе с тем, на пути широкого внедрения технологии лежит немало преград - от технических до нормативно-этических. Необходимы стандарты, доказательная база и доверие со стороны пациентов и медицинского сообщества. Текущее развитие дел позволяет с оптимизмом смотреть на будущее. Интерес исследователей и инвесторов растет, а государство осознает важность направления и выстраивает необходимые условия для реализации инициатив. Если усилия разработчиков, врачей и регуляторов будут сведены воедино, то в ближайшее десятилетие ЦМ смогут стать привычной частью клинической практики. Врач будущего станет работать в тандеме со своим «цифровым коллегой» – моделью пациента, которая будет предлагать понятные решения. В свою очередь, пациенты получат персонализированный и предсказуемый подход при их сопровождении на всех этапах диагностики и лечения заболеваний.

Таким образом, роль ЦМ в терапевтической практике заключается в предоставлении нового уровня контроля над ходом диагностического и лечебного процесса. Это пример того, как слияние медицины и новых высоких технологий способно вывести здравоохранение на новый уровень развития, где индивидуальные особенности каждого человека станут отправной точкой для всего процесса оказания медицинской помощи.

Литература/References

1. Rodriguez-Gonzalez A.B., Chitimalli S., Mohan S. et al. Medical Digital Twin: A Review on Technical Principles and Clinical Applications. J.Clin. Med.2025;14(2):324. DOI:10.3390/jcm14020324

2. Katsoulakis E., Wang Q., Wu H. et al. Digital twins for health: a scoping review. NPJ Digit Med. 2024; 7: 77. DOI: 10.1038/s41746-024-01073-0

3. Kagadis G.C., Kloukinas C., Moore K. et al. Digital Twins' Advancements and Applications in Healthcare,Towards Precision Medicine. J. Pers. Med. 2024; 14(11): 1234. DOI:10.3390/jpm14111234

4. Тайц Б.М. «10П медицина» в решении вопросов снижения смертности, увеличения продолжительности и повышения качества жизни пожилого населения. Клиническая геронтология. 2021; 27 (11-12): 76–9 [Tayts B.M. «P10 Medicine» for lower mortality, longer life expectancy and better quality of life in elderly people. Clin Gerontol. 2021; 27 (11-12): 76–9 (in Russ.)]. DOI: 10.26347/1607-2499202111-12076-079

5. Малов Д. Как цифровые двойники меняют диагностику в медицине. РБК Компании от 14.04.25 [Электронный ресурс]. [Malov, D. How digital twins are changing diagnostics in medicine. RBC Companies, April 14, 2025 [Electronic resource]. (in Russ.)]. URL: https://companies.rbc.ru/news/MCGKSBhzxH/kak-tsifrovyie-dvojniki-menyayut-diagnostiku-v-meditsine/

6. Через 10 лет в России может появиться цифровой двойник человека. Newprospect.ru от 22.11.24 [Электронный ресурс] [In 10 years, Russia may see the emergence of digital human doubles. Newprospect.ru, 22 November 2024 (in Russ.)]. URL: https://newprospect.ru/news/cherez-10-let-v-rossii-mozhet-poyavitsya-czifrovoj-dvojnik-cheloveka

7. Селиверстов П.В., Шаповалов В.В., Алешко О.В. Внедрение телемедицинских технологий на основе искусственного интеллекта в практику оказания амбулаторно-поликлинической помощи для проведения медицинского осмотра. Медицинский алфавит. 2023; 28: 44–9 [Seliverstov P.V., Shapovalov V.V., Aleshko O.V. Introduction of telemedicine technologies based on artificial intelligence into practice of providing outpatient care for medical examination. Medical alphabet. 2023; 28: 44–9 (in Russ.)]. DOI: 10.33667/2078-5631-2023-28-44-49

8. Coorey G., Figtree G.A., Fletcher D.F. et al. The health digital twin to tackle cardiovascular disease – a review of an emerging interdisciplinary field. NPJ Digit Med. 2022; 5: 126. DOI: 10.1038/s41746-022-00640-7

9. Digital twin of heart patient can correctly predict outcomes of medical treatment. Maastricht University News, January 30, 2024 [Electronic resource]. URL: https://www.maastrichtuniversity.nl/news/digital-twin-heart-patient-can-correctly-predict-outcomes-medical-treatment

10. Wu H., Wang J., Liu M. et al. From virtual to reality: innovative practices of digital twins in tumor therapy. J Transl Med. 2025; 23: 100. DOI: 10.1186/s12967-025-06371-z

11. Mikołajewska E., Prokopowicz P., Mikołajewski D. et al. Applications of Artificial Intelligence-Based Patient Digital Twins in Decision Support in Rehabilitation and Physical Therapy. Electronics. 2024; 13 (24): 4994. DOI: 10.3390/electronics13244994

12. Селиверстов П.В., Бакаева С.Р., Шаповалов В.В. Оценка рисков социально значимых хронических неинфекционных заболеваний с использованием телемедицинской системы. Врач. 2020; 31 (10): 68–73 [Seliverstov P., Bakaeva S., Shapovalov V. A telemedicine system in the assessment of risks for socially significant chronic non-communicable diseases. Vrach. 2020; 31 (10): 68–73 (in Russ.)]. DOI: 10.29296/25877305-2020-10-13

13. В России создадут стандарт для цифровых медицинских двойников. Медвестник от 24.10.24 [Электронный ресурс] [Russia to create standard for digital medical twins. Medvestnik, 24 October 2024 [Electronic resource] (in Russ.)]. URL: https://medvestnik.ru/content/news/V-Rossii-sozdadut-standart-dlya-cifrovyh-medicinskih-dvoinikov.html

DOI 10.34660/INF.2025.85.48.060

МРТ ОЦЕНКА В ДИАГНОСТИКЕ РАКА МОЧЕВОГО ПУЗЫРЯ

Амангельдыев А.А.,
Улукбеков А.У.
Кыргызско-Российский Славянский университет,
Бишкек, Кыргызстан

Аннотация. *Рак мочевого пузыря входит в десятку наиболее распространённых видов рака, особенно у мужчин, у которых заболеваемость примерно в 4-5 раза чаще встречается чем у женщин. Магнитно-резонансная томография позволяет выявить распространённость опухолевого процесса и оценивать ход лечебного процесса. В статье приведены результаты оценки опухоли мочевого пузыря с помощью МРТ после проведения неоадьювантной химиотерапии.*

Ключевые слова*: рак мочевого пузыря, диагностика, магнитно-резонансная томография, визуализация.*

Введение. Рак мочевого пузыря входит в число наиболее часто диагностируемых видов рака во всем мире, причем примерно в 25% случаев это мышечно-инвазивный рак мочевого пузыря (МИРМП) [1]. Установленный стандарт лечения МИРМП включает неоадъювантную химиотерапию (НАХТ) с последующей радикальной цистэктомией. Однако частота побочных эффектов, связанных с радикальной цистэктомией, заметно высока и составляет от 49,1% до 69,0% [2]. Кроме того, некоторые пожилые пациенты из-за возрастного снижения функций или сопутствующих заболеваний могут не быть подходящими кандидатами для радикальной цистэктомии. Следовательно, все больше внимания уделяется методам сохранения мочевого пузыря при МИРМП [3]. Исследования показали, что методы лечения, сохраняющие мочевой пузырь, могут давать благоприятные онкологические результаты, при этом 5-летняя выживаемость пациентов, хорошо отвечающих на НАХТ, составляет от 64 до 87% [4]. Таким образом, крайне важно определить наличие остаточной опухоли и ее инвазию в мышечную оболочку для локального рестадирования после неоадъювантной терапии.

Для повторного стадирования рака мочевого пузыря после НАХТ широко применяется трансуретральная резекция опухоли мочевого пузыря

(ТУРМП). Однако надежность ТУРМП при клиническом повторном стадировании после НАХТ снижается, поскольку она ложно занижает стадию у 32% пациентов по сравнению с окончательными результатами патологоанатомического исследования после радикальной цистэктомии [5]. Следовательно, существует острая необходимость в разработке точного подхода к клиническому повторному стадированию после НАХТ у пациентов с ИРМП.

Магнитно-резонансная томография (МРТ) широко используется для локорегиональной стадийности рака мочевого пузыря из-за ее неинвазивной природы, воспроизводимости и превосходного контраста мягких тканей. В 2018 году была введена Система отчетности и данных по визуализации пузыря (VI-RADS) для стандартизации визуализации и отчетности. Многочисленные исследования подтвердили надежную диагностическую эффективность VI-RADS при оценке риска инвазии мышечной ткани при первичном раке мочевого пузыря. В то время как система оценки неоадъювантной химиотерапии VI-RADS была разработана для оценки ответа на лечение у пациентов с ИРМП, большинство исследований было сосредоточено на нелеченных случаях рака мочевого пузыря. Следовательно, растет интерес к определению надежности VI-RADS для повторного стадирования после НАХТ [6, 7, 8]. Насколько нам известно, только одно исследование продемонстрировало благоприятную диагностическую эффективность VI-RADS у пациентов после лечения, перенесших ТУР, частичную цистэктомию, НАХТ и внутрипузырную инстилляционную терапию [9].

Цель исследования - изучение эффективности VI-RADS в оценке инвазии в мышечную ткань у пациентов с раком мочевого пузыря после НАХТ.

Методы и материалы. Этический комитет одобрил проведение данного ретроспективного исследования и было получено письменное информированное согласие. Пациенты с раком мочевого пузыря, участвовавшие в одноцентровом исследовании (2021 по 2024 гг.) были подвергнуты ретроспективному анализу. Всем был поставлен клинический диагноз МИРМП (клиническая стадия T2-4aN0M0), подтвержденный цистоскопической биопсией. Перед НАХТ все пациенты прошли многопараметрическую МРТ. Рентгенологи использовали систему оценок VI-RADS для оценки трех последовательностей изображений: T2-взвешенное изображение (T2WI), диффузионно-взвешенное изображение (DWI) и динамическое контрастное усиление (DCE).

Схема НАХТ включала гемцитабин и цисплатин. После НАХТ пациентам проводилась одна из следующих схем лечения: трансуретральная резекция мочевого пузыря (ТУР) с сопутствующей химиолучевой терапией. При проведении ТУР мочевого пузыря (ТУР) участок ткани детрузорной мышцы у основания опухоли подвергался индивидуальному гистопатологическому исследованию для подтверждения инвазии в детрузорную мышцу.

Результаты исследования. МРТ-обследование проводилось с использованием сканера 3,0 Т с восьмиканальной фазированной катушкой для тела в положении лежа на спине. Последовательности МРТ включали двумерные быстрые спин-эхо или PROPELLER T2-взвешенные последовательности в аксиальной, коронарной и сагиттальной плоскостях без подавления жира, аксиальную T2-взвешенную визуализацию с подавлением жира, аксиальную DWI со значениями b от 0 до 1000 с/мм2 и аксиальную DCE-визуализацию с подавлением жира. DCE-визуализацию проводили после внутривенной инъекции контрастного вещества. Ранняя фаза DCE-визуализации была получена через 20 с после инъекции контрастного вещества, затем следовали четыре последовательные последовательности, полученные каждые 30 с. Для достижения умеренного наполнения мочевого пузыря пациентам было рекомендовано опорожнить мочевой пузырь за 1 час до сканирования, а затем выпить 500 мл воды. Пациентам без противопоказаний к спазмолитикам вводили 1 мл скополамина бутилбромида внутримышечно за 10 минут до МРТ-исследования.

Анализ изображений. Рентгенолог отбирал поражения с самой высокой стадией T, изучая хирургические записи, результаты патологоанатомического исследования и изображения. Для опухолей с одинаковой стадией T выбиралась самая крупная. В конечном итоге каждому пациенту присваивался балл VI-RADS, отражающий общий риск инвазии в мышцу детрузора. Оценка проводилась по пятибалльной системе в строгом соответствии с критериями VI-RADS, описанными в литературе [19]. Все участники исследования не были осведомлены о клинической истории болезни пациента, типе операции и результатах патологоанатомического исследования.

Статистический анализ. Категориальные данные были представлены в виде чисел и пропорций, в то время как непрерывные переменные были показаны как среднее значение ± стандартное отклонение. Согласие между читателями оценивалось с использованием статистики взвешенной каппы, где значение каппы до 0,20 указывало на слабое согласие, 0,21–0,40 обозначало удовлетворительное согласие, 0,41–0,60 предполагало умеренное согласие, 0,61–0,80 указывало на существенное согласие и 0,81 или выше представляло отличное согласие. Анализ кривой рабочей характеристики приемника (ROC) использовался для оценки эффективности оценок VI-RADS в прогнозировании мышечно-инвазивных опухолей. Оптимальные пороговые баллы VI-RADS были определены на основе индекса Youden. Оценивались такие параметры, как площадь под ROC (AUC), чувствительность, специфичность, точность, положительная прогностическая ценность и отрицательная прогностическая ценность. Объединенные (усредненные по читателям) диагностические результаты и AUC VI-RADS определялись с использованием

анализа многофакторной ROC-кривой для многих читателей [29]. Двустороннее p-значение менее 0,05 считалось статистически значимым.

Первоначально для включения в исследование рассматривалось 59 пациентов с множественным раком мочевого пузыря (МИРМП) (клиническая стадия T2-4aN0M0). Перед началом НАХТ все пациенты прошли обследование с помощью МРТ, компьютерной томографии и урографии грудной и брюшно-тазовой полостей, а также были обследованы мультидисциплинарной командой специалистов с определением клинической стадии Т. Были исключены следующие категории пациентов: (a) 4 пациента, которым не проводилась операция; (b) 2 пациента без контрастного МРТ после NAC; (c) 6 пациентов без очагов, обнаруженных на МРТ после NAC; и (d) 1 пациент с индексом VI-RADS опухоли менее 4 на МРТ до NAC. Таким образом, в окончательный анализ было включено 46 пациентов (средний возраст: 61 год ± 9 [стандартное отклонение]; возрастной диапазон: 39–70 лет; 42 мужчины). Из 46 пациентов, получавших лечение НАХТ, 24 (52%) перенесли трансуретральную резекцию мочевого пузыря с сопутствующей химиотерапией или лучевой терапией, 4 (9%) перенесли частичную цистэктомию с тазовой лимфаденэктомией и 18 (39%) перенесли радикальную цистэктомию.

Патологические данные показали, что у 21 из 46 пациентов (46%) был МИРМП (Т2 или выше), в то время как у 25 из 46 (54%) был неинвазивный РМП (Т1 или ниже). Из этих пациентов у 32 (70%) была одна опухоль, а у 14 (30%) — множественные опухоли. Подслизистое линейное усиление на DCE наблюдалось у 11 из 46 (24%) опухолей. Среди этих 11 опухолей непрерывное подслизистое линейное усиление отмечалось у 6 опухолей (55%) с патологическим подтверждением немышечно-инвазивного рака мочевого пузыря. Из оставшихся 5 опухолей с прерывистым подслизистым линейным усилением одна опухоль (20%) была немышечно-инвазивной, а четыре опухоли были мышечно-инвазивными. Средний временной интервал между МРТ после НАК и оценкой патологической стадии до операции составил 14 дней (диапазон: от 8 до 37 дней). Седний возраст пациентов составил 63,1 ± 9,3 лет. Диапазон возраста колебался от 45 до 77 лет. По полу было 40 мужчин и 19 женщин. В 95% случаев опухоли были первичными, а в 5% рецидивными.

При оценке критерии VI-RADS 1 или VI-RADS 2 не было ИРМП. Инвазивный рак мочевого пузыря присутствовал в 11–18% случаев, оцененных как VI-RADS 3, в 55–70% случаев, оцененных как VI-RADS 4, и в 92–100% случаев, оцененных как VI-RADS 5. У всех участников исследования значение AUC варьировалось от 0,904 до 0,955, статистически значимых различий не наблюдалось. Обобщённая AUC для прогнозирования мышечной инвазии составила 0,945 (95% ДИ: 0,893–0,977) для опытных участников исследования, 0,910 (95% ДИ: 0,831–0,959) для неопытных участников иссле-

дования и 0,932 (95% ДИ: 0,892–0,961) для всех участников исследования ($p > 0,05$). Согласно индексу Youden, оптимальный пороговый балл для прогнозирования инвазии в мышцы составил ≥ VI-RADS 4. Объединенная чувствительность, специфичность, точность, положительная прогностическая ценность и отрицательная прогностическая ценность были следующими: 93,7% (диапазон 90,5–95,2%), 82,7% (диапазон 72,0–88,6%), 87,7%, 82,0% и 93,9%.

Заключение. Опухоли, оцененные по шкалам VIR-RADS 1 и VIR-RADS 2, не показали риска инвазии в мышцы, поэтому щадящую терапию мочевого пузыря можно считать первоначальным выбором для пациентов с таким показателем ≤ 2. В клинической практике может оказаться более разумным оценивать мышечную инфильтрацию, используя пороговое значение ≥ 4 для пациентов после предоперационной химиотерапии.

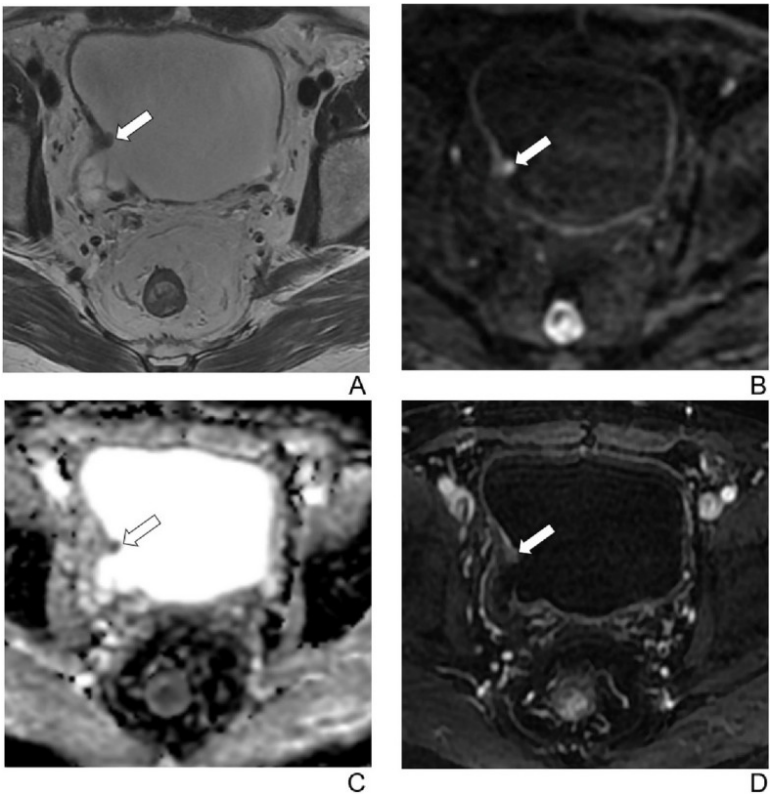

Рисунок 1. *Заключение VI-RADS при мышечно-инвазивном раке мочевого пузыря*

Видно, что авторы продемонстрировали точную оценку инвазии мышц у пациентов с ИРМП после лечения НАХТ, показав хорошую диагностическую эффективность среди пользователей с разным уровнем опыта. Пациент после 3 курсов НАХТ с последующей трансуретральной резекцией опухоли мочевого пузыря. На аксиальном Т2-взвешенном снимке показана эндофитная опухоль, распространяющаяся на внепузырную жировую клетчатку с левой стороны мочевого пузыря. B - Изображение, взвешенное по осевой диффузии (b = 1000), и (C) изображения с видимым коэффициентом диффузии показывают прерывистый сигнал промежуточной интенсивности, характерный для мышц. D - на аксиальном снимке с контрастированием видно, что опухоль на ранних стадиях распространяется на всю стенку мочевого пузыря и на внепузырную жировую клетчатку с левой стороны мочевого пузыря. Итоговая оценка по шкале VIRADS составила 5 баллов. Гистопатология подтвердила мышечно-инвазивный РМП.

Список литературы

1. Sung H, Ferlay J, Siegel RL, et al. Global Cancer Statistics 2020: GLOBOCAN Estimates of Incidence and Mortality Worldwide for 36 Cancers in 185 Countries. CA Cancer J Clin. 2021;71(3):209–249. doi: 10.3322/caac.21660.

2. Smith AB, Deal AM, Woods ME, et al. Muscle-invasive bladder cancer: evaluating treatment and survival in the National Cancer Data Base. BJU Int. 2014;114(5):719–726. doi: 10.1111/bju.12601.

3. Flaig TW. NCCN Guidelines Updates: Management of Muscle-Invasive Bladder Cancer. J Natl Compr Canc Netw. 2019;17(5.5):591–593. doi: 10.6004/jnccn.2019.5017. [

4. Parekh DJ, Reis IM, Castle EP, et al. Robot-assisted radical cystectomy versus open radical cystectomy in patients with bladder cancer (RAZOR): an open-label, randomised, phase 3, non-inferiority trial. Lancet. 2018;391(10139):2525–2536. doi: 10.1016/S0140-6736(18)30996-6.

5. Yu HY, Hevelone ND, Lipsitz SR, et al. Comparative analysis of outcomes and costs following open radical cystectomy versus robot-assisted laparoscopic radical cystectomy: results from the US Nationwide Inpatient Sample. Eur Urol. 2012;61(6):1239–1244. doi: 10.1016/j.eururo.2012.03.032.

6. Winters BR, Wright JL, Holt SK, et al. Health Related Quality of Life Following Radical Cystectomy: Comparative Analysis from the Medicare Health Outcomes Survey. J Urol. 2018;199(3):669–675. doi: 10.1016/j.juro.2017.08.111.

7. Woo S, Suh CH, Kim SY, Cho JY, Kim SH. Diagnostic performance of MRI for prediction of muscle-invasiveness of bladder cancer: A systematic review and meta-analysis. Eur J Radiol. 2017;95:46–55. doi: 10.1016/j.ejrad.2017.07.021.

8. Huang L, Kong Q, Liu Z, Wang J, Kang Z, Zhu Y. The Diagnostic Value of MR Imaging in Differentiating T Staging of Bladder Cancer: A Meta-Analysis. Radiology. 2018;286(2):502–511. doi: 10.1148/radiol.2017171028.

9. Panebianco V, Narumi Y, Altun E, et al. Multiparametric Magnetic Resonance Imaging for Bladder Cancer: Development of VI-RADS (Vesical Imaging-Reporting And Data System) Eur Urol. 2018;74(3):294–306. doi: 10.1016/j.eururo.2018.04.029.

DOI 10.34660/INF.2025.39.99.061

ИЗМЕНЧИВОСТЬ СЕРДЕЧНОГО РИТМА В ПРАКТИКЕ ОНКОГИНЕКОЛОГИИ

Макимбетова Ч.Э.
Кыргызско-Российский Славянский университет им первого Президента РФ Б.Н. Ельцина
Кожомбердиев Б.А.
Национальный центр онкологии и гематологии МЗ КР, г. Бишкек, Кыргызстан

Аннотация. *Изучена изменчивость сердечного ритма по спектральному анализу у больных с онкогинекологическими заболеваниями в процессе хирургического вмешательства (n=78). Изменчивость сердечного ритма изучалась с помощью исследования спектрального анализа на специальном ритмографе. Обнаружено, что увеличение влияния симпатической нервной системы снижает тотальную мощность, а увеличение влияния парасимпатической нервной системы способствует обратному механизму действия. Низкочастотные и высокочастотные колебания после операции уменьшились статистически достоверно, а симпатовагальный индекс значительно повысился (p < 0,001). Следовательно, усиливалось влияние симпатического отдела вегетативной нервной системы. Общая мощность спектра частот в динамике хирургического вмешательства уменьшилась. Изучение вариабельности сердечного ритма у больных со злокачественными опухолями является важным для выяснения прогностических возможностей сердечно-сосудистой системы в динамике оперативного вмешательства у онкологических больных, что может влиять на результаты лечения, возникновение осложнений и частоту выживаемости.*

Ключевые слова: *сердечный ритм, изменчивость, опухоли женских половых органов, спектр, частоты, вегетативная регуляция.*

Annotation. *Heart rate variability was studied by spectral analysis in patients with oncogynecological diseases during surgery (n=78). The variability of the heart rate was studied using a spectral analysis study on a special rhythmograph. It was found that an increase in the influence of the sympathetic nervous system reduces total power, and an increase in the influence of the parasympathetic nervous system contributes to the reverse mechanism of action. Low-frequency and*

high-frequency fluctuations decreased statistically significantly after surgery, and the sympathovagal index increased significantly ($p < 0.001$).. Consequently, the influence of the sympathetic division of the autonomic nervous system increased. The total power of the frequency spectrum in the dynamics of surgical intervention decreased. The study of heart rate variability in patients with malignant tumors is important for clarifying the prognostic capabilities of the cardiovascular system in the dynamics of surgical intervention in cancer patients, which may affect treatment outcomes, the occurrence of complications and the survival rate.

Keywords: *heart rate, variability, tumors of the female genital organs, spectrum, frequencies, autonomic regulation.*

Введение. Операция является значительным стрессом для организма, при котором последний пытается адаптироваться к наркозу и операции [1]. В механизм реагирования включаются многие функционирующие органы и системы. Не является исключением и регуляция сердечно-сосудистой системы, в которой значительную роль играет сердечный ритм. Вариабельность сердечного ритма позволяет оценить состояние вегетативной нервной системы у различной категории людей в норме и патологии [2]. Особенности состояния вегетативной нервной системы у онкологических больных изучены недостаточно. Также не до конца разработаны инструменты изучения статуса вегетативной регуляции. Исследование вариабельности сердечного ритма может стать методом оценки состояния вегетативной нервной системы на различных стадиях опухолевого процесса, диагностики и лечения рака [3]. Необходимо отметить, что состояние адаптационных возможностей или резервов организма онкологического больного могут влиять на течение оперативного вмешательства, ближайшие и отдаленные результаты, то есть, в целом на прогноз заболевания. Исследователями показано, что генерализованная совокупность спектра частот также является зеркальным отражением активности вегетативного воздействия на сердечный ритм [4]. В доступной литературе имеется незначительное количество работ, в которых изучается вариабельность сердечного ритма у онкологических больных. Однако, в некоторых показано, что в ближайшем послеоперационном периоде у больных со злокачественными новообразованиями, например, раке желудка, наблюдались напряжения регуляторных механизмов и значительная активация симпатической нервной системы [5].

По мнению Cherifi F. и др. (2022) выявление новых модифицируемых прогностических маркеров важно при раке яичников. Низкая парасимпатическая активность связана с воспалением, окислительным стрессом и активацией симпатической нервной системы. Предыдущие исследования показали, что низкая активность блуждающего нерва, измеряемая низкой вариабельностью сердечного ритма, может предсказывать плохой прогноз рака.

В двухцентровом ретроспективном исследовании были включены пациенты с диагнозом серозный рак яичников, у которых измеряли вариабельность сердечного ритма по ЭКГ с использованием параметров стандартного отклонения интервалов сердцебиения от нормы. Авторы обнаружили, что низкая вариабельность сердечного ритма была связана с ухудшением общей выживаемости у пациентов с раком яичников, что подтверждает предыдущие исследования о прогностической роли изучения вариабельности сердечного ритма при раке [6].

Цель исследования – изучить изменчивость сердечного ритма по данным спектрального анализа ритмограмм у пациенток раком шейки, тела матки и яичников в процессе хирургического вмешательства.

Материал и методы исследования. Исследование проспективное, когортное и проведено на базе отделений онкогинекологии и анестезиологии с реанимацией Национального центра онкологии и гематологии Министерства здравоохранения Кыргызской Республики за период с 2017 по 2018 гг. Материалом обследования явились 78 пациенток со злокачественными новообразованиями шейки, тела матки и яичников. Вариабельность сердечного ритма изучалась с помощью исследования спектрального анализа на специальном ритмографе.

Результаты исследования. Изучение совокупности всех значений физической величины в виде изменчивости ритма сердца предусматривал описание характеристики силы или мощности цветовых волн. Важным было также исследование симпатикус (симпатической деятельности) и парасимпатикус (парасимпатического влияния) в регулировании процесса. Генерализованная совокупность спектра характеризовала изменчивость ритма сердца в определенном диапазоне. Этот ранг обычно колеблется в пределах от 0,003 до 0,40 Гц.

Выявлено, что увеличение влияния симпатикус снижает тотальную мощность, а увеличение парасимпатикус способствует обратному механизму действия (рис. 1). Перед началом операции пациенты испытывали тревогу, волнение, что проявлялось в повышении общей мощности спектра, т.е. в выраженной гиперсимпатикотонии. При этом наблюдалась высокая активность симпатического отдела вегетативной нервной системы (1148,31 ± 150,22 мс²). В послеоперационном периоде происходит истощение симпато-адреналовой активности, а напряжение психоэмоционального состояния снижается (635,95±118,57 мс²). При сравнении средних значений общей мощности сердечного ритма в динамике исследования, разность их оказалась статистически достоверно значимой.

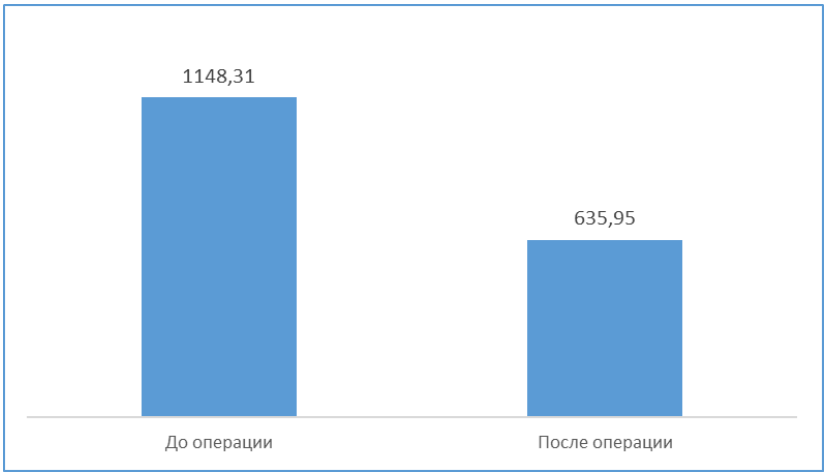

Рисунок 1. *Общая мощность сердечного ритма у пациенток со злокачественными опухолями гениталий до и после операции*

Наблюдение за совокупностью цветовых полос (спектров) изменчивости темпа сердца у больных раком (до и после операции) в диапазоне сверхнизких частот было детализировано следующее (табл. 1). При этом показано, что VLF Мсек 2 (частота от 0,003 до 0,04 Гц) изменялись в зависимости от времени изучения – до или после операции. Почему это происходило с физиологической или патологической точки зрения не было ясно. Возможно, было воздействие влияния почечно-сосудисто-суживающей или надпочечниковой системы. Также могло иметь место влияние гормонов надпочечника (катехоламинов) или других факторов.

Таким образом, согласно полученным данным, средние величины VLF или сверхнизких частот, а именно его колебаний уменьшились, причем статистически достоверно ($p<0,001$). Это свидетельствовало о выраженных изменениях в функционировании парасимпатикус.

Таблица 1

Очень низкочастотные колебания сердечного ритма у пациенток со злокачественными опухолями гениталий до и после операции

Показатель	**VLF очень низкочастотные колебания (М/сек2)**		
	До операции	**После операции**	**Достоверность**
Среднее	591,76	293,825	p<0,001
Станд. ошибка	73,233	27,89	(t=3,81)

Далее мы проанализировали совокупность цветовой периодичности (частоты) колебаний в пределах низких значений или low frequency. При этом ранг колебаний равняется 0,04 - 0,15 Гц. Данный вид периодичности колебаний по возникновению или природе носил смешанный характер, т.е. связан, как с симпатическим, так и парасимпатическим механизмом регуляции. А по патогенезу происхождения данные изменения имели механизм деятельности барорефлексов.

Усредненные величины низкопериодических колебаний или low frequency до операции равнялись 342,033 ± 63,48мс², а после они уменьшились более, чем в два раза. Статистический подсчет показал, что разница ощутима, причем статистически значимо (табл. 2).

Таблица 2

Низкочастотные колебания сердечного ритма у пациенток со злокачественными опухолями гениталий до и после операции

Показатель	**LF низкочастотные колебания (М/сек2)**		
	До операции	**После операции**	**Достоверность**
Среднее	342,033	142,18	p<0,05
Станд. ошибка	63,48	30,38	(t=2,86)

Вагусная активность измерялась по такому показателю, как low frequency normal (LF normal), которая определялась в процентах. При вычислении и измерении данного показателя изменения в динамике хирургического лечения были незначительными и не существенными (табл. 3).

Таблица 3

Нормализованная мощность низких частот сердечного ритма у пациенток со злокачественными опухолями гениталий до и после операции

Показатель	**LF низкочастотные колебания (М/сек2)**		
	До операции	**После операции**	**Достоверность**
Среднее	56,44	61,39	P>0,05
Станд. ошибка	6,04	2,68	(t=0,7)

При рассмотрении другого показателя, такого как размахи высоких частот или high frequency, измеряемого в миллиметрах в секунду в квадрате, были получены весьма интересные данные.

Усредненные значения данного показателя достоверно снизились почти в три раза после агрессивного лечебного вмешательства, каким является травматическое по свое природе операция. High frequency normal или высокочастотная мощность в совокупности цветовых полос ритма сердца также уменьшилась в результате оперативного вмешательства у больных в обследуемой группе. Уменьшение усредненных величин было выраженным.

Заключение. Изменчивость сердечного ритма — это естественное изменение времени между последовательными ударами сердца, которое отражает работу автономной нервной системы и является показателем здоровья. Высокая ВСР обычно указывает на хорошую адаптивность организма, в то время как низкая ВСР может свидетельствовать о стрессе, переутомлении или заболеваниях. На нее влияют такие факторы, как возраст, пол, уровень физической активности, сон, психоэмоциональное состояние и наличие хронических заболеваний, таких как наличие злокачественного процесса.

Список литературы

1. Машкович К А. Дневные колебания вариабельности сердечного ритма у студентов с головной болью напряжения: дис. ... канд. мед. наук. Казань, 2018. 157 с.

2. Калабин О. В. Вариабельность сердечного ритма, центральная и периферическая гемодинамика у спортсменов, занимающихся пауэрлифтингом: дис. ... канд. мед. наук. Москва, 2018. 139 с.

3. Chen Y.T., Ho C.T., Hsu H.S. Objective Palliative Prognostic Score among Patients with Advanced Cancer. Journal Pain Symptom Manage. 2014. vol. 24. P.0885-3924.

4. Giese-Davis J, Wilhelm FH, Tamagawa R, Palesh O., Neri E., Taylot C.B., Kraemer H.C., Spiegel D. Higher vagal activity as related to survival in patients with advanced breast cancer: an analysis of autonomic dysregulation. Psychosomatic Medicine. 2015. vol. 77 (4). P.346–355.

5. Головкин Е. Ю. Оценка вариабельности сердечного ритма при хирургическом лечении больных раком желудка: дис. ... канд. биол. наук. Москва, 2007. 157 с.

6. Cherifi F., Lefevre Arbogast S., Font J., Abdeddaim C., Becourt S., Penel N., Coquan E., Lequesne J., Gidron Y., Joly F. The promising prognostic value of vagal nerve activity at the initial management of ovarian cancer. Front Oncology. 2022. vol. 29. No 12. P.1049970. doi: 10.3389/fonc.2022.1049970.

DOI 10.34660/INF.2025.53.70.062

ОЦЕНКА САНИТАРНО-ГИГИЕНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ В НИЗОВЬЯХ РЕКИ СЫРДАРЬИ

Мустафаева Минайым Батыркызы
докторант PhD
Южно-Казахстанский государственный университет имени М. Ауэзова
Мустафаев Жумахан Сулейменович
доктор технических наук, профессор
АО «Институт географии и водной безопасности»

Аннотация. *В фундаментальных исследованиях, позволивших решить многие методологические проблемы в данной области, вопросы оценки санитарно-гигиенического состояния, основанные на анализе качества атмосферного воздуха и поверхностных вод как компонентов окружающей среды, с точки зрения их соответствия стратегическим целям здравоохранения, остаются недостаточно проработанными. В связи с этим в работе представлен методологический подход к оценке санитарно-гигиенического состояния региона с использованием функции желательности Харрингтона. Цель исследования - разработка интегральной системы оценки санитарно-гигиенического состояния низовьев реки Сырдарьи на основе индексов загрязнения воды и атмосферы с применением функции желательности Харрингтона. Для формирования базы исследования по качеству атмосферного воздуха и воды использованы многолетние информационно-аналитические материалы РГП «Казгидромет» Министерства экологии и природных ресурсов Республики Казахстан. Предложенный подход позволяет проводить сопоставимую оценку индексов загрязнения воды и атмосферы по единой шкале, определять их весовые коэффициенты, а также вычислять частные и обобщённые функции желательности качества окружающей среды на территории Кызылординской области. Применение функции желательности Харрингтона при оценке качества окружающей среды обеспечило более точное определение санитарно-гигиенического состояния Кызылординской области в разрезе административных районов.*

Ключевые слова: *информационно-аналитические материалы, административные районы; показатели качества поверхности вод и атмосферного воздуха, функция желательности.*

Введение. Водосборные территории речных бассейнов, выполняющие важные средообразующие и экологические функции и являющиеся пространственной основой расселения населения и хозяйственной деятельности, имеют огромное значение для здоровья человека. В соответствии с утверждённым приказом Министра здравоохранения Республики Казахстан от 20 февраля 2023 года № 26 *«Санитарно-эпидемиологические требования к водоисточникам, местам водозабора для хозяйственно-питьевых целей, хозяйственно-питьевому водоснабжению и местам культурно-бытового водопользования, а также к безопасности водных объектов»* возникает необходимость нормирования качества атмосферного воздуха и поверхностных вод как интегральных индикаторов, характеризующих санитарно-гигиеническое состояние окружающей среды.

Влияние хозяйственной деятельности человека на санитарно-гигиеническое состояние водосборных территорий речных бассейнов, связанное с реализацией сельскохозяйственных, промышленных и культурно-бытовых функций, в определённой степени вызывает физические, химические и биологические изменения среды обитания человека. Основными компонентами, отражающими эти изменения, выступают качество атмосферного воздуха и поверхностных вод.

В настоящее время существует большое количество методов контроля и оценки загрязнения атмосферного воздуха и поверхностных вод на территориях речных бассейнов. Наряду со статистическими характеристиками широко применяются интегральные и комплексные показатели, отражающие качество окружающей среды.

Для оценки загрязнения атмосферного воздуха используются комплексные показатели, в виде интегральных критериев, например, комплексный индекс загрязнения атмосферы ($CAPI_i$) [1], показатель загрязнения (PI_i) [2], предельно допустимое загрязнение (MPP_i) [3], суммарный показатель загрязнения атмосферного воздуха ($TAPI$) [4], индекс загрязнения атмосферного воздуха (API_i) [5], индекс качества атмосферного воздуха (AQI_i) [6].

Оценка состояния поверхностных вод на территориях водосбора речных бассейнов ведется с помощью коэффициента загрязнения [7], индекса загрязнения воды (WPI_i) [8], индекса загрязнения воды полный [9], удельного комбинаторного индекса загрязненности воды ($SCIWP_i$) [10], коэффициента предельной загрязненности воды ($WPIC_i$) [11], интегрального индекса загрязненности воды ($IWPI_i$) [12], комплексного индекса загрязненности вод ($IWPI_i$) [13].

В мировой практике для оценки качества атмосферного воздуха и поверхностных вод широко используются индекс загрязнения воды (WPI_i) и индекс загрязнения атмосферы (API_i). Эти показатели позволяют количественно оценить уровень загрязнения воды и воздуха: во-первых, одновременно по широкому перечню ингредиентов и показателей качества; во-вторых, классифицировать воду и воздух по степени загрязнённости; в-третьих, формировать аналитическую информацию для представления государственным органам и заинтересованным потребителям в научно обоснованной форме.

Цель исследования - разработка интегральных систем с использованием индекса загрязнения воды (ИЗВ) и индекса загрязнения атмосферы (ИЗА) для комплексной оценки санитарно-гигиенического состояния в низовьях реки Сырдарьи, базирующихся на функции желательности Харрингтона.

Материалы и методика исследования. Для создания базы исследования по качеству атмосферного воздуха использованы многолетние материалы «Информационного бюллетеня о состоянии окружающей среды Кызылординской области» филиала РГП «Казгидромет» по Кызылординской области Министерства экологии и природных ресурсов Республики Казахстан, основанные на пяти показателях качества атмосферного воздуха: взвешенные частицы (пыль) (SP), диоксид серы (SO_2), диоксид азота (NO_2), оксид углерода (CO) и озон (OZ). База исследования по качеству поверхностных вод в низовьях реки Сырдарьи по гидрологическим постам Шардара, Кызылорда и Казалы создана с использованием многолетних ежегодных отчетов «Арало-Сырдарьинской бассейновой инспекции по рациональному использованию и охране водных ресурсов» Комитета водных ресурсов Министерство водных ресурсов и иррегации Республики Казахстан и отчетов «Стратегической экологической оценки плана развития Кызылординской области на 2021-2025 годы» в рамках следующих химических показателей [14]: минерализация (C_o), биологическое потребление кислорода ($БПК_5$), азот нитритный (NO_2), азот нитратный (NO_3), азот аммонийный (NH_4), ккальций (Ca), магний (Mg), сульфаты (SO_4) и хлориды (Cl).

Для решения многокритериальной задачи, такой как оценка санитарно-гигиенического состояния территории водосбора речных бассейнов, основанной на качестве атмосферного воздуха и поверхностных вод, использована функция желательности Е. Харрингтона [15]. В основе построения обобщенной функции желательности Е. Харрингтона лежит идея преобразования безразмерного индекса загрязнения воды (WPI_i) и индекса загрязнения атмосферы (API_i) в частную функцию желательности, которая задается уравнением:

$$DFWPI_i = exp[-exp(-WPI_i)]; \quad (1)$$

$$DFAPI_i = exp[-exp(-API_i)], \quad (2)$$

где $DFWPI_i$ - функция желательности индекса загрязнения воды (WPI_i); $DFAPI_i$ - функция желательности индекса загрязнения атмосферы (API_i).

Индекс загрязнения воды (WPI_i) является аддитивным показателем и представляет собой среднюю долю превышения предельно допустимой концентрации (MPC_i) по строго лимитированному числу индивидуальных ингредиентов и вычисляется по формуле [8]:

$$WPI_i = (1/n) \cdot \sum_{i=1}^{n} CCS_i / MPC_{wi}, \quad (3)$$

где n - число показателей, используемых для расчета индекса; CCS_i - концентрация химического вещества в воде, мг/л; MPC_{wi} - предельно допустимая концентрация вещества в воде, мг/л.

Индекса загрязнения атмосферы (API_i), учитывающий n загрязняющих веществ, рассчитывается по формуле [16]:

$$API_i = (1/n) \cdot \sum_{i=1}^{n} (CAP_i / MPC_{ai})^{C_i}, \quad (4)$$

где n - количество рассматриваемых примесей в атмосфере; (CAP_i- концентрация загрязнения атмосферы отдельной примесью, мг/м^3; MPC_{ai} - предельно допустимая концентрация вещества в воздухе, мг/м^3; C_i - безразмерный коэффициент, позволяющий привести степень вредности i -го загрязняющего вещества к степени вредности диоксида серы.

На основе частной функции желательности индекса загрязнения воды ($DFWPI_i$) и индекса загрязнения атмосферы ($DFAPI_i$) можно построить обобщенную функцию желательности качества окружающей среды ($GDFEG_i$) с использованием семейства средних по Колмогорову, в виде их средней геометрической:

$$GDFEG_i = 1 - \sqrt{DFWPI_i \cdot DFAPI_i}, \quad (5)$$

или их средней логарифмической:

$$GDFEG_i = 1 - exp\left[-\sqrt{(-lnDFWPI_i) \cdot (-lnDFAPI_i)}\right]. \quad (6)$$

Если частные показатели индекса загрязнения воды (WPI_i) и индекса загрязнения атмосферы (API_i) неравноценны, то в обобщенную функцию желательности качества окружающей среды ($GDFEG_i$) вводят весовые коэффициенты (WC_i):

$$GDFEG_i = 1 - \sqrt{DFWPI_i^{wc} \cdot DFAPI_i^{wc}}, \quad (7)$$

$$GDFEG_i = 1 - exp\left[-\sqrt{(-lnDFWPI_i)^{wc} \cdot (-lnDFAPI_i)^{wc}}\right]. \quad (8)$$

Для определения весового коэффициента индекса загрязнения воды ($DFWPI_i$) и индекса загрязнения атмосферы ($DFAPI_i$) можно использовать следующее выражение:

$$WC_i = RSCPH_i / \sum_{i=1}^{n} RSIPH_i, \quad (9)$$

где WC_i - весовой коэффициент индекса загрязнения компонентов окружающей среды; n_i- число показателей окружающей среды; $RSCPH_i$ - коэффициент относительного разброса показателей окружающей среды, которая определяется по следующей формуле:

$$RSCPH_i = (PH_{maxi} - PH_{mini})/PH_{maxi}, \quad (10)$$

здесь PH_{maxi}, PH_{mini}- соотвественно максимальное и минимальное значение i-показателя, характеризующий индекс загрязнения компонентов окружающей среды за рассматриваемый период; $\sum_{i=1}^{n} RSIPH_i$- сумма коэффициента относительного разброса показателей окружающей среды; $\Delta PH_i = PH_{maxi} - PH_{mini}$ - амплитуда размаха статистических показателей здоровья населения.

Обобщенная функция желательности качества окружающей среды ($GDFEG_i$) изменяется в диапазоне значений от 0 до 1, что дает возможность оценить санитарно-гигиеническое состояние окружающей среды и рекомендовать следующие стандартные градации: от 0 до 0,20 («очень плохо»); от 0,20 до 0,37 («плохо»); от 0,37 до 0,63 («удовлетворительно»); от 0,63 до 0,80 («хорошо»); от 0,80 до 1,00 («очень хорошо»);

Использование обобщенной функции желательности качества окружающей среды ($GDFEG_i$) для оценки санитарно-гигиенического состояния окружающей среды повышает обоснованность принимаемых решений.

Результаты исследования.

На основе предложенного методологического подхода с использованием созданной базы исследования по качеству атмосферного воздуха за 2000-2020 годы в разрезе административных районов Кызылординской области определены индексы загрязнения атмосферы (API_i) (таблица 1).

В зависимости от степени загрязненности атмосферы в соответствии с существующими методами оценка индекса загрязнения атмосферы (API_i) может быть [16]: от 0 до 4 (низкая); от 5 до 6 (повышенная); от 7 до 13 (высокая); больше 14 (очень высокая).

Таблица 1

Оценка индекса загрязнения атмосферы (API_i) на территории Кызылординской области в разрезе административных районов

Годы	Административные районы						
	Жанакурган	Шиели	Сырдарья	Жалагаш	Кармакшы	Казалы	Арал
2000	1,575	3,249	2,269	1,737	5,514	2,897	3,143
2001	1,542	3,172	2,222	1,709	5,394	2,842	3,081
2002	1,465	2,995	2,106	1,615	5,108	2,686	2,913

2003	1,425	2,921	2,058	1,582	4,976	2,622	2,842
2004	1,413	2,893	2,148	1,575	4,923	2,598	2,818
2005	1,385	2,833	1,854	1,544	4,833	2,548	2,762
2006	1,255	2,554	1,808	1,410	4,362	2,308	2,507
2007	1,263	2,562	1,816	1,421	4,378	2,321	2,517
2008	1,190	2,407	1,722	1,351	4,122	2,194	2,382
2009	1,053	2,157	1,522	1,183	3,666	1,945	2,107
2010	0,899	1,838	1,294	1,000	3,125	1,646	1,783
2011	1,048	2,070	1,516	1,219	3,562	1,927	2,092
2012	1,042	2,043	1,511	1,241	3,523	1,916	2,080
2013	0,977	1,955	1,415	1,132	3,348	1,801	1,952
2014	0,954	1,902	1,387	1,103	3,255	1,754	1,901
2015	0,873	1,492	1,569	1,637	1,197	2,688	1,567
2016	0,875	1,325	1,675	1,661	1,060	3,688	1,613
2017	0,989	1,014	0,991	0,947	0,835	0,949	0,956
2018	1,048	0,960	1,135	1,015	0,923	0,979	0,910
2019	0,760	1,025	0,999	0,814	0,923	1,180	0,846
2020	0,639	0,968	0,775	0,888	0,770	1,351	0,683

Анализ и оценка особенности развития процессов загрязнения атмосферного воздуха в результате хозяйственной деятельности за 2000-2020 годы в разрезе административных районов Кызылординской области показали, что количественное значение индекса загрязнения атмосферы (API_i) изменяется от 0,639 до 5,514, что по градации степени загрязненности атмосферы находится в пределах от «низкая» до «повышенная».

Результаты оценки степени загрязненности воды в низовьях реки Сырдарьи в пределах Кызылординской области по индексу загрязненности воды (WPI_i) за 2000-2020 годы представлены в таблице 2.

Таблица 2

Оценка индекса загрязнения воды (WPI_i) на территории Кызылординской области в разрезе административных районов

Годы	Административные районы						
	Жанакурган	Шиели	Сырдарья	Жалагаш	Кармакшы	Казалы	Арал
2000	2,281	2,281	1,450	1,450	1,450	1,733	1,733
2001	2,101	2,101	1,759	1,759	1,759	1,862	1,862
2002	2,074	2,074	1,832	1,832	1,832	1,720	1,720
2003	2,925	2,925	1,369	1,369	1,369	1,862	1,862
2004	1,308	1,308	2,008	2,008	2,008	1,790	1,790
2005	1,229	1,229	1,550	1,550	1,550	1,561	1,561

2006	1,347	1,347	1,281	1,281	1,281	1,181	1,181
2007	1,299	1,299	1,273	1,273	1,273	1,429	1,429
2008	1,214	1,214	1,570	1,570	1,570	1,238	1,238
2009	1,238	1,238	1,230	1,230	1,230	1,115	1,115
2010	1,221	1,221	1,082	1,082	1,082	1,093	1,093
2011	1,160	1,160	1,231	1,231	1,231	1,140	1,140
2012	1,103	1,103	1,220	1,220	1,220	1,140	1,140
2013	1,352	1,352	1,742	1,742	1,742	1,046	1,046
2014	1,015	1,015	1,346	1,346	1,346	1,251	1,251
2015	1,260	1,260	1,284	1,284	1,284	1,194	1,194
2016	1,548	1,548	1,414	1,414	1,414	1,262	1,262
2017	1,342	1,342	1,079	1,079	1,079	0,884	0,884
2018	1,753	1,753	1,207	1,207	1,207	1,094	1,094
2019	1,728	1,728	0,792	0,792	0,792	0,624	0,624
2020	1,839	1,839	1,014	1,014	1,014	0,872	0,872

Исследована динамика загрязнения поверхностных вод в низовьях реки Сырдарьи по данным гидрологических постов Шардара, Кызылорда и Казалы за 2000-2020 годы. Расчёты выполнены в соответствии со стандартной методикой определения индекса загрязнения воды (WPI_i). Полученные результаты показали, что по классу качества воды кратность превышения предельно допустимых концентраций (MPC_i) варьируется от 0,624 (чистая вода) до 2,281 (загрязнённая вода) в пространственных и временных аспектах (таблица 2).

На основе предложенного методического подхода оценки весового коэффициента индекса загрязнения атмосферы (API_i) и индекса загрязнения воды (WPI_i), основанного на результатах определения статистического параметра их временных рядов за 2000-2022 годы, характеризующий санитарно-гигиенический облик Кызылординской области в разрезе административных районов, переведен в таблице 3.

Таблица 3

Оценка значения весовых коэффициентов индекса загрязнения атмосферы (API_i) и воды (WPI_i) Кызылординской области в разрезе административных районов

Показатели	**Административные районы**						
	Жанакурган	**Шиели**	**Сырдарья**	**Жалагаш**	**Кармакшы**	**Казалы**	**Арал**
По индексу загрязнения атмосферы (API_i)							
PH_{maxi}	1,575	3,249	2,269	1,709	5,514	2,897	3,143

PH_{mini}	0,639	0,960	0,775	0,814	0,770	0,949	0,683
ΔPH_i	0,936	2,289	1,494	0,895	4,744	1,948	2,460
$RSCPH_i$	0,594	0,704	0,658	0,524	0,860	0,672	0,783
По индексу загрязнения воды (WPI_i)							
PH_{maxi}	2,925	2,925	2,008	2,008	2,008	1,862	1,862
PH_{mini}	1,015	1,015	0,792	0,792	0,792	0,624	0,624
ΔPH_i	1,910	1,910	1,216	1,216	1,216	1,238	1,238
$RSCPH_i$	0,653	0,653	0,605	0,605	0,605	0,665	0,665
Весовой коэффициент по индексу загрязнения окружающей среды							
WC_{wi}	0,524	0,490	0,479	0,536	0,413	0,497	0,459
WC_{ai}	0,476	0,510	0,521	0,464	0,587	0,503	0,541

Таким образом, оценка весовых коэффициентов индекса загрязнения атмосферы (API_i) и индекса загрязнения воды (WPI_i), характеризующие санитарно-гигиеническое состояние Кызылординской области показала, что их количественные значения в разрезе административных районов соответственно изменяются от 0,476 до 0,587 и от 0,459 до 0,536, что отражает их равноценную значимость, позволяющие учитывать эти особенности при построении обобщенной функции желательности качества окружающей среды.

Комплексная оценка качества окружающей среды Кызылординской области в разрезе административных районов проводилась на основе построения частных функций желательности Харрингтона с использованием временного ряда индекса загрязнения атмосферы (API_i) и индекса загрязнения воды (WPI_i) за 2000-2022 годы (таблицы 4 и 5).

Таблица 4

Функция желательности индекса загрязнения атмосферы ($DFAPI_i$) в Кызылординской области в разрезе административных районов

Годы	Административные районы						
	Жана-курган	Шиели	Сыр-дарья	Жала-гаш	Кармак-шы	Казалы	Арал
2000	0,813	0,962	0,902	0,839	0,996	0,946	0,958
2001	0,807	0,959	0,897	0,834	0,995	0,943	0,955
2002	0,794	0,951	0,885	0,820	0,994	0,934	0,947
2003	0,786	0,948	0,880	0,814	0,993	0,930	0,943

2004	0,784	0,946	0,890	0,813	0,993	0,928	0,942
2005	0,779	0,943	0,855	0,808	0,992	0,925	0,939
2006	0,752	0,925	0,849	0,783	0,987	0,905	0,922
2007	0,754	0,926	0,850	0,785	0,988	0,906	0,922
2008	0,738	0,914	0,836	0,772	0,984	0,895	0,912
2009	0,705	0,891	0,804	0,736	0,975	0,867	0,886
2010	0,666	0,853	0,760	0,692	0,957	0,825	0,845
2011	0,704	0,881	0,803	0,744	0,972	0,865	0,884
2012	0,703	0,878	0,802	0,749	0,971	0,863	0,883
2013	0,686	0,868	0,784	0,724	0,965	0,848	0,868
2014	0,680	0,861	0,779	0,718	0,962	0,841	0,861
2015	0,659	0,799	0,812	0,823	0,739	0,934	0,812
2016	0,659	0,767	0,829	0,827	0,707	0,975	0,819
2017	0,689	0,696	0,690	0,678	0,648	0,679	0,681
2018	0,704	0,682	0,725	0,696	0,672	0,687	0,669
2019	0,626	0,699	0,692	0,642	0,672	0,735	0,651
2020	0,590	0,684	0,631	0,663	0,629	0,772	0,603

Таблица 5

Функция желательности индекса загрязнения воды ($DFWPI_i$) в Кызылординской области в разрезе административных районов

Годы	**Административные районы**						
	Жанакурган	**Шиели**	**Сырдарья**	**Жалагаш**	**Кармакшы**	**Казалы**	**Арал**
2000	0,903	0,903	0,791	0,791	0,791	0,838	0,838
2001	0,885	0,885	0,842	0,842	0,842	0,856	0,856
2002	0,882	0,882	0,852	0,852	0,852	0,836	0,836
2003	0,948	0,948	0,775	0,775	0,775	0,856	0,856
2004	0,763	0,763	0,874	0,874	0,874	0,846	0,846
2005	0,746	0,746	0,809	0,809	0,809	0,811	0,811
2006	0,771	0,771	0,757	0,757	0,757	0,736	0,736
2007	0,761	0,761	0,756	0,756	0,756	0,787	0,787
2008	0,743	0,743	0,812	0,812	0,812	0,748	0,748
2009	0,748	0,748	0,747	0,747	0,747	0,720	0,720
2010	0,745	0,745	0,713	0,713	0,713	0,715	0,715
2011	0,731	0,731	0,747	0,747	0,747	0,726	0,726
2012	0,718	0,718	0,744	0,744	0,744	0,726	0,726
2013	0,772	0,772	0,839	0,839	0,839	0,704	0,704
2014	0,696	0,696	0,771	0,771	0,771	0,751	0,751
2015	0,753	0,753	0,758	0,758	0,758	0,739	0,739
2016	0,808	0,808	0,784	0,784	0,784	0,753	0,753

2017	0,770	0,770	0,712	0,712	0,712	0,662	0,662
2018	0,841	0,841	0,741	0,741	0,741	0,715	0,715
2019	0,837	0,837	0,636	0,636	0,636	0,585	0,585
2020	0,853	0,853	0,696	0,696	0,696	0,658	0,658

На основе частных функций желательности индекса загрязнения атмосферы ($DFAPI_i$) и индекса загрязнения воды ($DFWPI_i$) определены количественные значения обобщенной функции желательности качества окружающей среды ($GDFEG_i$) в Кызылординской области в разрезе административных районов (таблица 6).

Таблица 6

Обобщенная функция желательности качества окружающей среды ($GDFEG_i$) в Кызылординской области в разрезе административных районов

Годы	Административные районы						
	Жана-курган	Шиели	Сыр-дарья	Жала-гаш	Кармак-шы	Казалы	Арал
2000	0,143	0,068	0,155	0,185	0,112	0,110	0,104
2001	0,155	0,079	0,131	0,162	0,085	0,102	0,096
2002	0,163	0,084	0,132	0,164	0,080	0,116	0,110
2003	0,137	0,052	0,174	0,206	0,123	0,108	0,102
2004	0,227	0,150	0,118	0,157	0,068	0,114	0,107
2005	0,238	0,161	0,168	0,192	0,104	0,134	0,127
2006	0,239	0,156	0,198	0,230	0,136	0,184	0,176
2007	0,243	0,161	0,198	0,230	0,136	0,156	0,148
2008	0,260	0,176	0,176	0,208	0,106	0,182	0,174
2009	0,274	0,184	0,225	0,259	0,147	0,210	0,201
2010	0,296	0,203	0,264	0,298	0,174	0,232	0,223
2011	0,283	0,197	0,226	0,255	0,148	0,208	0,199
2012	0,290	0,206	0,228	0,254	0,150	0,208	0,199
2013	0,272	0,181	0,189	0,221	0,100	0,227	0,218
2014	0,312	0,226	0,225	0,256	0,139	0,205	0,196
2015	0,296	0,224	0,215	0,210	0,252	0,169	0,225
2016	0,270	0,213	0,194	0,195	0,255	0,143	0,215
2017	0,272	0,268	0,299	0,305	0,321	0,330	0,329
2018	0,231	0,243	0,267	0,282	0,294	0,299	0,308
2019	0,276	0,235	0,337	0,361	0,346	0,344	0,383
2020	0,291	0,236	0,337	0,321	0,338	0,287	0,370

Анализ и оценка полученной обобщенной функций желательности качества окружающей среды ($GDFEG_i$) в Кызылординской области в разрезе

административных районов показали, что в пространственных и временных аспектах их количественные значения изменяются от 0,068 до 0,370, а качественное значение от «очень плохо» до «плохо», согласно шкале функции желательности Харрингтона.

Заключение

Созданная база исследования по качеству атмосферного воздуха и поверхностных вод в низовьях реки Сырдарьи в пределах Кызылординской области за 2000–2022 годы основана на многолетних государственных статистических данных, отражающих тенденции изменения природных процессов в пространственно-временных аспектах.

Предложенная методика оценки качества окружающей среды, основанная на индексах загрязнения атмосферы и воды с использованием функции желательности Харрингтона, способствует решению многокритериальных задач в области санитарно-гигиенических исследований.

Применение данной методологии для оценки качества окружающей среды, включающей индексы загрязнения воздуха и воды, частные и обобщённые функции желательности, а также созданную базу данных по состоянию атмосферного воздуха и поверхностных вод, позволяет формировать банк санитарно-гигиенических изменений в пространственно-временном разрезе территории Кызылординской области. Полученные данные представляют собой ценную информацию, характеризующую уровень экологического благополучия и качество жизни населения региона.

Литература

1. ГН 2.1.6.1338-03. Предельно допустимые концентрации (ПДК) загрязняющих веществ в атмосферном воздухе населенных мест. Утв. Минздравом России 21.05.03. М.: Российский регистр потенциально опасных химических и биологических веществ Минздрава РФ, 2003. – 86 с.

2. Звягинцева, А. В. Системы оценки опасности при загрязнении атмосферного воздуха: попытка обобщения подходов // Системный анализ и информационные технологии в науках о природе и обществе. – 2014. – №1(6)-2(7). – С. 1-33.

3. Какарека С.В. Методические подходы к оценке суммарного загрязнения атмосферного воздуха // Природопользование: Сб. научн. тр. – Минск: СтройМедиаПроект, институт природопользования, 2014. – Вып. 25. – С. 61 – 69.

4. Какарека, С. В. Оценка суммарного загрязнения атмосферного воздуха / С. В. Какарека. // География и природные ресурсы. – 2012. – № 2. – С. 14-20.

5. РД 52.04.186-89. Руководство по контролю загрязнения атмосферы. – М.: Госкомитет СССР по гидрометеорологии – Минздрав СССР. 1991. 691 с.

6. European Community-Environment-Air- Стандарты качества воздуха. – Электр.ресурс. URL: http://ec.europa.eu/environment/air/quality/standards.htm

7. Ориентировочные допустимые уровни (ОДУ) химических веществ в воде водных объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования: Гигиенические нормативы, ГН 2.1.5.1316-03. - М: Российский регистр потенциально опасных химических и биологических веществ Министерства здравоохранения Российской Федерации, 2003. - 62 с.

8. Афанасьев Ю.Ф. Мониторинг и методы контроля окружающей среды. – СПб.: Гидрометеоиздат, 1998. – 208 с.

9. Цыганов А.А. Экологическое состояние островов озера Селигер. Монография. – Берлин: Lambert Academic Publishing. 2013. – 141 с.

10. Емельянова В.П., Данилова Г.Н., Колесникова Т.Х. Оценка качества поверхностных вод суши по гидрохимическим показателям // Гидрохимические материалы. Л.: Гидрометеоиздат, 1983. Т.88. С.119-129.

11. Шабанов В.В., Маркин В.Н. Оценка качества воды и экологического состояния водных объектов // Водоочистка, Водоподготовка, Водоснабжение, 2008.- №10. – С. 28-37. EDN: JYBDOD

12. Mustafayev, Z. (2022). Прогноз качества поверхностных вод речных бассейнов с использованием физических и химических показателей природных систем. «Доклады НАН РК», (3), 132–144. https://doi.org/10.32014/2022.2518-1483.164

13. Методические указания по организации и функционированию подсистемы мониторинга состояния трансграничных поверхностных вод Казахстана (под общей редакцией академика РАВН, д.т.н., профессора М.Ж. Бурлибаева). - Астана, 2012.-138 с.

14. Стратегическая экологическая оценка плана развития Кызылординской области на 2021–2025 годы (Полный отчет версия 1: Проект для обсуждения с заинтересованными сторонами). -Кызылорда, 2023. – 155 с.

15. Harrington E. C. The desirable function // Industrial Quality Control. 1965. Vol. 21. № 10. P. 124–131.

16. Зив А.Д., Лайхтман В.И., Сорокин Н.Д., Григорьев А.С., Шпаков Е.Н. Индекс загрязнения атмосферы: новый принцип определения // Экология производства, 2017.- №10.- С.50-56.

DOI 10.34660/INF.2025.45.36.063

ГИДРАТИРОВАННЫЕ ОДНО ЗАРЯДНЫЕ КОМПЛЕКСЫ ПЕРЕХОДНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ IV ПЕРИОДА В КОМПЬЮТЕРНОМ БОКСЕ

Бобыренко Юрий Яковлевич
кандидат химических наук, старший научный сотрудник, доцент
Южно-Уральский государственный гуманитарно-педагогический университет, г. Челябинск, Россия

Аннотация. *Методом молекулярной динамики оценены характеристики гидратированных ионов переходных элементов 4-го периода состава* $Me(OH)_n(H_2O)_m^+$ *с разными величинами m в боксах со свободными молекулами воды, количество которых при перемене гидратного числа иона общее число атомов в боксах оставалась постоянным. В этих условиях величина энергии содержимого бокса мало зависит от координационного числа иона. Средний расчетный заряд атомов металлов, обычно положительный (кроме атомов железа и меди), имеет тенденцию к уменьшению с ростом массы атомов и изменением наполненности их гидратных оболочек. Средний заряд гидратного комплекса показывает аналогичную тенденцию, оставаясь в целом положительным. Это сказывается на расположении свободных молекул воды вблизи ионных комплексов.*

Ключевые слова: *Ионы переходных элементов состава* $Me(OH)_n(H_2O)_m^+$ *в боксе с водой. Энергии, заряды. Компьютерные расчеты.*

В работе[1] с помощью термодинамических и компьютерных расчетов оценены величины диэлектрической проницаемости воды в окрестности ионов меди и цинка. Показано, что хотя эти величины невелики, они не совпадают друг с другом. Расчетными моделями там служили двух зарядные ионы меди и цинка в присутствии двух и шести молекул воды.

Многозарядные ионы в растворах часто бывают гидролизованы не только молекулами воды, но и гидроксильными группами[2]. В данной работе сделан компьютерный анализ состояния ионов металлов переходной группы от скандия до цинка в форме однозарядных комплексов $Me(OH)_n(H_2O)_m^+$. Величина n определялась как n=v-1, где v – ожидаемая или предполагаемая валентность иона, а число молекул воды m менялось от 1 до 5 с тем, чтобы

координационное число атома металла в гидрате менялось от 2 до 6. Исследование выполнено в боксе размером 8x8x8 ангстрем, где число свободных молекул воды выбиралось так, чтобы общее число атомов в боксе при координационных вариациях атомов оставалось неизменным. Метод расчета – молекулярная динамика на полуэмпирической базе ZINDO/1. Расчетная температура 313К, хотя ее постоянство молекулярная динамика слабо поддерживает. Расчетные величины общей энергии бокса в ккал/моль, заряды ионов металлов и гидратных комплексов в целом как средние величины для разных «m» от 1 до 5 молекул воды представлены табл. 1.

Таблица 1

Расчетные характеристики гидратированных ионов металлов

Гидратные комплексы	**Атомы в боксе**	**Энергия бокса**	**Заряд атома металла**	**Заряд комплекса**
$Sc(OH)_2(H_2O)_m^+$	32	-4088	+0,973	+0,692
$Ti(OH)_3(H_2O)_m^+$	34	-4279	+0,963	+0,374
$V(OH)_3(H_2O)_m^+$	31	-4115	+0,522	+0,301
$Cr(OH)_2(H_2O)_m^+$	32	-4307	+0,154	+0,335
$Mn(OH)_1(H_2O)_m^+$	30	-3915	+0,519	+0,529
$Fe(OH)_2(H_2O)_m^+$	32	-4469	-0,074	+0,122
$Co(OH)(H_2O)_m^+$	30	-4098	+0,240	+0,487
$Ni(OH)(H_2O)_m^+$	30	-4151	+0,293	+0,461
$Cu(OH)(H_2O)_m^+$	30	-4230	-0,762	+0,062
$Zn(OH)(H_2O)_m^+$	30	-4369	+0,443	+0,565

На первый взгляд они выглядят хаотично. Причин несколько. С одной стороны использованы координационные числа от 2 до 6. С другой стороны, выбранные ионы различаются предполагаемыми валентностями или зарядами: титан и ванадий 4, скандий, хром и железо 3, марганец, кобальт, никель, медь и цинк 2, а также общим числом атомов, находящимся в боксе. Кроме того, разные атомы имеют и разное наполнение 3d-орбиталей. Сохраняющиеся относительно высокими заряды атомов скандия и титана внутри комплексов можно связать с тем, что число d-электронов на их орбиталях невелико. Следовательно, два указанных атома используют небольшое количество собственных электронов для связи с окружением. Остальные электроны поставляют атомы кислородов воды, как это отчасти происходит в кристаллических диоксидах титана.

Накопление d-электронов (ванадий, хром) позволяет атомам интенсивнее взаимодействовать со своим окружением со снижением заряда самого атома металла. В таком случае иногда наблюдается дрейф величины заряда атома металла в меньшую сторону по мере уменьшения числа координиро-

ванных молекул воды. В некоторых случаях (железо, медь) это приобретает почти разорительный характер. Но при полной загрузке d-подуровня (цинк) бедствие почти исчезает.

Когда-то Л.Оргел полагал[3], что атом металла в центральной позиции не может принимать отрицательное значение заряда в присутствии молекул воды. В наших предыдущих расчетах[1] на примере меди, окруженной молекулами воды, наблюдалось обратное. Теперь в такую крайность впадает и атом железа. Другое дело, что в этих случаях полный заряд всего ионного комплекса, существенно снижаясь, какое-то время остается положительным. Рис. 1 демонстрирует зависимость зарядов атомов металлов скандия, хрома и меди и их комплексов от гидратной наполненности их оболочек. Как видно, в случае скандия расчетный заряд атома мало зависит от количества молекул воды, привязанных к атому, тогда как весь комплекс показывает монотонное снижение заряда при уменьшении наполненности. В случае атома хрома заметно снижаются обе величины с уменьшением гидратной наполненности, но по разному. Заряд атома резко снижается при переходе от числа 6 к 5, но затем меняется мало, тогда как заряд всего комплекса снижается примерно в одном темпе с уменьшением координационного числа. На атоме меди при всех координационных числах заряд отрицателен и близок к постоянству, тогда как положительный заряд комплекса при больших числах постепенно переходит к отрицательным величинам при малых гидратных числах.

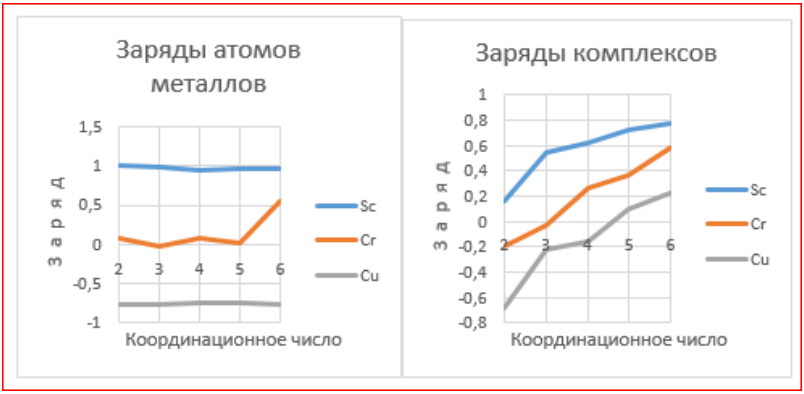

Рисунок 1. *Заряды металлов и их комплексов в функции гидратной наполненности.*

Своеобразие участия d-электронов центрального атома в связях с молекулами среды проявляется и в том, что вблизи, например, атомов скандия и титана не все свободные молекулы воды концентрируются поблизости от центрального иона (рис. 2).

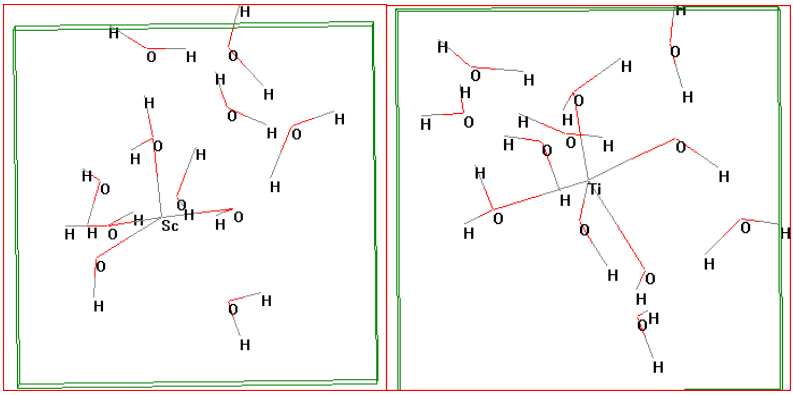

Рисунок 2. *Распределение молекул воды в боксах со скандием (слева) и с титаном (справа) по окончании расчетов.*

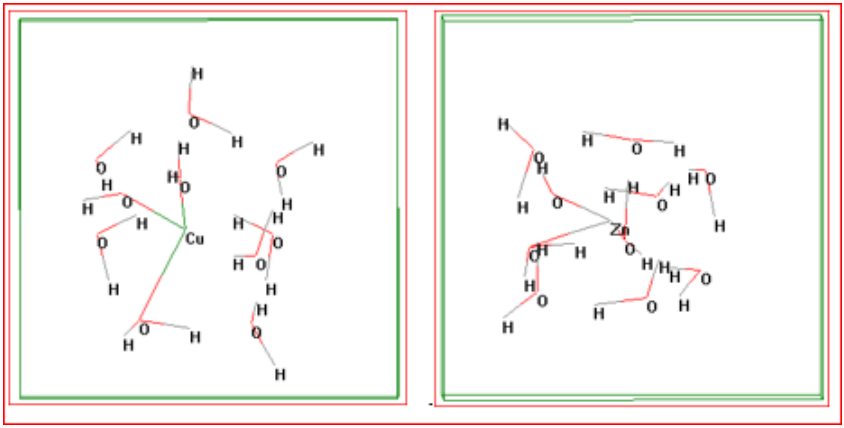

Рисунок 3. *Распределение молекул воды в боксах с медью (слева) и с цинком (справа) по окончании расчетов.*

В случае заметных понижений заряда атома металла и невысоких зарядов ионных комплексов свободные молекулы воды подтягиваются к центральному иону комплекса сильнее (рис.3). На рис. 2 и 3 число свободных молекул воды одинаково и равно 7. По-видимому, при уменьшении формальных координационных чисел иона свободные молекулы воды в известной степени компенсируют их отсутствие Вероятно, по этой причине вариации координационных чисел во всех комплексных ионах с переходом бывших гидратных молекул в свободное плавание практически не отражаются на величине общей энергии исследуемого бокса.

Библиографический список

1. Бобыренко Ю.Я. Диэлектрическая проницаемость среды в окрестности ионов меди. Журнал «Научная перспектива». 2022. № 6 (148). С. 43-45.

2. Неорганическая химия в 3 Т. /Под ред. Ю.Д.Третьякова. Т. 3. Химия переходных элементов. Кн. 1. Издательский центр «Академия». 2007. 352 с.

3. Оргел Л. Введение в химию переходных металлов (теория поля лигандов). М. Мир. 1964. 203 с.

DOI 10.34660/INF.2025.29.88.064

ОРГАНИЗАЦИЯ СИСТЕМЫ СКРЫТОЙ СВЯЗИ ПРИ ПЕРЕХОДЕ К СЕТЕЦЕНТРИЧЕСКОМУ УПРАВЛЕНИЮ ВОЙСКАМИ И ОРУЖИЕМ

Хисамов Франгиз Гильфанетдинович
доктор технических наук, профессор
Кубанский государственный технологический университет

Анализ современных войн, локальных конфликтов и контртеррористических операций со всей убедительностью демонстрирует повышение значимости информационной оставляющей вооруженной борьбы [1,2,3]. Именно стремление к информационному превосходству породило концепцию «сетецентрической войны», когда ведение военных действий осуществляется в едином информационном пространстве (ЕИП) на основе анализа и принятия решений в реальном масштабе времени [3,4].

Сетецентрическая война представляет естественную эволюцию военного дела в эпоху информационных технологий. Она не изменяет сущность войны, но трансформирует способы её ведения, делая современный бой более динамичным и точным [5]. В этих условиях чисто коммуникационные функции системы связи уже не будут удовлетворять оперативным потребностям, а должны будут интегрироваться в информационно-управляющую инфраструктуру и увязываться с АСУВ, что накладывает также специфику и на организацию скрытой связи в едином информационном пространстве группировки войск на ТВД.

Сетецентрический принцип управления предполагает повышение эффективности ВС путем создания единого информационно-коммуникативного пространства (ЕИКП), объединяющего сети разведки, управления и связи со средствами поражения и обеспечения. Это позволяет группировкам войск вести военные действия на любом уровне (стратегическом, оперативном, тактическом) вне зависимости от географического региона, боевых задач, состава и структуры ВС.

Термин «сетецентрическая система управления войсками» был введен в обиход военными теоретиками США, однако впервые изложил подобную концепцию маршал Н.В. Огарков еще в начале 1980–х годов, когда приступили к созданию АСУВ «Маневр» [4,5,6].

После прекращения существования Варшавского договора в бывшем ГДР оставался один из комплексов «Маневр». Военные США использовали комплекс в штабных играх и были поражены эффективностью автоматизации управления в достижении победы над условным противником.

Поэтому алгоритмы «Маневра» легли в основу Концепции сетецентрических боевых действий армии США, изложенной в 1998г., а в 2003г. Соединенные Штаты опробовали сетецентрические систему в Ираке, что обеспечило глобальный перевес коалиционным силам и возможность в кратчайшие сроки одержать победу [5,6].

При этом надо отдать им должное: американцы прямо признают авторство Огаркова. Таким образом, рожденная в СССР концепция сетецентрического управления попала в США, а оттуда опять возвратилась к нам [6].

Использование система «Маневр» на учениях «Запад-81» и «Щит-82» показало, что сетецентрическая система управления повышает эффективность вооружения в 3–5 раз [6].

В настоящее время в России ведется разработка Единой системы управления тактического звена (ЕСУ ТЗ) «Созвездие», которая предназначена для комплексного управления войсками с использованием систем навигации, спутниковых и беспилотных средств наблюдения. ЕСУ ТЗ «Созвездие» сможет объединить в единую сеть командные пункты, разведку, артиллерию, ПВО, бронетехнику, беспилотники и экипировку «Ратник» [6].

В результате следует ожидать качественного скачка в развитии вооружений, форм и способов вооруженной борьбы. С переходом к сетецентрическим принципам управления возникает **инновационный подход** к построению и развитию телекоммуникационных систем специального назначения, к обеспечению безопасности информации, методам анализа сетевых атак и выявления скомпрометированных узлов ЕИП [1].

Инновационное развитие скрытой связи предполагает многоуровневую структуру:

Многоканальные средства воздушного базирования на безпилотниках;

Средства связи и ретрансляторы на высотных летающих аппаратах (стратостаты, самолеты и беспилотники);

Использование ИСЗ.

Такой принцип обеспечивает развертывание глобальной информационной закрытой сети высокой пропускной способности, живучестью и безопасностью, позволяющую трансформировать систему скрытой связи с учетом решаемых задач.

Основой инновационного подхода к организации скрытой связи является переход к, так называемому, архитектурному построению скрытой связи, когда осуществляется комплексирование системной, функциональной и технологической архитектуры скрытой связи в обобщенную информационно-

телекоммуникацинную инфраструктуру группировки войск. При этом закрытая связь организуется по принципу бесшовной связи (БС), когда не требуется дополнительная аппаратура и средства сопряжения для организации специальной связи. Средства БС должны в глобальном масштабе обеспечить гарантированную автоматизированную установку скрытой связи между абонентами различных звеньев управления (от стратегического до тактического) вплоть до военнослужащего, самолета, танка. Это будет достигаться за счет комбинированного использования национальной инфраструктуры связи (военной, коммерческой наземного и космического базирования), высокого уровня интеграции на основе принципов Internet и передачи закрытой информации файлами.

В ВС РФ единое информационное пространство будет представлять собой совокупность информационных, вычислительных и телекоммуникационных ресурсов, организованных и функционирующих во времени и в пространстве (в космосе, воздухе, море и на суше), с целью повышения качества управления войсками в любых условиях обстановки.

В качестве стратегии развития скрытой связи в рамках ЕИП необходимо создание эшелонированной архитектуры с организацией наложенных сетей и внедрение передовых сетевых Internet технологий для передачи закрытых файлов.

К настоящему моменту на объектах МО начата установка типовых комплектов цифрового телекоммуникационного оборудования и ЭВМ. Особая роль в создании ЕИП будет отводиться спутниковой системе связи. Это позволит обеспечить скорость передачи закрытой информации до 2,5 Гбит/с и обеспечить помехозащищенную скрытую связь со скоростью до 500 Мбит/с [6].

Ведущая роль в построении ЕИП и обосновании стратегического инновационного развития системы связи различных звеньев управления отводится Управлению развития систем связи и АСУВ Главного управления связи ВС РФ.

Перед войсками связи и органами защиты государственной тайны (ЗГТ) поставлена задача быть способным в любое время и в различных условиях обстановки выполнять задачи по обеспечению скрытой связи в интересах управления войск без доукомплектования личным составом и техникой в условиях интенсивного ведения РЭБ и воздействия различных видов оружия противника, опасных факторов техногенного и природного характера и помех.

При этом варианты распределения аппаратуры для должностных лиц командного пункта (КП) групп войск (сил) должны удовлетворить потребности в оконечном оборудовании должностных лиц для обеспечения их работы в автоматизированном режиме.

Актуальность проблемы ведения боевых действий в едином информационном пространстве при переходе к сетецентрическому управлению обусловлена ключевой ролью информации в обеспечении анализа ситуации в реальном масштабе времени для принятия обоснованных решений.

Такой подход позволяет рассредоточенным воинским формированиям в условиях ЕИП вести совместные действия, динамически перераспределяя ответственные задачи и адаптируясь к изменяющейся обстановке.

С учетом указанной специфики основу ЕИП должны составлять:

1. Глобальная (пространственно разнесенная) информационная сеть связи с использованием интернет-технологий. Создание объемной транспортной сети скрытой связи на ТВД.

2. Системы управления, построенные по единым принципам, обеспечивающих совместимость применяемых комплексов технических средств связи и АСУ.

3. Скрытые мобильные системы связи на стратегических направлениях.

4. Методы организации связи в объединении – в виде составной части специальной операции по обеспечению информационного обмена в системе управления.

5. Цифровая полевая система связи с сохранением фрагментов аналоговой связи.

6. Методы построения системы связи объединений, базирующихся на комплексах с использованием стационарных и мобильных компонентов.

7. Модульный принцип построения полевых узлов связи (УС) и разработка на этой основе новых способов организации скрытой связи.

Исходя из рассмотренной специфики, основу системы скрытой связи должна составить объемная эшелонированная транспортная сеть связи, являющаяся сетью связи общего пользования группировки войск (сил). Она должна быть распределенной и равнодоступной для всех абонентов.

В период нарастания военной угрозы и военное время обеспечение безопасности телекоммуникационной сети для организации военного управления (ВУ) становится сложной многогранной проблемой, решение которой необходимо искать на основе системного подхода к моделированию системы скрытой связи, включающей структурно-параметрическое и функциональное описание которые однозначно должны соответствовать между собой.

Условно можно выделить три уровня безопасности информации при сетецентрическом управлении группировкой войск на ТВД. Это такие уровни как: безопасность содержания, безопасность коммуникации, безопасность сети:

1 уровень – конечной точкой является абонент.

2 уровень – это компьютерные узлы.

3 уровень – это передача информации от источника к получателю не затрагивая ее содержание (то есть передачи PGP, IPSec и т.д.).

Анализ современных сетевых атак противника при ведении специальной военной операции (СВО) показывает, что кардинальное решение проблемы выявление скомпрометированных узлов ЕИП является постоянное наблюдение за сетевым трафиком, который может использоваться для получения решающей информации о состоянии любого узла. Даже если содержание трафика неизвестно.

Таким образом, обеспечение безопасности информации и связи при сетецентрическом управлении группировкой войск на ТВД, является важнейшим условием функционирования телекоммуникационной сети военного назначения в едином информационном пространстве при построении инфраструктуры для обеспечения национальной безопасности РФ.

Литература

1. В.К. Копытко, Б.Б. Денисов Связь при управлении группировкой войск (сил) в стратегической операции на театре военных действий / Шептура В.Н., Копытко В.К., Денисов Б.Б. – М.: ВАГШ.2013.-257с.

2. Долгополов А. «Ещё раз о сетецентрических войнах» (неопр.) // Армейский сборник : журнал. — 2015. — Февраль (т. 248, № 2). — С. 3-6.

3. Литвиненко В. «Комплексная интеграция систем разведки, управления и средств поражения в условиях военных концепций XXI века» (неопр.) // Армейский сборник : журнал. — 2015. — Август (т. 254, № 08). — С. 33-36.

4. Сидняев Николай Иванович Сетецентрические управляющие системы и боевые операции // Военная мысль. 2021. №12. URL: https://cyberleninka.ru/article/n/setetsentricheskie-upravlyayuschie-sistemy-i-boevye-operatsii (дата обращения: 02.11.2025).

5. Концепция сетецентрической войны // https://3mx.ru/articles/koncepciya-setecentricheskoy-vojny (дата обращения 02.11.2025).

6. Фомичев В.А., Крюков В.А. Концепция построения кустов сетецентрической системы управления войсками // https://habr.com/ru/articles/805847/ (дата обращения 02.11.2025)

DOI 10.34660/INF.2025.50.19.065

СОЗДАНИЕ АУДИОВИЗУАЛЬНОГО МЕДИА-КОНТЕНТА 3D СЦЕН С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА

Васильев Павел Владимирович
кандидат технических наук, доцент
Белгородский государственный национальный исследовательский университет

Медведев Арсений Эдуардович
магистрант
Белгородский государственный национальный исследовательский университет

Аннотация. *Предложен подход к созданию семантически согласованного аудиовизуального контента для 3D сцен на основе ИИ и единой 12-секторной круговой модели, объединяющей цвет, музыкальную тональность и эмоционально-ролевые архетипы. ИИ реализован в виде двух уровней: внешний (ExtAI) управляет медиа-ассетами и семантикой, внутренний (IntAI) управляет визуальными и поведенческими параметрами объектов графической библиотеки GaLaXy Engine. Подход обеспечивает воспроизводимость, интерпретируемость и защищённость от ИИ-«галлюцинаций», расширяя возможности синтеза 3D сцен.*

Ключевые слова: *искусственный интеллект, аудиовизуальный синтез, 3D сцены, медиа-контент, хроматические модели.*

Введение. Современные технологии искусственного интеллекта позволяют объединять различные модальности восприятия (например: звук, цвет, текстуры, эмоции) в рамках единой художественной системы. При этом актуальной задачей остаётся поиск способов интеграции ИИ в процесс создания аудиовизуального контента, который не заменяет художника, а расширяет его возможности. Существующие генеративные модели способны синтезировать изображения или звуки, однако часто теряют внутреннюю согласованность между эмоциональной, цветовой и музыкальной составляющими.

В данной работе рассматривается концепция, при которой искусственный интеллект используется не для генерации сцен, а для интеллектуальной адаптации медиа-контента уже существующих трёхмерных проектов, созданных с помощью графической библиотеки GaLaXy Engine. Это предлагается реализовать с помощью интеграции внешнего (ExtAI) и внутреннего (IntAI) искусственного интеллекта для управления структурой и эмоционально-семантической гармонией аудиовизуальных 3D сцен с опорой на систему 12-секторных круговых моделей.

Хроматические круговые модели. В основе предлагаемого подхода лежит идея системного согласования визуальной, звуковой и эмоциональной компонент через геометрическую структуру цветного 12-секторного круга. Такая дискретизация обеспечивает однозначную проекцию между цветом, музыкальной тональностью и эмоциональным состоянием, позволяя искусственному интеллекту выполнять семантическое соответствие между ними.

На рисунке 1 показан переход от непрерывного цветового спектра к дискретной 12-секторной модели. Левый круг отображает плавный градиент видимого спектра, а правый круг разделён на 12 равных секторов, каждый из которых закреплён за строго определённым цветом с фиксированными шестнадцатеричными и RGB-значениями.

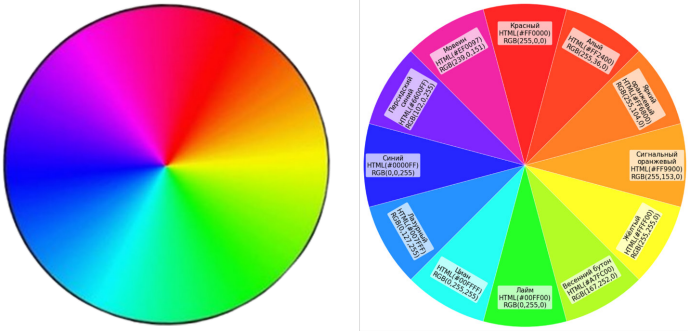

Рисунок 1. *Дискретизация непрерывного цветового спектра*

В рамках аудиовизуальных систем данная 12-секторная цветовая модель выполняет функцию универсальной семантической шкалы, обеспечивающей визуальную кодировку разнородных категорий объектов и явлений. Цвет здесь выступает не только как декоративный признак, но и как носитель устойчивых ассоциативных связей – от музыкальных структур (тональности, аккорды, ноты) до поведенческих архетипов (например, психотипы: исследователь, правитель, мудрец и др.), эмоциональных состояний, а также элементов естественнонаучных и геометрических представлений (спектральные классы звёзд, временные циклы, физические шкалы).

На рисунке 2 представлена сонохроматическая интерпретация кварто-квинтового круга, где 12 полутонов октавы распределены по двум концентрическим кольцам: внешнее кольцо соответствует мажорным тональностям, а внутреннее – их минорным парным тональностям. Каждая тональность кодируется цветом, согласованным с RGBA-палитрой 12-секторной модели, при этом мажорные тональности представлены насыщенными, яркими оттенками ($\alpha = 1.0$), тогда как минорные – тем же цветом, но с повышенной прозрачностью ($\alpha = 0.5$), что визуально передаёт их эмоциональный контраст по отношению к мажорным.

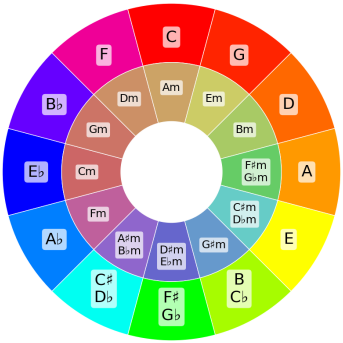

Рисунок 2. *Сонохроматический кварто-квинтовый круг*

На рисунке 3 представлена эмоционально-ролевая проекция, синхронизированная с сонохроматическим кварто-квинтовым кругом. Внешнее кольцо содержит 12 базовых эмоциональных состояний («чувства) [1], а внутреннее кольцо содержит 12 архетипических ролей персонажей («психотипов») [2].



Рисунок 3. *Модель эмоционально-ролевой проекции на 12-секторный круг*

Данная структура обеспечивает согласованную семантическую связь между музыкальной тональностью, цветовой окраской и эмоционально-поведенческой нагрузкой, позволяя искусственному интеллекту осуществлять автоматический подбор аудиовизуального контента. Например, при заданной тональности система рекомендует согласованные цвета (в рамках RGBA-модели), эмоцию, архетип персонажа и соответствующие декорации. Или, наоборот, можно отталкиваться от заданного архетипа. Цветовое соответствие секторов обеспечивает семантическую целостность композиции и совместимость с графическими движками и медиа-процессорами, где каждый параметр может быть точно воспроизведён без дополнительной настройки.

Применение искусственного интеллекта. В рамках предлагаемого подхода искусственный интеллект используется как ассистивная система когнитивной поддержки, интегрированная в авторскую среду мультимедийной аудиовизуализации Stellarfon [3] на базе графической библиотеки GaLaXy Engine, которая контролирует 3D сцену, включая иерархию объектов, их геометрию и логику взаимодействия. Реализация ассистивной поддержки осуществляется двумя взаимодополняющими уровнями: внешним ИИ (ExtAI) и внутренним ИИ (IntAI).

ExtAI работает на этапе подготовки, анализа и постобработки исполняемого файла. ExtAI может быть реализован как внешний сервис (например, через API современных мультимодальных моделей) и выполняет следующие функции:

- Анализ входного запроса; например, текстового или аудио;
- Валидация программного кода и замена загружаемых медиа-ассетов: звуковых файлов (*.mid*, *.mp3*), текстур, изображений, шрифтов, эмодзи-меток, иконок;
- Обновление цветовых кругов, эмоциональных шкал и ролевых схем в соответствии с выбранным сектором 12-ти секторной модели;
- перезапуск программы с новыми ассетами, или их изменение «на лету».

Ограничение ExtAI в том, что он не способен добавлять или удалять классы объектов в сцене, поскольку не имеет «знания» об исходной кодовой базе и структуре проекта. Это требует участия IntAI или ручной доработки и повторной компиляции. IntAI реализован как программный модуль TGLCyborg (расширение класса TGLActor). В отличие от ExtAI, он обладает знанием о внутренней структуре сцены:

- Рекурсивно проходит по иерархии объектов (персонажи, декорации, источники света, эффекты);
- Динамически изменяет их свойства: цвет, прозрачность, масштаб, анимационные параметры, интенсивность и структуру эффектов;

• Поддерживает обратную связь с ExtAI, и при обнаружении несоответствия в загруженных ассетах может инициировать запрос на их коррекцию.

Таким образом, ExtAI отвечает за семантическую адаптацию («что показать»), а IntAI – за визуально-техническую реализацию («как показать»). Их совместная работа позволяет добиться высокой степени согласованности между звуком, цветом, эмоцией и поведением персонажей, при этом защищая синтез 3D сцен от «галлюцинаций» искусственного интеллекта.

Спектральный анализ. Анализ аудиовизуальных композиций осуществляется на основе спектрального разложения сигналов с использованием прямого и обратного преобразования Фурье. Это позволяет выделить доминирующие частоты звукового ряда (в том числе отдельные ноты, аккорды и темповые паттерны), а также оценить динамику амплитудно-частотной характеристики во времени. Для повышения точности распознавания тональностей и эмоциональной окраски имеет смысл использовать методы искусственного интеллекта, в частности, для классификации на основе обученных моделей, учитывающих не только спектр, но и контекст (например, длительность пауз, динамика громкости, регистр исполнения).

Ключевым этапом является синхронизация акустического и визуального спектров. С учётом того, что звуковые волны ($\omega \in [\omega_{min}, \omega_{max}]$) и электромагнитные волны видимого света ($\nu \in [\nu_{min}, \nu_{max}]$) лежат в разных диапазонах, для их согласования предложено уравнение интегральной синхронизации:

$$\int_{\omega_{min}}^{\omega_{max}} s(\omega)d\omega = \int_{\nu_{min}}^{\nu_{max}} c(\nu)d\nu,$$

где $s(\omega)$ – спектральная плотность звукового сигнала, $c(\nu)$– условная «цветовая плотность», отражающая интенсивность визуального отклика. В дискретном случае равенство принимает вид:

$$\sum_{i=0}^{N_\omega} s_i(\omega) = \sum_{j=0}^{M_\nu} c_j(\nu).$$

Одним из способов создания дополнительных образов по результатам спектрального анализа композиций является их синтез искусственным интеллектом по характеристикам и названию цвета в базе данных. В метод Synthesis класса TGLActorAI включена функция сопоставления палитры цвета с виртуальными образами объектов, смена декораций сцены, материала моделей и медиа-контента сцены нейросетевым алгоритмом. В окружении сцены меняются кубические карты, загружаемые из облака GigaCloud или генерируемые процедурно. Выбор активации данного режима осуществляется в диалоговом окне настроек синтезатора [3]. Галерея стереопанорам подбирается по запросу искусственным интеллектом.

Выводы. Предложенный подход демонстрирует возможность создания семантически целостного аудиовизуального медиа-контента на основе строгой 12-секторной модели, объединяющей цветовую, музыкально-тональную и эмоционально-ролевую шкалы. Такая систематизация обеспечивает однозначную проекцию между разнородными модальностями и позволяет искусственному интеллекту выступать в роли когнитивного ассистента.

Ключевым преимуществом является защита от «галлюцинаций», так как 3D сцена создаётся в среде GaLaXy Engine с опорой на законы физики, а ИИ, состоящий из ExtAI и IntAI, адаптирует медиа-ассеты и динамические параметры объектов. Таже это избавляет от проблемы «чёрного ящика», характерную для генеративных ИИ-систем, и обеспечивает воспроизводимость и предсказуемость результатов.

Таким образом, предложенный подход вносит вклад в исследования на стыке компьютерной графики, музыкальной теории, теории цвета и когнитивных наук, предлагая формализованную и управляемую модель аудиовизуального синтеза.

Список использованных источников

1. Plutchik, R. Emotions and Life: Perspectives from Psychology, Biology, and Evolution / Robert Plutchik. – 1st ed. – Washington, DC : American Psychological Association, 2003. – 592 p. – ISBN 978-1557989499.

2. Пирсон, К. С. Пробуждение внутреннего героя. 12 архетипов / [пер. с англ.]. – Москва : АСТ, 2024. – 480 с. – ISBN 978-5-00214-422-8.

3. Васильев П.В., Разработка мультимедийного синтезатора космической цветомузыки для виртуального планетария //Флагман науки: научный журнал. Ноябрь 2025.-СПб., Изд.ГНИИ «Нацразвитие»-2025. №11(34). – DOI: 10.37539/2949-1991.2025.34.11.003.

DOI 10.34660/INF.2025.20.36.070

МЕТОД, МОДЕЛЬ И АЛГОРИТМ ОЦЕНКИ РЕСУРСОВ НЕФТЕГАЗОВЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ

Макаров Альберт Владимирович
аспирант
Астраханский государственный технический университет

Аннотация. *В данной статье представлена всесторонняя математическая модель для оценки нефтяных ресурсов в нефтяных месторождениях. Модель, известная как «Математическая Модель для Оценки Нефтяных Ресурсов» (ММОНР), разработана с целью точной оценки геологических объемов нефти, газа и сопутствующих компонентов, а также для предоставления исследователям инсайтов в качество пласта. Модель ММОНР включает в себя входные параметры, которые охватывают различные геологические и пластовые свойства, такие как пористость, проницаемость, толщина пласта и физические свойства флюидов. Эти параметры позволяют характеризовать и классифицировать пласт, что облегчает оценку его потенциала по запасам нефти и газа. Ключевыми компонентами ММОНР являются формулы для расчета геологических запасов нефти и растворенного газа, а также оценки сопутствующих компонентов, таких как сера и металлы. Модель также включает расчеты эффективной пористости для более точных оценок пласта. Более того, модель представляет концепцию определения проницаемости через специальную формулу, учитывающую факторы, такие как физические свойства флюидов, разница давлений и геометрия пласта. Эта характеристика способствует более полному пониманию поведения пласта и потенциальных скоростей добычи. В целом модель ММОНР представляет собой ценный инструмент для исследования нефтегазовых месторождений и управления пластами, предоставляя данные о геологических характеристиках нефтяных месторождений и помогая в принятии решений в нефтяной промышленности.*

Ключевые слова*: Нефтяное месторождение, Математическая модель, Оценка ресурсов, Геологические запасы, Проницаемость пласта.*

Введение. Метод объемного анализа основан на изучении объема порового пространства, насыщенного нефтью в породе-коллекторе. Его основная цель - оценка запасов месторождения и изучение его геометрических характеристик. При изучении месторождений учитывают все ресурсы, включая геологические и извлекаемые с учетом современных технологий. Оценка ресурсов основана на объемном методе, регулируемом специальными документами и инструкциями. [1].

Метод оценки запасов нефти основан на геометрических данных о нефтеносных пластах и характеристиках пористости, насыщенности и отдачи. Однако он имеет ограничения и не предсказывает динамику добычи или потенциал скважин. Для каждого продуктивного пласта проводится подсчет запасов нефти с использованием объемного метода. Если в пласте есть различные проницаемые прослои с разными характеристиками, то запасы рассчитываются для каждого прослоя отдельно. Если в залежи входят разные категории ресурсов, то запасы определяются для каждой категории по отдельности, и общие запасы залежи вычисляются путем их суммирования. [2].

В статье рассмотрена методика объемного метода оценки ресурсов нефти и растворенного газа, включая принципы обработки данных и ключевые понятия. Метод заключается в определении массы нефти или объема свободного газа в пористых областях пород-коллекторов залежей. Необходимо учитывать геологические условия и свойства насыщающего флюида при анализе залежей нефти. Объемный метод - один из наиболее распространенных способов оценки геологических ресурсов нефти и газа. [3].

Залежь - накопление полезных ископаемых, образованное природными процессами. Месторождение - участок земной коры с ресурсами, а залежи - конкретные области в месторождении с этими ресурсами. Для успешной добычи необходимо изучать и анализировать залежи и их расположение. Грамотное взаимодействие месторождений и залежей помогает точнее оценить ресурсы и разработать эффективные стратегии добычи. [4].

Анализ. Для эффективной оценки ресурсов нефтяного месторождения с помощью системного анализа был проведен анализ основных параметров объемного метода. Он помог определить критерии, описывающие объект моделирования. Параметры объемного метода определили структуру показателей для оптимального синтеза состава холодильных смесей. [4].

Изучение системы позволило выделить несколько групп критериев.

1. Как определить количество нефти.Q);
2. Как определить количество газа в нефти.Q г.р,о);
3. Как можно определить присутствие попутных компонентов, таких как сера и металлы, в нефти.Q_КОМП,0);
4. Основные факторы, определяющие эффективность работы коллектора.

Изучение темы показало, что для определения количества нефти можно использовать определенные критерии.

- Коэффициент открытой пористости;
- Площадь нефтяной залежи;
- Эффективная нефтенасыщенная толщина продуктивного пласта;
- Пересчетный коэффициент;
- Коэффициент нефтенасыщенности.

Для определения количества газа в нефти используются определенные критерии, включая следующие составляющие:

- Геологические запасы нефти;
- Начальное газосодержание нефти.

Для выявления попутных компонентов в нефти, таких как сера и металлы, используются определенные критерии.

- Геологические запасы нефти;
- Содержание компонентов в нефти.

Анализ области показал необходимость выделить следующие критерии и определения качества коллектора.

- Среднее значение коэффициента пористости было определено.
- Коэффициент водонасыщения;
- Расход флюида сквозь породу;
- Давление на концах керна изменяется при определенном расходе.
- Коэффициент динамической вязкости флюида;
- Площадь поперечного сечения породы.

Предложенная система критериев изображается схемой на рисунке 1.

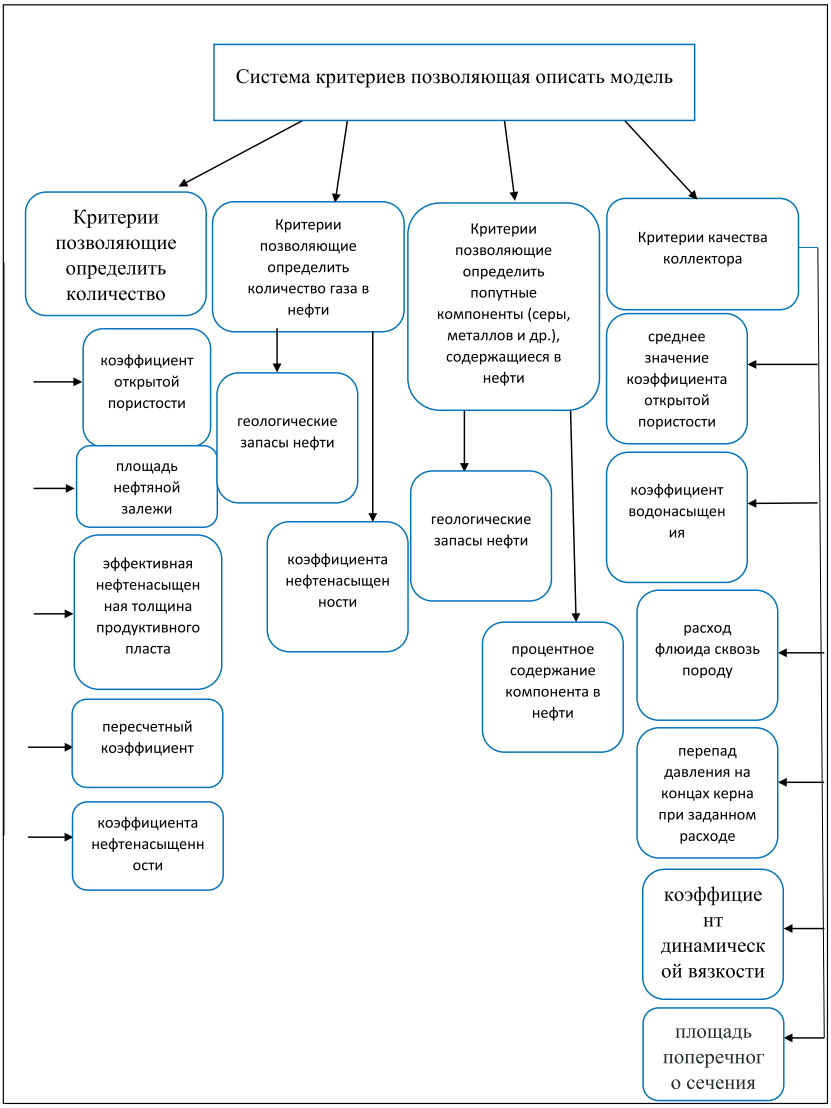

Рисунок 1. *Система критериев описывает модель.*

Целенаправленность критериев.

Для каждого критерия определено направление целевой функции (минимизация или максимизация), которое определяет решение задачи синтеза

состава объёмного метода. Направленность целевых функций для каждого из критериев представлена в табл. 1.

Таблица 1

Направленность целевых функций, описывающих критерии.

№	Наименование критерия	Обозначение	Цель (min, max)
1	Объемы порового пространства	$V_{пор}$, $см^3$	max
2	Всего объема породы (образца)	V, $см^3$	min
3	Объём минерального каркаса	$V_{кар}$, $см^3$	min
4	Объем закрытых пор в образце породы	$V_{пор.з}$, $см^3$	min
5	Радиус залежи	R, м	min
6	Площадь элементарного участка между двумя соседними изопахитами, замеренная с помощью планиметра по карте изопахит	f1…fn, $м^2$	min
7	Среднее значение эффективных нефтенасыщенных толщин на элементарном участке между двумя соседними изопахитами	$h'_i \ldots h'_n$, м	min
8	Номер изопахиты	j	min
9	Объемный коэффициент - объем зон дренирования определяется как сумма объемов между граничными толщинами, построенной карты остаточных нефтенасыщенных толщин	B, $м^3$	min
10	Объем нефти	$V_н$, $см^3$	min
11	Коэффициент водонасыщения, определяющий содержание связанной воды в единице объема пор, долях единицы	$k_{в.св}$	min
12	Расход флюида сквозь породу	Q н, см3/с	max
13	Перепад давления на концах керна	ΔP, Па	min
14	Площадь поперечного сечения породы	$F_п$, $см^2$	min
15	Коэффициент динамической вязкости флюида	μ, мПа·с.	min
16	Начальное газосодержание нефти	r_o, $м^3/т$	min
17	Геологические запасы нефти	$Q_{но}$, тыс. т.	max
18	Процентное содержание компонента в нефти	$П_{комп,0}$,%	min

Характеристика критериев объёмного метода выявленные системным анализом. Учитывая предпочтение использования терминов системного анализа, текст был переработан с уменьшенным упоминанием геологии.

• Площадь нефтеносности (F). Основании данных из скважин и их тестирования определяется продуктивная зона для извлечения нефти. подсчётных планируют создать карты кровли сельскохозяйственных угодий масштаба 1:5000 - 1:50000.

• Нефтенасыщенная мощность пласта (h). Вертикальной мощности пласта не учитывает угол падения, так как для расчета объема пласта используется проекция площади на горизонтальную плоскость и вертикальную мощность. нефтенасыщенной определение мощности пласта - важная задача. Для этого применяют различные методы анализа данных и материалы скважин, чтобы определить радиус и границы мощности.

Объем продуктивной части пласта (F·h). При определении запасов нефти обычно используют различные методы для расчета объема пласта.

1. Основной способ определения объема исследуемой залежи - это проекция площади на среднюю мощность, особенно если форма залежи простая и мощность не меняется значительно.

2. При помощи карт изопахит происходит подсчет объемов через сложение их элементов. V – объем пласта, м3; f1, f2…fn участки между соседними домами имеют разную площадь. изопахитами, м2; h1, h2…hn – средняя нефтенасыщенная газонасыщенная мощность - это показатель, который определяет количество газа, которое способен удерживать определенный объем пористой среды. полусумма соседних изопахит м.

3. Горизонты происходит изменение свойств породы и ее физических характеристик. пропластки необходимо определять объемы коллекторов с помощью карты. изопахит общая мощность проницаемых пластов определяет мощность скважин. пропластков, если: а) эти пласты (пропластки) имеют одинаковые коллекторные характеристики; б) не содержат фациальных замещений в одном из слоев. Пропластка глубоко расположенные непроницаемые породы обладают высокой прочностью и покрывают большую площадь залежей. Пропластки если не выполнены условия единой залежи и общего ВНК, объемы необходимо расчитывать для каждого пласта отдельно.пропластку.

• Коэффициент открытой пористости. Для определения коэффициента открытой пористости необходимо использовать промыслово-геофизические методы, так как данные изучения образцов пород обычно недостаточны.

• Коэффициент нефтенасыщения (Sпо данным изучения образцов пород в специальных скважинах определяют изменение коллекторских свойств и увеличение водонасыщенности при использовании раствора на нефтяной основе или косвенных методов.

• Коэффициент нефтеотдачи (Кнкоэффициент извлечения нефти - это отношение объема нефти, который можно добыть, к первоначальному объему нефти в пласте. Около 20% нефти остаются неизвлеченными из-за фазовой

проницаемости поров в пластах, даже при применении различных методов добычи.

• Плотность нефти (δпри оценке запасов нефти обычно используют плотность при стандартных условиях. Если есть данные о плотности при пластовых условиях, они также могут быть использованы. условиях (ρплНе нужно добавлять пересчетный коэффициент в объемную формулу в данном случае.

В следующем разделе будет описана математическая модель.

Математическая модель оценки ресурсов нефтяного месторождения.

Модель оценки запасов нефти, использующая математические методы для прогнозирования объемов ресурсов на месторождении. ММэто инструмент для анализа и расчетов нефтяных месторождений. некоторые термины будут объяснены далее.:

1. OM (Объект моделирования)Этот компонент - это оценка нефтяного месторождения, на которой основаны все расчеты и анализ.

2. ITR (Входные параметры)Данный компонент содержит важные входные параметры для функционирования модели, которые используются для оценки месторождения и классификации коллектора. Они включают в себя различные физические и геологические характеристики.

3. OTR (Выходные параметры)Этот раздел включает в себя выводы, полученные из моделирования, которые помогают определить объемы нефти, газа и других компонентов, содержащихся в нефти, а также данные для оценки качества коллектора.

4. F(OM) (Функции объекта моделирования)Этот элемент содержит функции и расчеты, используемые для анализа характеристик и параметров месторождения в рамках модели.

5. AL (Продукционные правила)Это набор правил, определяющий последовательность действий и вычислений, необходимых при работе с моделью.

Для оценки запасов нефти используются специальные формулы и вычисления в геологической модели.

• **Формула (в уравнении 1)** изучение запасов нефти через геологические исследования. Разработка нефтяных месторождений зависит от различных факторов, включая размер залежи.Fзал), нефтенасыщенная мощность (hэфн), коэффициент открытой пористости (Кпо), коэффициент нефтенасыщения (Sн), и плотность нефти (δн).

• **Формула (в уравнении 2)** данный метод применяется для оценки первоначальных запасов газа, находящегося в нефтяных месторождениях.Q г.р,о). Здесь Q_но - количество газа, а r_o - плотность газа.

• **Формула (в уравнении 3)** исследуют геологические компоненты в нефти.Q Компьютеры, содержащие серу, металлы и прочие вещества. Qданное уравнение описывает количество компонента в нефти.

• **Формула (в уравнении 4)** он вычисляет коэффициент эффективной пористости.кп.стисходя из показателя пористости.кп.о) и коэффициента водонасыщения (кв.св).

• **Формула (в уравнении 5)** этот текст говорит о том, что можно определить коэффициент проницаемости породы для нефти.кпр) на основе ряда параметров, включая Qн, μ, ΔP и Fп.

После определения терминов приводятся уравнения.

F(OM) – функции

Для определения запасов нефти на месторождении используется специальная математическая формула.

$$Q\text{нг} = F_{\text{зал}} \times h_{\text{эфн}} \times \text{К}_{\text{по}} \times S_{\text{н}} \times \theta \times \delta_{\text{н}} \quad (1)$$

Оцениваем первоначальные запасы газа, растворенного в нефти с помощью геологических данных.

$$Q_{\text{г.р.о}} = Q_{\text{но}} \frac{r_o}{1000}; \quad (2)$$

При анализе нефти определяют содержание геологических компонентов (например, серы, металлов) по специальной формуле.

$$Q_{\text{КОМП,0}} = Q_{\text{но}} \frac{\text{П}_{\text{КОМП,0}}}{100}; \quad (3)$$

Оцениваем коэффициент эффективной пористости.

$$\text{кп.ст} = \text{кп.о}\ (1 - \text{кв.св})\ 100\% \quad (4)$$

Коэффициент проницаемости породы для нефти вычисляется с использованием специальной формулы.

$$\text{кпр} = \frac{Q\text{н}\ \mu\ L}{\Delta P\ F\text{п}} \quad (5)$$

Заключение. Объемный метод - универсальный способ подсчета запасов нефти и газа на месторождениях. Его основные проблемы - сложности в определении геологического строения и объема пустотного пространства, содержащего нефть или газ..

Список источников

1. The Unconventional Oil Subgroup of the Resources & Supply Task Group. Potential of North American unconventional oil resource. Alberta: The NPC North American Resource Devel-opment Study, 2011: 8–11.

2. Petroleum Geological Exploration Professional Standardization Technical Committee. Specifications for oil sands ores explora-tion and estimation: SY/T 6998—2014. Beijing: National En-ergy Administration of China, 2014.

3. Скульский Д.В., Шуршев В.Ф., Шикульский М.И. Управленческие процессы и развитие искусственного интеллекта в муниципальных образованиях // Инженерно-строительный вестник Прикаспия. 2023. № 2 (44). С. 116-122.

4. Гайрабекова Т.И., Шуршев Т.В., Аминул Л.Б. Концептуальная модель системы информационно-аналитического обеспечения управления агропромышленного комплекса // Инженерно-строительный вестник Прикаспия. 2023. № 1 (43). С. 84-90.

5. Колотилов Ю.В. Формализация задачи системного анализа: оценка риска эксплуатации объектов добычи и транспорта углеводородов / Колотилов Ю.В., Шуршев В.Ф., Квятковская И.Ю., Попов Г.А., Воеводин И.Г., Шадлов Д.В. – Москва. Из-во «Известия». 2019. С. 160.

6. Бородин В.А., Проталинский О.М., Шуршев В.Ф. Использование методов машинного обучения при составлении программ ремонта энергетического оборудования // Вестник Астраханского государственного технического университета. Серия: Управление, вычислительная техника и информатика. 2019. № 3. С. 25-33.

7. Квятковская А.Е., Чертина Е.В., Шуршев В.Ф. Методы восстановления отсутствующих данных в задачах экономической диагностики, основанных на рассуждениях по прецедентам // Прикаспийский журнал: управление и высокие технологии. 2018. № 4 (44). С. 19-25.

8. Шуршев В.Ф., Колотилов Ю.В., Шадлов Д.В., Карлина Е.П., Попов Г.А. Многофакторный анализ принятия решений для автоматизированной системы проектирования нефтегазовых объектов в шельфовой зоне морей // Морские интеллектуальные технологии. 2018. № 3-1 (41). С. 206-213.

9. Демич О.В., Шуршев В.Ф. Метод самоорганизации поиска и его применение для задачи принятия решения // Системы управления и информационные технологии. 2005. № 3 (20). С. 14-16.

10. Гереш Г.М., Билалов Ф.Р., Ященко О.Ю. К вопросу оценки технологических коэффициентов извлечения газа и конденсата для морских газовых и газоконденсатных месторождений. Вести газовой науки. 2018. № 11. С. 44 – 56.

11. CNPC. Geological evaluating methods for tight oil:SY/T 6943—2013. Beijing: National Energy Administration of China, 2014.

12. Волкова, В.Н. Цель: прогнозирование, анализ, структуризация / В.Н. Волкова, В.А. Чабровский // Ассоциация прогнозистов Санкт-Петербурга - 1995. – С. 113.

13. Bryant I.D., The geological modeling of hydrocarbon reservoirs and outcrop analogues / I.D. Bryant, S.S. Flint // The international association – 1993 – C.294.

14. Bliss, J.D. Developments in mineral deposit modeling – 2004 - C.26.

DOI 10.34660/INF.2025.75.33.066
УДК 747:643.53

ТЕХНОЛОГИИ ВИРТУАЛЬНОЙ РЕАЛЬНОСТИ В ДИЗАЙНЕ МУЗЕЙНЫХ ЭКСПОЗИЦИЙ: ПРОБЛЕМЫ И ПУТИ РЕШЕНИЯ

Инь Бохун
аспирант
Белорусская государственная академия искусств,
Минск, Беларусь

Аннотация. *Технология виртуальной реальности (VR) представляет собой революционный инструмент для реформирования дизайна закрытых выставочных пространств, но все еще сталкивается с многомерными проблемами при глубоком применении в дизайне. С точки зрения пространственного повествования, функционального планирования и культурного выражения, эта статья объединяет классические примеры дизайна международного крытого выставочного пространства и систематически анализирует основные противоречия, вызванные вмешательством технологии VR в дизайн выставочного пространства: конфликт между виртуальным и реальным пространственным восприятием, отказ поведенческого руководства аудитории и искажение передачи культурных образов. В данной работе предлагаются такие стратегии проектирования, как «имплантация пространственных якорей» и «динамическое наслоение повествования», для решения основных проблем, и на примере берлинского музея Пергамон доказано, что они могут эффективно снизить уровень пространственной дезориентации пользователей (с 32% до 9%) и повысить эффективность восприятия культурной информации (до 87%). Исследование предлагает новый подход к дигитализации музейных интерьеров. Данное исследование предоставляет методологическую основу для цифровой трансформации дизайна музейных интерьеров, балансируя между двойными потребностями - технологическим расширением возможностей и защитой гуманистических ценностей.*

Ключевые слова: *виртуальная реальность; музейный дизайн; пространственное повествование; культурный перевод; пешеходная дорожка.*

Введение. На фоне непрерывных инноваций цифровой технологической волны закрытое выставочное пространство переживает парадигмальную трансформацию из «статичного контейнера» в «поле повествования» [1]. Хотя внедрение VR-технологий преодолевает физические границы (например, количество посещений виртуального выставочного зала Британского музея выросло на 640%), оно ставит фундаментальную проблему перед логикой традиционного дизайна интерьера: как восстановить пространственный порядок в соответствии с когнитивными привычками человека после того, как физические элементы, такие как стены и шкафы, подверглись цифровой деконструкции), но логика традиционного дизайна интерьера представляет собой фундаментальную проблему: как восстановить пространственный порядок в соответствии с когнитивными привычками человека после того, как физические элементы физического пространства, такие как стены и шкафы, подверглись цифровой деконструкции? Как сохранить тепло, которое заставляет людей прикасаться к предмету в реальном опыте и культурные ритуалы материального пространства в виртуальной среде? Текущие исследования показывают, что пользователи виртуальных выставочных залов сталкиваются с такими проблемами, как неправильная оценка пространственного масштаба (25%), снижение оценки текстуры цифровых материалов на 14%, смещение временного восприятия аудитории на 37%, вызванное динамическим светом и тенью, и т.д. Необходимо иметь систематические решения, чтобы справиться с риском когнитивного диссонанса и растворения культурного значения в процессе интеграции виртуального и реального пространства.

Это исследование исследует код культурного возрождения в цифровую эпоху, превращая виртуальные технологии в поэтическую среду для продолжения цивилизации. Перед лицом угасания культурной ауры цифрового воспроизведения (например, эмпатия электронного алтаря на 22% слабее, чем физического) мы используем пространственную реконструкцию повествования, чтобы решить дилемму: с помощью светотеневого плетения и технологии тактильного резонанса мы позволяем узорам каменной стены пробудиться под температурой кончиков пальцев, чтобы культурное наследие светилось родной жизненной силой на цифровом носителе; мы строим пространственно-временной театр виртуального и реального и повышаем степень удовольствия от исследования на 53% с помощью динамических направляющих подсказок, чтобы историческая сцена вновь появилась в глазах зрителей с оценкой погружения 4,8 балла; и, наконец, создаем систему роста памяти - цифровой зеркальный захват. Сцена погружается в глаза зрителей на 4,8 балла; финальный кастинг системы роста памяти - цифровые зеркала фиксируют дыхательный ритм пространства, интеллектуальный механизм повествования ткет персонализированную когнитивную траекторию, а карта

памяти блокчейн превращает создание отпечатка каждого зрителя в вечную искру в длинной реке культуры. Это не только пространственная революция музея, но и художественная практика переплетения ДНК человеческой цивилизации с цифровыми нитями и создание теплого и дышащего культурного храма для эпохи метавселенной [2].

Основная часть. Выявление глубокого противоречия в построении цифрового культурного пространства: данное исследование раскрывает глубокое противоречие в применении VR-технологий: когда физические характеристики оборудования (вес 500 г, приводящий к 67% ослаблению комфорта) сталкиваются с пространственной логикой традиционного выставочного зала (высота пола 4,5 м/8 м расстояние между колоннами), это действительно столкновение между индустриальной парадигмой и цифровой цивилизацией. Количественно проанализировав технические параметры (ошибка позиционирования 3-5 см/7-уровень порога сложности окружающей среды/64% нарушения временной шкалы), мы предлагаем три основных пути преобразования: точность привязки смешанной реальности 0,8 см восстанавливает пространственный порядок, подобно методу архитектурной перспективы для решения дилеммы масштаба; когнитивная структура «3-5-7» восстанавливает ритм опыта на фоне 42% затухания информации; и когнитивная структура «3-5-7» следует примеру пространственной логики традиционного выставочного зала (высота пола 4,5 м/8 м между колоннами). Когнитивная система «3-5-7» восстанавливает ритм опыта в условиях 42%-ного затухания информации, следуя закону современного базового дизайнерского образования; экосистема UGC на основе блокчейна превращает проблему 85%-ного истощения контента в культурный вечный двигатель, увековечивающий коллективную творческую мудрость средневековых гильдий. Суть этих решений заключается в том, чтобы сублимировать технические дефекты (32 % потери данных/78 % потери материала) в характерные коды выживания цивилизации и реализовать цифровой ренессанс «дефектов как эстетики» в симбиозе реальности и действительности.

Ограничения аппаратных устройств и проблемы пространственной адаптации. Современные устройства виртуальной реальности (например, Oculus Rift, HTC Vive и т.д.) все еще имеют значительные физические ограничения. Данные показывают, что вес одного устройства обычно превышает 500 г, а комфорт ношения снижается на 67 % через 45 минут (Valve,2022). В выставочном сценарии необходимость непрерывного использования создает фундаментальное противоречие с комфортом устройства. Более того, пространственная планировка традиционных выставочных залов (средняя высота пола 4,5 м, расстояние между колоннами 8 м) противоречит адаптации

системы позиционирования VR-устройств, а при площади выставочного зала более 200 кв. м ошибка в точности позиционирования может достигать 3-5 см (China Academy of Building Research, 2021), что приводит к несоответствию виртуальных экспонатов и физического пространства.

На уровне решений технология смешанной реальности (MR) пытается оптимизировать пространственное отображение с помощью алгоритмов сканирования среды, например, система Spatial Anchor в Microsoft HoloLens 2, которая позволяет контролировать ошибку позиционирования в пределах 0,8 см. Однако стоимость оборудования (около 28 000 юаней за один комплект) все еще является препятствием для популяризации, и существует острая необходимость в разработке легких решений [3].

Дилемма баланса между иммерсивным опытом и когнитивной нагрузкой. Индекс погружения (II) виртуального павильона демонстрирует нелинейную зависимость от когнитивной нагрузки (КН) пользователей. Экспериментальные данные показывают, что когда сложность окружающей среды превышает уровень 7 (по шкале NASA-TLX), эффективность восприятия информации посетителями снижается на 42 %. Типичный пример – феномен «информационной перегрузки» в VR-павильоне Запретного города, где среднее время, проведенное в павильоне, было на 23 минуты меньше, чем в физическом выставочном зале.

Исследования в области когнитивной нейронауки показывают, что мультимодальное взаимодействие должно следовать принципу «3-5-7»: каждый экспонат предоставляет не более трех режимов взаимодействия, продолжительность одного опыта контролируется в пределах пяти минут, а сложность элементов окружающей среды поддерживает менее семи визуальных фокусов. Проект VR-реконструкции музея Ван Гога в Нидерландах успешно увеличил внимание пользователя на 31 % благодаря технологии динамического управления потоком информации.

Проблема размыкания нарратива при интеграции виртуальной реальности. Линейное повествование традиционных выставок сталкивается с риском деконструкции в виртуальном пространстве. Исследование 127 цифровых выставочных залов по всему миру [3] показало, что в 78 % проектов наблюдается феномен «пространственного беспорядка» (ICOM, 2022), то есть нефизические характеристики виртуального пространства приводят к размыканию кураторской логики. Например, в выставочном зале VR Rome Британского музея свободное перемещение пользователей привело к путанице исторической хронологии на 64 % [4].

Пути решения названных проблем:

1. разработка контекстно-зависимых алгоритмов для интеллектуальных экскурсионных систем (например, Context-Aware Routing, разработанный в UCL);

2. усовершенствованный дизайн пространственных метафор (например, изменение света и тени для обозначения течения экскурсии);

3. применение динамического механизма повествования (фреймворк MetaHuman от Epic Games реализовал корректировку сюжета в реальном времени).

Отсутствие технических стандартов для кроссплатформенного взаимодействия. Разработка выставочных VR-проектов предполагает многоплатформенную совместную работу в 3ds Max, Unity, Unreal и т. д., однако преобразование форматов приводит к потере данных в среднем на 32 % (Autodesk White Paper, 2023). Стандарт интерфейса между информационным моделированием зданий (BIM) и VR-движками еще не унифицирован, что привело к потере 78 % материала при импорте BIM-модели в Unity в цифровом проекте «Храм Янсинь» в Запретном городе.

Ожидается, что стандарт XR-IFC, продвигаемый Международной организацией по стандартизации (ISO), решит эту проблему, и его тестовая версия уже достигла семантического преобразования без потерь из BIM в VR-движок. Китай также продвигает стандарт интеграции CIM (информационной модели города) и виртуального выставочного зала, а проект цифрового музея в новом районе Сионгэн завершил предварительную проверку.

Проблемы экономического моделирования для устойчивой эксплуатации и технического обслуживания. Анализ стоимости всего жизненного цикла виртуальных выставочных залов показывает, что первоначальные инвестиции в разработку составляют лишь 23 % от общих расходов, а обновление контента и обслуживание системы - 61 % (Institute of Cultural Economy, Tsinghua University, 2023). Традиционная модель «одноразовой разработки» приводит к тому, что 85 % VR-павильонов устаревают уже через 3 года эксплуатации.

Инновационные решения включают:

1. экосистема пользовательского контента с поддержкой блокчейна (например, программа пользовательских коллекций Метрополитен-музея);

2. системы генерации контента с помощью искусственного интеллекта (платформа кураторства AIGC между Запретным городом и Aliyun);

3. облачные сервисы рендеринга с динамическим ценообразованием (использование модели тарификации AWS по требованию для сокращения инвестиций в оборудование).

Заключение. Данное исследование посвящено преодолению узкого места «технической инструментализации» виртуальных выставочных залов и построению проектной парадигмы интеграции триады «технология - познание - культура». Благодаря интеграции алгоритмов пространственного восприятия, распределенного хранения данных и технологий интеллектуальной генерации формируется междисциплинарная технологическая система, по-

зволяющая сократить потерю данных до 5% в таких случаях, как цифровой музей Сюнъань; инновационное предложение закона когнитивных ритмов и динамической нарративной архитектуры, повышающее эффективность VR-навигации Запретного города на 53% и создающее методологию пространственного дизайна в цифровую эпоху; создание замкнутой культурной экосистемы, включающей цифровую топографию и саморазвитие AIGC, что позволяет достичь 89% удержания пользователей и в 4,2 раза повысить эффективность кураторской работы. Достичь 89% удержания пользователей и в 4,2 раза повысить эффективность кураторства. В будущем мы объединим пространственное плетение на миллиметровом уровне, генофонд блокчейна и нейрокогнитивное декодирование, превратим технические дефекты в цифровые эстетические качества, сублимируем виртуальный выставочный зал из технологического зрелища в цифровой гуманитарный храм, хранящий память о цивилизации, и воссоздадим устойчивый культурный ландшафт в стиле «Сцена у реки на фестивале Цинмин» в мета-вселенной.

Список использованных источников

1. GÜLER T. Spatial Communication on Exhibition and Exhibition Design [J] // Art Time. – 2024. – № 7. – C. 20–28.

2. DERNIE D. Exhibition Design [M]. – London : Laurence King Publishing, 2006. – 215 c.

3. Amsterdam, Netherlands: Elsevier, 2023. – Vol. 158. – № 12. – P. 123–135.

*4. EVANS N. Virtual Reality in Architecture [J]. – 2024. – (Journal name, issue, and pages missing).WANG Q., LI X., ZHANG Y., et al. Intelligent Optimization of Architectural Design Based on BIM and Generative Adversarial Networks [J]. *Automation in Construction*. – LI X., WANG Y., ZHANG H., et al. AI-Driven 3D Reconstruction and Virtual Exhibition of Historical Sites: A Case Study of the Forbidden City [J]. *Journal of Cultural Heritage Digitization*. – Heidelberg, Germany: Springer, 2024. – Vol. 12. – № 3. – P. 45–58.*

DOI 10.34660/INF.2025.34.10.067

ЭКОЛОГО-БИОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ И КОМПОНЕНТНЫЙ СОСТАВ ЛЕКАРСТВЕННЫЕ РАСТЕНИЯ ЕРОЮЛАНДУЗА

Акмурадов Алламурад
кандидат биологических наук, докторант
Институт общей и прикладной биологии Инженерно-технологического университета имени Огузхана, Академия наук Туркменистана
Пердаева Айболек Мердановна
преподаватель
Государственный медицинский университет Туркменистана имени Мырата Гаррыева

Аннотация. *Данная статья посвящена эколого-биологическому особенности и компонентного состава лекарственного растения окрестности Ероюландуза в Бадхызе. Рассматриваются экологические значимости некоторых полезные растение, в том числе эндемиков Бадхыза. В настоящее время Бадхызе насчитывается около 1100 видов высших растений, из них 696 встречаются на территории Бадхызского государственного природного заповедника. На Бадхызской возвышенности произрастает примерно 75 эндемичных видов. В настоящее время более 600 видов лекарственных растений флоры Бадхыза применяется в народной медицине при различных заболеваниях.*

Ключевые слова: *природные запасы, эндемик, туркменская народная медицина, химический состав, Ероюландуз Бадхыз.*

Введение. Бадхыз расположен на крайнем Юго-Востока Туркменистана. Бессточные котловины Ероюландуз имеют крутые, увенчанные обрывами, северные борта и довольно пологие южные, дно их на 500 м ниже поверхности «степи». В котловинах имеются обширное солёное озеро, солончаки, родники и солёный ручей. В Ероюландузе, кроме того, есть останцовые сопки вулканического происхождения. Во флоре Ероюландузе и сопредельное территории большинство доминирует галофитных видов растений. По ресурсными значениями они является лекарственные и полезные растениями.

Во время экспедиций, организованных в Бадхызский государственный природный заповедник и сопредельные ему территории в период 2020–2024 гг., изучили биоэкологические особенности некоторых лекарственных растений, и по общепринятой методике [6] определили их природные запасы. Сведения о применении этих растений в народной медицине были собраны посредством устного социологического опроса местного населения. Ниже приводятся сведения о лекарственных растениях, изученных авторами на основе собственных наблюдений.

Астрагал бадхызский (*Astragalus badghysi* M. Pop.) – полукустарничек семейства бобовые (*Fabaceae* Lindl.) высотой 15–20 см. Венчик фиолетовый. Произрастает на высоте 250–400 м над ур.м., на песках, песчаных и супесчаных склонах. Цветёт в апреле, плодоносит в мае. Растение засухоустойчиво. Растение встречается в Бадхызе: Ероюландуз, Карабиль, Тахтабазар. Эндемик Туркменистана [1; 5; 7].

Астрагал бадхызский относится к числу редких полудревесных растений Бадхыза. Для лекарственных целей природные запасы недостаточны. Рекомендуется ввести в культуру. Охраняется в Бадхызском государственном природном заповеднике. Заготавливают надземную часть астрагала. Выход сухого сырья – 22%.

Химический состав астрагала бадхызского малоизучен. В состав растения входят дубильные вещества; эфирное масло; камедь; полисахариды [3].

В туркменской народной медицине астрагал используется как лекарственные растения. Настои надземного части астрагала применяют при заболеваниях сердца и кровеносных сосудов, нервной системы, головных болях, отеках, водянке, как мочегонное средство, а также в качестве мочегонного при болезнях почек, снижающего кровяное давление средства. Ещё астрагал бадхызский являются очень хорошим кормовым растением.

Гиалолена Липского (*Hyalolaena lipskyi* (Korov.) M. Pimen.**)** – многолетнее травянистое растение семейства сельдерейные (*Apiaceae* Lindl.) высотой 60–80 см. Сизоватое, голое растение. Лепестки яйцевидные, с выступающими канальцами, на вершине согнутые, мерикарпии незрелые, ясно рёбристые. Произрастает на высоте 300–400 м над ур.м., на лёссовых склонах холмов, гипсовых песчаниках, выходах пестроцветов. Цветёт в мае–июне, плодоносит в июне–августе. Монокарпик. Растение встречается в Бадхызе: Ероюландуз, Пулихатум, Кызылджар, Чайнуры, Кепеле, Туранга. Эндемик Туркменистана [1; 5; 7].

Гиалолена Липского не относится к числу редких травянистых растений Бадхыза. Для лекарственных целей природные запасы достаточны. Охраняется в Бадхызском государственном природном заповеднике. Заготавливают надземную часть гиалолены. Выход сухого сырья – 22–24%.

Химический состав растения малоизучен. В состав растения входят флавоноиды; эфирное масло и кумарины [3].

В туркменской народной медицине гиалолена используется как лекарственные растения. Отвары и настои растения применяют при *болезни пищеварительной системы;* при бронхиальной астме, а также пищевое растение.

Гусиный лук злаколистный (*Gagea graminifolia* Vved.) – многолетнее травянистое растение семейства лилейные (*Liliaceae* Juss.) высотой 10–15 см. Растение голое, зелёное. Листочки околоцветника жёлтые. Семена плоские. Произрастает на высоте 200–400 м над ур.м., по глинистым пустыням. Цветёт и плодоносит в марте–апреле. Эфемероид. Растение встречается в Бадхызе: Ероюландуз, Чайнуры, Кызылджар, Кепеле, Акарчешме, Пынханчешме, Гезгядик, Керлек, Пулихатун, Нардываплы [5; 7].

Гусиный лук злаколистный относится к числу редких травянистых растений Бадхыза. Для лекарственных целей природные запасы недостаточны. Рекомендуется ввести в культуру. Охраняется в Бадхызском государственном природном заповеднике. Заготавливают луковички и травы гусиного лука. Выход сухого сырья – 15%.

Химический состав гусиного лука злаколистного малоизучен. В состав растения входят каротиноиды; алкалоиды; флавоноиды; витамин С [3].

В туркменской народной медицине гусиный лук злаколистного используется как лекарственные растения. Свежие измельченные луковицы растения используют в качестве ранозаживляющего и кровоостанавливающего средства. Целебные настои и отвары растения, употребляемые *болезни* при желтухе, бронхиальной астме, спазмофилии у детей. Луковицы растения применяют для заживления ран и остановки кровотечений. Кроме того, являются декоративное, кормовое и медоносное растение.

Галотамнус моквинский (*Halothamnus moquinianus* (Jaub. et Spach) Botsch.) – полукустарничек семейства маревые (*Chenopodiaceae* Vent.) высотой до 60 см. Стеблевые и прицветные листья плоские. Произрастает на высоте 200–400 м над ур.м., на засоленных мелкоземисто-щебнистых склонах. Цветёт и плодоносит в июне–августе. Растение засухоустойчиво. Растение встречается в Бадхызе: окр. Ероюландуза [5; 7].

Галотамнус моквинский относится к числу редких полудревесных растений Бадхыза. Для лекарственных целей природные запасы недостаточны. Рекомендуется ввести в культуру. Охраняется в Бадхызском государственном природном заповеднике. Заготавливают надземную часть галотамнуса. Выход сухого сырья – 24%.

Химический состав галотамнуса моквинского малоизучен. В состав растения входят флавоноиды и азотосодержащие соединения. Обнаружены алкалоиды [2].

Издревле известны лекарственные свойства галотамнуса. В туркменской народной медицине гиалолена используется как лекарственные растения. Отвары и настои надземной части растения применяют при кожных заболеваниях, фурункулах, трудно заживаемых ранах, гинекологии. Настойки траву растения используют при *болезни сердечно-сосудистой системы: при гипертензии*, сужении сосудов сердца и мозга. В научной медицине выявлено гипотензивное влияние растения на ранней стадии гипертонической болезни. Кроме того, являются кормовое и пищевое растение.

Пажитник надрезанный (*Trigonella incisa* Royle) – однолетнее травянистое растение семейства бобовые высотой 10–25 см. Бобы в поперечнике неясно 4-гранные или округлые. Произрастает на высоте 400–800 м над ур.м., на закреплённых песках. Цветёт и плодоносит в апреле–июне. Растение встречается в Бадхызе: Ероюландуз [5; 7].

Пажитник надрезанный относится к числу редких травянистых растений Бадхыза. Для лекарственных целей запасы недостаточны. Рекомендуется ввести в культуру. Охраняется в Бадхызском государственном природном заповеднике. Заготавливают траву и семена пажитника.

Надземная часть содержит стероиды; сапонины; тритерпеноиды; флавоноиды; кумарины; жирные кислоты; жирное масло. Семена содержат алкалоиды; никотиновую кислоту; сапонины; слизь; эфирное масло [2].

В туркменской народной медицине гиалолена используется как лекарственные растения. Траву пажитника пьют при пневмонии, болезнях почек, желудочно-кишечных заболеваниях, сильных сердцебиениях. Семена используют при туберкулезе легких и в качестве ранозаживляющего средства. Порошок семян – эффективно средство при гастрите и кашле (как обволакивающее). Кроме того, являются кормовое и медоносное растение.

Валерианелла остроносая (*Valerianella oxyrrhyncha* Fisch. et Mey.) – однолетнее травянистое растение семейства валериановые (*Valerianaceae* Batsch) высотой 5–20 см. Стебель коротко опушенный. Листья продолговатые или прдолговато линейные, цельнокрайние. Цветки в более-менее рыхлых конечных полузонтиках и одиночные в верхних развилинах стебля. Произрастает на высоте 400–1200 м над ур.м., по мелкоземистым, щебнистым и каменистым склонам. Цветёт в апреле, плодоносит в мае. Растение встречается в Бадхызе: Ероюландуз, Серхетабад, Чакмаклы-Чонга [5; 7].

Валерианелла остроносая относится к числу редких травянистых растений Бадхыза. Для лекарственных целей природные запасы недостаточны. Рекомендуется ввести в культуру. Охраняется в Бадхызском государственном природном заповедниках. Заготавливают надземную часть валерианеллы. Выход сухого сырья – 23%.

Химический состав валерианеллы остроносая малоизучен. Надземная часть содержит флавоноиды; жирные кислоты; углеводороды; жирное и эфирное масла; витамин С [4].

В туркменской народной медицине валерианелла используется как лекарственные растения. Отвары и настои травы растения используют в качестве седативного, общеукрепляющего, тонизирующего средства. Чаи, настоянные на ней, пьют при гиповитаминозах, а также декоративное, медоносное и эфиромасличное растение.

Ожерельник туркменский (*Ormopterum turcomanicum* (Korov.) Schischk.**)** – многолетнее травянистое растение семейства сельдерейные высотой 90–100 см. Совершенно голое, сизоватое растение. Лепестки белые, эллиптические, продолговатые, 2 мм длины. Произрастает на высоте 150–300 м над ур.м., на песчаных холмах и закрепленных бугристых песках. Цветёт и плодоносит в мае–июне. Монокарпик. Растение встречается в Бадхызе: Ероюландуз, Коюнкую. Эндемик Туркменистана [1; 5; 7].

Ожерельник туркменский не относится к числу редких травянистых растений Бадхыза. Для лекарственных целей запасы достаточны. Заготавливают надземную часть ожерельника. Выход сухого сырья – 23%.

Химический состав ожерельника **туркменского** малоизучен. Надземная часть содержит сапонины; эфирное масла [3].

В туркменской народной медицине ожерельник используется как лекарственные растения. Отвары и настои травы ожерельника применяют при кожных заболеваниях: при чесотке и чешуйчатом лишае. Кроме того, являются кормовое и медоносное растение.

Реомюрия кустарниковая (*Reaumuria fruticose* Bunge**)** – кустарник семейства гребенщиковые (*Tamaricaceae* Link) высотой 30–80 см. Растение с извилистыми, большей части колюче-острыми и более-менее отклоненными ветвями, кора бурая. Цветки одиночные на концах веточек. Лепестки розовые, продолговато-овальные, 5–6 мм длины. Произрастает на высоте 160–600 м над ур.м., на такырах, солончаках, гипсоносных глинах, в останцевых низкогорьях, солонцеватых котловинах среди песков, по долинам предгорий. Цветёт в июне–июле, плодоносит в июле–августе. Растение засухоустойчиво. Растение встречается в Бадхызе: Ероюландуз [5; 7].

Реомюрия кустарниковая не относится к числу редких древесных растений Бадхыза. Для лекарственных целей природные запасы достаточны. Заготавливают надземную часть реомюрия. Выход сухого сырья – 25%.

Надземная часть содержит алкалоиды; дубильные вещества; сапонины; флавоноиды [3].

В туркменской народной медицине ожерельник используется как лекарственные растения. Мази из коры и листьев, а также отвары и настои листьев

растения используют при кожных заболеваниях: зудящих дерматозе, чесотке, а также красильное и дубильное растение.

Реомюрия бадхызская (*Reaumuria badhysi* Korov.**)** – полукустарничек семейства гребенщиковые высотой 20–30 см. Лепестки в числе пяти, розовые или фиолетовые, продолговато-овальные, 6–7 мм длины. Произрастает на высоте 300–600 м над ур.м., на песчано-галечниковых берегах соленых озер. Цветёт и плодоносит в июне–августе. Растение засухоустойчиво. Растение встречается в Бадхызе: Еройландуз. Эндемик Туркменистана [1; 5; 7].

Реомюрия бадхызская относится к числу редких полудревесных растений Бадхыза. Для лекарственных целей природные запасы недостаточны. Рекомендуется ввести в культуру. Охраняется в Бадхызском государственном природном заповеднике. Заготавливают надземную часть реомюрия. Выход сухого сырья – 25%.

Надземная часть содержит алкалоиды; дубильные вещества; сапонины; флавоноиды [2].

В туркменской народной медицине ожерельник используется как лекарственные растения. Мази из коры и листьев ожерельника на животном жире используют для лечения зудящих дерматозов, чесотки. Кроме того, являются красильное, дубильное и почвоукрепительное растение.

Лук каспийский (*Allium caspium* (Pall.) Bieb.) – многолетнее травянистое растение семейства луковые (*Alliaceae* J. Agardh) высотой 20–40 см. Луковица одиночная. Стебель чаше коренастый, при основании покрытый скрытыми под землей листовыми влагалищами. Зонтик редко пучковатый, чаще полушаровидный или шаровидный. Произрастает на высоте 200–600 м над ур.м., на выходах пестроцветных пород, по лёссовым склонам, на уплотненных песках. Цветёт и плодоносит в апреле–июне. Эфемероид. Растение встречается в Бадхызе: Ероюландуз Кепеле, Акарчешме, Пынханчешме, Геллечешме, Ташкопри, Серхетабат, Эллибир [5; 7].

Лук каспийский не относится к числу редких травянистых растений Бадхыза. Для лекарственных целей природный запасы достаточны. Заготавливают луцовицы и надземную часть (травы) лука. Выход сухого сырья – 22–25%.

В состав растения входят алкалоиды; стероидные сапонины; флавоноиды; углеводы; тритерпеновые сапонины; фенольные и жирные кислоты; алифатические альдегиды и кетоны; эфирное масло; органические кислоты; витамины B_1, C [3].

В туркменской народной медицине лук используется как лекарственные растения. Подземную и надземную части растения используют при гнойных ранах; *психические болезни:* при неврастении; *отравления:* при пищевых интоксикациях; *новообразования:* при липомах, раке матки;

болезни дыхательной системы: при бронхитах, одышке; *болезни глаз:* при конъюнктивитах, амблиопии; *болезни иммунной системы:* при ревматизме; *болезни кожи и подкожной жировой клетчатки,* при трофических язвах, панарициях, а также в качестве общеукрепляющего, ранозаживляющего, тонизирующего средства, а также декоративное, кормовое, медоносное и пищевое растение.

Эремурус индерский (*Eremurus inderiensis* (Stev.) Regel) – многолетнее травянистое растение семейства лилейные высотой 60–80 см. Корни тонкие, мясистые, 12–20 см длины, 4–6 мм в диаметре. Околоцветник цилиндрически-колокольчатый, при основании суженный, зелёный или грязно-пурпуровый. Произрастает на высоте 200–600 м над ур.м., на опесчаненных такыровидных и светлых сероземах, местами часто. Цветёт в апреле–мае, плодоносит в мае–июне. Растение встречается в Бадхызе: Еройландуз [5; 7].

Эремурус индерский не относится к числу редких травянистых растений Бадхыза. Для лекарственных целей природные запасы достаточны. Заготавливают корни, траву и цветки эремуруса.

В состав растения входят алкалоиды; полисахариды; пектины [2].

В туркменской народной медицине лук используется как лекарственные растения. Отвары и настойки корней применяют как тонизирующее, успокоительное, при простудных заболеваниях; отвары и настои травы – как ветрогонное, противоопухолевое средства при раке горла. В научной медицине корни растения служат источником получения эремурана. Кроме того, являются декоративное пищевое, медоносное и красильное растение.

Цельнолистник близкий (*Haplophyllum affine* (Aitch. et Hemsl.) Korov.**)** – полукустарничек семейства рутовые (*Rutaceae* Juss.) высотой 30–40 см. Растение зеленое, совершенно голое, покрытое точечными железками. Лепестки красные, по краю желтые, с железками, широко-эллиптические, 8 мм длины и 6 мм ширины. Произрастает на высоте 400–800 м над ур.м., на выходах гипсоносных пород, обнажениях красных песчаников. Цветёт в мае–июне, плодоносит в июне–июле. Растение встречается в Бадхызе: Еройландуз, Намаксар, Эллибирское плато. В СНГ только в Бадхызе [1; 5; 7].

Цельнолистник **близкий** относится к числу редких полудревесных растений Бадхыза. Для лекарственных целей природные запасы недостаточны. Рекомендуется ввести в культуру. Охраняется в Бадхызском государственном природном заповеднике. Заготавливают траву цельнолистника. Выход сухого сырья – 23%.

В состав растения входят кумарины: коллинин. Надземная часть его содержит стероиды: ситостерин, стигмастерин, кампестерин; алкалоиды: ацетамид, скиммианин; лигнаны: плувиатил, дифиллин [2].

В туркменской народной медицине цельнолистник используется как лекарственные растения. Отвары листьев растения применяют при зубной

боли, желудочных заболеваниях, метеоризме; наружно – при чесотке. Помимо этого, ванны на отварах и настоях растения полезны при кожных заболеваниях, а также красильное растение.

Выводы

1. Краткий анализ ресурсного потенциала некоторых лекарственные растения Ероюландуза в Бадхызе позволил получить конкретный фактический материал и сделать прогноз запасов сырья.
2. Часть этих растений представляет интерес как лекарственное сырьё для промышленной заготовки, другая служит бесценным генофондом и может быть использована для введения в культуру.
3. О наличии значительного ресурсного потенциала некоторых из описанных выше растений, которые необходимо использовать в производстве лекарственных препаратов на базе фармацевтической и пищевой промышленности Туркменистана.
4. В настоящее время более 600 видов лекарственных растений флоры Бадхыза применяется в туркменской народной и научной медицине при различных заболеваниях.

Список литературы

1. Акмурадов А., Рахманов О. Х., Шайымов Б. К. Конспект эндемиков флоры Туркменистана: итоги работы 2007–2017 гг. – Казан: Бук, 2018. - 142 с.

2. Бердымухамедов Г. Лекарственные растения Туркменистана. Т. X-XIV. – А.: Туркменская государственная издательская служба, 2018-2021.

3. Бердымухамедов Г. Лекарственные растения Туркменистана. Т. XV. – А.: Туркменская государственная издательская служба, 2023. - 392 с.

4. Бердымухамедов Г. Лекарственные растения Туркменистана. Т. XVII. – А.: Туркменская государственная издательская служба, 2025. - 416 с.

5. Бочанцев В. П., Камелин Р. В., Горелова Т. Г. Сосудистые растения Батхызского заповедника (оперативно-информационный материал). – М., 1990. - 56 с.

6. Масляков В. Ю., Ханумиди Е. И., Сорокопудова О. А. и др. Оценка запасов лекарственных растений: опыт и подходы исследований. – М.: ФБГНУ ВИЛАР, 2024. - 126 с.

7. Никитин В. В., Гельдиханов А. М. Определитель растений Туркменистана. – Л.: Наука, 1988. - 680 с.

DOI 10.34660/INF.2025.65.13.068

НОВЫЕ И МАЛОЧИСЛЕННЫЕ ВИДЫ ПТИЦ ВОСТОЧНОЙ СИБИРИ (ВТОРАЯ ПОЛОВИНА XX - НАЧАЛО XXI СТОЛЕТИЙ). РЖАНКООБРАЗНЫЕ

Мельников Юрий Иванович
кандидат биологических наук, заведующий аспирантурой
Байкальский музей Сибирского отделения Российской академии наук,
Иркутск, Россия

Аннотация. *Начиная со второй половины XX столетия, в Восточной Сибири резко усилилось потепление климата. Причиной этого являлось резкое повышение солнечной активности и сопутствующие ей очень сильные, часто повторяющиеся и обширные засухи, охватившие южные регионы Восточной Африки, Передней, Средней и Центральной Азии. В это время сформировались западный и восточный встречные потоки расселяющихся птиц. В Восточной Сибири появилось более ста новых видов птиц, ранее здесь не отмечавшихся, а многие редкие и малочисленные виды резко увеличили свое обилие. К настоящему времени потепление стабилизировалось, хотя средняя приземная температура воздуха сохраняется на высоком уровне и даже отмечается очень слабая тенденция к ее повышению – 0,3-0,4° С/10 лет. Тенденция к расширению ареалов птиц практически прекратилась и возможно развитие обратного процесса к их сокращению. Неопределенность в дальнейшей тенденции изменения температуры воздуха вызывает необходимость срочного обобщения имеющихся данных по общей тенденции изменения ареалов птиц в пик потепления климата. В связи с этим, работы в этом направлении крайне необходимы и чрезвычайно актуальны, поскольку позволяют четко зафиксировать основные этапы развития данных процессов.*

Ключевые слова: *Восточная Сибирь, фауна ржанкообразных птиц, потепление климата, изменение ареалов.*

Введение. Работа выполнена во второй половине XX и начале XXI столетий, с использованием общепринятых методик учета птиц [Равкин, Лукьянова, 1976; Равкин, Челинцев, 1990], адаптированных к учетам птиц прибрежных местообитаний и открытой акватории крупных озер [Mel’nikov,

2022; Mel'nikov, Nikolaev, 2025]. В результате экспедиционных и стационарных работ обследованы все основные районы Восточной Сибири, охватывающие основные миграционные потоки птиц. Собраны данные, позволяющие привести четкую характеристику происходящих изменений в населении птиц. Они являются основой для детального теоретического анализа влияний экстремальных изменений климата на основные показатели плотности населения, видового разнообразия и динамики ареалов птиц крупных зоогеографических регионов. В нашем случае, исследованиями охвачена вся Восточная Сибирь и, частично, прилежащие районы. В наибольшей степени изменились ареалы прибрежных птиц, осваивающих интразональные местообитания, встречающиеся во всех природных зонах и высотных поясах гор. Наибольшие изменения в качестве и площади местообитаний отмечены среди мелководных озер и заболоченных территорий. Поэтому изменения в видовом составе, плотности населения и ареалах ржанкообразных птиц выделяются наиболее полно и быстро. Это позволяет их использовать в качестве реперных видов, быстро и точно отражающих происходящие изменения в видовом составе и пространственной структуре изучаемых групп птиц. Ниже приводятся собственные и литературные материалы по 44 видам ржанкообразных птиц, сведения о которых наиболее фрагментарны и нуждаются в специальном детальном анализе.

Золотистая ржанка *Pluvialis apricaria*. Залетный, а, вероятнее всего, очень редкий пролетный вид Восточной Сибири. Впервые здесь добыта 22 сентября 1963 г. на заболоченной дороге в окрестностях д. Бурук (Куйтунский район, Иркутская область) [Мельников, 1999]. Имеется несколько регистраций вида в миграционные периоды в Селенгинском лесостепном районе [Бадмаева, 2004; 2007]. Отмечен в Верхнеангарской котловине 12 июня 1978 г в урочище Дагары [Толчин и др., 1979], а в Баргузинском Прибайкалье 28 мая 1995 г. в окрестностях с. Угнасай [Доржиев, 2011]. Кроме того, на озере в устье р. Бугульдейки одна птица данного вида обнаружена 3 августа 2021 г. [Мельников, 2021]. Значительно севернее, в Витимском заповеднике, золотистая ржанка зарегистрирована в 1984 г.: 13 сентября на кордоне Орон и 24 сентября на кордоне Амалык - в обоих случаях по одной птице [Волков, 2015].

Уссурийский зуек *Charadruis placidus*. В окрестностях села Александровский завод у озера Банное 1 мая 2019 г. зарегистрирован данный вид [Васильченко, 2019]. Это первая его встреча в Байкальском регионе.

Толстоклювый зуек *Charadrius leschenaultii*. Залетный вид. Появился в Восточной Сибири в 70-х годах прошедшего столетия в связи с расширением ареала к северу после серии обширных и сильных засух в Центральной Азии. Зарегистрирован на Северном Байкале: в Дагарах 29 июня 1972 г. и на песчаной косе Ярки 11 июня 1990 г. [Толчин и др., 1977; Доржиев, Елаев,

1995]. В дельте р. Селенги он обнаружен 22 мая 1982 г. [Мельников, 2000б]. В тоже время, имеются примеры ошибочных определений. Пара птиц, добытая в Муйской котловине 28 мая 1976 г. и определенная как толстоклювые зуйки, в дальнейшем была переопределена как монгольские зуйки [Толчин и др., 1979; Толчин, 1983; Томкович, 2001]. Возможно, такие ошибки были сделаны и другими авторами. Гнездится и встречается на пролете в Южной Монголии и в Северо-западном Китае [Звонов и др., 2016; MacKinnon et al., 2000; Sundev, Leahy, 2019]

Монгольский зуек *Charadrius mongolus*. Редкий залетный вид Восточной Сибири. Ранее отмечены летние встречи на Бодайбинском орнитологическом участке [Гагина, 1961] – добыт 10 июля 1891 г. на р. Патом [Гагина, 1962]. Впервые отмечен в Баргузинском заповеднике (21 мая 1961 г и 17 августа 1961 г) и в этот период формировалась первая волна массовых выселений околоводных птиц к северу (Скрябин, Филонов, 1962; Толчин и др., 1977; Беляев, 1984). В дельте р. Селенги он наблюдался 18 июня 1982 в озере на песчаной отмели у протоки Хирельда [Мельников, 2000]. Отмечен в дельте Селенги в мае 2002 г., а на пляже у пос. Култук этот вид зарегистрирован 13 мая 2011 г. [Фефелов, Поваринцев, 2011]. Единичный залет по р. Витим 24 мая 1986 г. зарегистрирован у кордона Амалык (четыре птицы) [Волков, 2015]. В Восточном Саяне в районе Койморских озер он наблюдался 26-27 мая 1996 г. [устное сообщение Ю.А. Дурнева]. На Северном Байкале на песчаных отмелях островов Ярки он встречен 30 мая 1991 г. [Доржиев и др., 2003]. В районе пролива Малое Море он отмечен 22 июля 2004 г. на косе вблизи устья р. Сарма [Пыжьянов, Преловский, 2006]. На небольших альпийских озерах в районе старой Окинской тропы (Сусерские и другие) по сведениям Ю.А. Дурнева, монгольский зуек отмечался неоднократно (14 июля 1995 г., 9-10 июля 2007 г., 16-18 июля 2008 г., 10-11 июля 2009 г.) [Доржиев, 2011]. В Баргузинской долине на Харамодунских озерах он встречен 30 апреля 2002 г. [Доржиев и др., 2003]. На пролете очень локально отмечается в Монголии, в большей степени на ее восточной окраине [Звонов и др., 2016; Sundev, Leahy, 2019]

Восточный зуек *Charadrius veredus*. В устье р. Томпуды данный вид впервые отмечен 30 мая 1958 г. [Скрябин, 1960]. В дальнейшем, в устье р. Верхней Ангары 26 мая 1973 г. также зарегистрирован залет данного вида [Толчин и др., 1977]. В Баргузинском заповеднике он встречен в устье р. Большая 27 апреля 1988 г. [Ананин, 2006]. В Южном Прибайкалье (дельта р. Селенги) восточный зуек обнаружен 22 сентября 1981 г. и 28 мая 1989 г. Здесь же на песчаной косе рядом с прорвой обнаружено гнездо с кладкой из четырех яиц, несомненно, принадлежащее данному виду (Мельников, 2000). Гнездится в Средней Монголии и встречается на пролете, преимущественно, в ее восточной части [Звонов и др., 2016; Sundev, Leahy, 2019]. Гнездится,

встречается на пролете и зимует в северо-восточном Китае [MacKinnon et al., 2000; Brazil, 2009].

Морской зуек *Charadrius alexandrines*. Периодически залетный вид Прибайкалья. Впервые отмечен 22 мая 1972 г. в устье р. Кичера, а 8 июня 1991 г. на песчаной косе Ярки (Северный Байкал) [Толчин и др., 1977; Доржиев и др., 2003]. В дельте р. Тыя (Северный Байкал) одна птица отмечена 6 и 8 июня 1991 г. [Mlikovsky, 2009]. На галечном берегу Байкала у детского лагеря "Юный тоннельщик" птица этого вида обнаружена 8 июня 1991 г. [Доржиев и др., 2003]. Пара птиц отмечена на галечниковой косе напротив турбазы д. Шигаево 8 июня 1991 г. [Мельников, 2000а]. На оз. за мысом Арул у пос. Зама (пролив Малое Море на Байкале) 18 августа 1993 г. встречено 3 птицы [Попов, 2013]. На оз. Боргой вид наблюдался 24-25 июня 1996 г., а 24 июня 2004 г. и 26 августа 2005 г. на оз. Белое в долине р. Джида [Бадмаева, 2007]. Гнездится в Монголии повсеместно, за исключением юго-восточной ее окраины [Звонов и др., 2016]. Однако, по мнению других авторов, он спорадично распространен по ее горным системам [Sundev, Leahy, 2019]. Гнездовой ареал в Китае охватывает северо-западные окраины страны, но на востоке опускается в ее центральные части, почти достигая морских побережий страны [MacKinnon et al., 2000; Brazil, 2009].

Хрустан *Chadadrius morinellus*. Редкий, гнездящийся вид высокогорных районов Восточной Сибири. Ранее был более обычным видом и встречался на гнездовье на Южном Байкале, Восточном Саяне, высокогорьях северо-востока Восточной Сибири, и на пролете отмечался для Ангарского и Тунгусского орнитографических участков [Гагина, 1961]. Находки гнезд и птенцов известны с Патомского нагорья (А.М. Каратаев, устное сообщение) [Попов, 2013], верховий р. Окунайки, и хребта Хамар-Дабан [Рожков, Пшеничников, 1960; Васильченко, 1987; Водопьянов, 1989]. На пролете отмечен в верхней части долины р. Нижняя Тунгуска, р. Тоноде (правый приток р. Большой Патом), Зиминско-Куйтунском степном участке [Поляков, 1868; Ткаченко, 1937; Мельников, 1999]. Крайне редкий, возможно гнездящийся вид высокогорий Байкало-Ленского заповедника и на пролете отмечен на побережье Байкала [Оловянникова, 2000; 2006; Унжаков, 1988]. В Баунтовской котловине у отрогов Южно-Муйского хребта (Витимское плоскогорье) одна птица добыта 2 июня 1959 г. [Измайлов, 1967]. Иногда встречается на побережье оз. Байкал (г. Байкальск) [Сонина, Морошенко, 2010]. В Баргузинском заповеднике (пос. Давша) одиночная птица отмечена 20 мая 2008 г. [Ананин и др., 2015]. В Селенгинском лесостепном районе 21 сентября 1975 г. встречен в окрестностях г. Улан-Удэ и 17 мая 2004 г, 4 августа 2004 г. и 26 августа 2004 г. на оз. Нижнее Белое в долине р. Джида [Шкатулова, 1979; Бадмаева, 2007]. Гнездится и встречается на пролете, преимущественно, в Западной Монголии [Звонов и др., 2016; Sundev, Leahy, 2019].

Камнешарка *Arenaria interpres*. Пролетный и летующий вид Восточной Сибири [Гагина, 1961]. Имеются встречи на Витимском плоскогорье [Измайлов, 1967]. На осеннем пролете неоднократно наблюдалась в Унгинском и Осинском заливах Братского водохранилища: массовый пролет 26-28 августа 1966 г. у пос. Мельхетуй (стайки по 10-15 птиц), добыта 10 августа 1966 г. у пос. Нукуты и 20 августа 1966 г. у пос. Обуса [Липин и др., 1968]. Позднее вновь добыть в окрестностях пос. Мельхитуй [Малеев, Попов, 2007]. Очень редко встречается на пролете на Зиминско-Куйтунском степном участке и в устье р. Иркут (Ново-Ленинские болота) [Мельников, 1999; 2011]. Иногда отмечается в котловине оз. Байкал [Беляев, 1979; Скрябин, Филонов, 1962; Толчин и др., 1977]. Очень редка на пролете в конце лета и начале осени на о. Ольхон [Литвинов, Гагина, 1977]. Добыта 23 августа 1976 г. в устье р. Сармы (пролив Малое Море) [Богородский, 1989]. В целом, на Среднем Байкале малочисленный пролетный вид [Скрябин, Пыжьянов, 1987; Пыжьянов, 2007]. Это же подтверждается и наблюдениями В.А. Преловского [2007], сделанными в этот же период. На мысе Покойном наблюдалась 4 октября 1999 г. (Байкало-Ленский заповедник) [Оловянникова, 1999]. В тоже время, обычна и даже многочисленно в период весенних и осенних миграций в дельте р. Селенги и особенно в Посольском соре**.** Держится по кромке дельты и внутри нее отмечается редко [Швецов, Швецова, 1967; Фефелов и др., 2001]. Встречается на пролете на побережье озера Байкал в районе г. Байкальска [Сонина, Морошенко, 2010]. Очень малочисленный пролетный вид под г. Иркутск [Липин, Сонин, 1977]. Ещё в конце XIX века отмечена в окрестностях д. Култук [Дыбовский, Годлевский, 1877]. Вероятно, в период миграций отмечается в Селенгинском степном районе, где отмечена 15 августа 2004 г. и 10 августа 2005 г. на озере Нижнее Белое в долине р. Джида [Бадмаева, 2007]. Время от времени отмечается в Тункинской долине (верховья р. Иркут, Восточный Саян) [Доржиев и др., 2019]. Обычна в периоды миграций в Северной и Центральной Монголии [Звонов и др., 2016].

Ходулочник *Himantopus himantopus*. Гнездится в Селенгинском лесостепном районе и встречается по солоноватым и соленым озерам в долине р. Джиды [Доржиев и др., 2003; Бадмаева, 2007; Доржиев, 2011]. В гнездовой период отмечен на Харамодунских озерах (Баргузинское Прибайкалье) [Доржиев, Дашанимаев, 2009]. В Бичурском районе (Бурятия) на озерах Амбонское и Тухум в незначительном количестве встречается на пролете: 10 мая 2009 г., в мае 2010 г. и 4 июля 2010 г (пара) [Андронов, 2011]. Имеются залеты в дельту р. Селенги (12 июня 1973 г., середина июня 1979 г.) [Мельников, 2000]. На оз. Белом (Иволгинский район, республика Бурятия) впервые зарегистрирован 24 мая 2018 г. в стае шилоклювок *Recurvirostra avosetta* [Богданович, 2018]. У пос. Култук отмечен одиночный залет в весеннее время – 21 мая 2013 г. на песчаной отмели у д. Култук [Поваринцев, 2013; Фефелов,

2019]. В окрестностях г. Тулун отмечен 5 июня 2015 г. – одна птица [Попов, 2015]. Гнездится в Западной и Центральной Монголии на локальных участках с подходящими условиями [Звонов и др., 2016; Sundev, Leahy, 2019]. В Китае известны только залеты [MacKinnon et al., 2000].

Шилоклювка *Recurvirostra avosetta*. Ранее считалась очень редким залетным видом Южно-Байкальского и Ангарского орнитографических участков Восточной Сибири [Гагина, 1961]. В июле 1994 г и 24 мая 2013 г. отмечена в окрестностях д. Култук [Поваринцев, 2013]. Между пирсом пос. Кудтук и устьем р. Култучная на песчаных берегах 2-10 мая 2020 г. отмечено 14 птиц этого вида [Фефелов и др., 2020]. Впервые отмечена в Селенгинском Забайкалье как пролетный вид В.С. Моллесоном [1896]. Добыта на Киранском соленом озере к востоку от Кяхты 18 июля 1929 г. На озерах Боргойской котловины встречалась в летний период 1966-67 гг., а уже в 1998 г. в период весеннего пролета была обычной птицей данной местности [Доржиев и др., 2021]. Гнездование в долине р. Джиды впервые установлено 2-3 июля 1999 г. [Доржиев и др., 1999]. С этого времени постоянно гнездится в Селенгинском лесостепном районе в долине р. Джида и на Харамодунских озерах [Доржиев и др., 2003; Бадмаева, 2007; 2016], но численность не стабильна по годам, иногда достигая в конце сезона размножения 200 и более птиц [Доржиев и др., 2021]. Зарегистрирован залет в дельту р. Селенги 29 июля 1979 г. [Мельников, 2000]. Начиная с 1966 г. по 1973 г. регистрировалась в устье р. Верхней Ангары [Толчин и др., 1977; Толчин, 1983], но гнездование ее здесь до сих пор не доказано.

В Баргузинской котловине отмечена 30 апреля 2002 г. в местности Булаг у с. Аргада. В последующие года отмечали спаривающиеся пары, но только 20-22 июля 2020 г. найдено три выводка шилоклювки. Вероятнее всего с момента первого обнаружения она уже была здесь гнездящимся видом [Доржиев и др., 2021]. Гнездование нескольких пар установлено на оз. Жамбалушкино в Бичурском районе Бурятии [Андронов, 2011; 2019]. В Южном Предбайкалье залет зарегистрирован в Ангарском районе на золоотвале ТЭЦ-10 в мае 1994 г. [Пыжьянов и др., 1997]. На иловой карте у г. Усолье-Сибирское 27 мая 2000 г. наблюдали пару, а 13 июля зарегистрировали выводок этого вида [Саловаров, Кузнецова, 2000]. Несомненно, расширение ареала к северу и западу. Гнездится, преимущественно, в Западной и Центральной Монголии по наиболее пригодным локальным участкам, но в западных котловинах является обычным видом [Звонов и др., 2016; Sundev, Leahy, 2019].

Кулик-сорока *Haematopus ostralegus*. Появился в Восточной Сибири в последние десятилетия и является очень редким залетным видом. Отмечен в пойме р. Нижняя Тунгуска у с. Преображенское в середине мая 1982 г. По опросным данным встречался в этих местах парами и небольшими группами

от 3 до 5 особей [Мельников, 2000]. В Витимском заповеднике на оз. Орон встречена пара птиц 9 мая 1990 г. [Волков, 2015]. В пойме р. Зима (Присаянье) на заболоченном луге у д. Зулумай одна птица отмечалась с 9 по 12 мая 1999 г. [Мельников, 1999]. На Южном Байкале в устье р. Култучной найдена молодая птица, разбившаяся о провода в августе 1995 г. [Дурнев и др., 1996]. В долине р. Тунка на Койморских озерах 9 июня 2005 г. отмечена одна птица в брачном наряде [Дурнев, 2009].

Мородунка *Xenus cinereus*. Очень малочисленный пролетный вид. На р. Нижней Тунгуске в середине мая 1982 г у с. Преображенское наблюдалась одна птица и немного выше с. Ербогачен на грязевой отмели 18 июня 2000 г. зарегистрирована группа птиц из пяти особей. Иногда регистрируется на Оронской протоке (Витимский заповедник) [Волков, 2015]. На Зиминско-Куйтунском степном участке в пойме р. Ока (с. Барлук, Куйтунский район) на осеннем пролете в 1968-72 гг. отмечались одиночные птицы и группы из трех птиц. В Жигаловском районе 25 июля 2020 г. отмечена на р. Илге (одна птица) [Фефелов, 2021]. На степных участках Верхнего Приангарья добыт 1 августа 1971 г. на Осинском заливе и встречен 11 сентября 2006 г. у пос. Усть-Ордынский [Малеев, Попов, 2007]. На о. Ольхон добыта 30 июня 1933 г. [Третьяков, 1934]. В бухте Елгай в начале августа 1917 г., у оз. Нур в начале августа 1959 г и 4 сентября 1973 г., (о. Ольхон) отмечено несколько мородунок [Литвинов, Гагина, 1977]. Встречается на осеннем пролете по островам пролива Малое Море и побережье островов Ольхон и Хынык, в окрестностях пос. Сахюрты, в Тажеранской степи и в дельте р. Голоустная [Преловский, 2007; 2009; Пыжьянов, 2007]. На Южном Байкале иногда отмечается на пролете в районе мыса Половинного [Попов, 2013]. На осеннем пролете вдоль Байкальского побережья и в пойме р. Лена иногда отмечается в Байкало-Ленском заповеднике [Оловянникова, 2000; Попов и др., 2003]. Весной встречен только один раз - 26 мая 1977 г. добыт в окрестностях пос. Сарма [Богородский, 1989]. Встречается в периоды миграций на Иркутском водохранилище и в бассейне р. Голоустная [Мельников, 2010, Преловский и др., 2010].

Плосконосый плавунчик *Phalaropus fulicarius*. Очень редкий пролетный вид Восточной Сибири. Многими авторами считается залетным видом [Попов, 2013]. Ранее был зарегистрирован в Посольском соре (дельта р. Селенги) 3 октября 1972 г. на Бельской гриве [Толчин и др., 1977]. В последнее время появились дополнительные данные о его встречах. Зарегистрирован в Витимском заповеднике на озере Круглое в Амалыкском лесничестве 16 сентября 1986 г. Кроме того, одиночные птицы регистрировались здесь 13 сентября 2012 г. и 7 октября 2014 г. [Попов и др., 2001; Попов, 2013; Волков, 2016]. На р. Иркут в районе Кайской горы 10 октября 2014 г. был зареги-

стрирован одиночный плосконосый плавунчик. Кроме того, он был отмечен в окрестностях г. Иркутска 22 октября 2020 г. [Иванов, 2020].

Длиннопалый песочник *Calidris subminuta*. Встречается на пролетах и гнездится на многих заболоченных территориях, но везде наблюдаются только единичные встречи [Гагина, 1961]. Высокая численность отмечена на Иркутском водохранилище в период осенней миграции только один раз – до 800 особей 18 сентября 2008 г. в одном скоплении на отмелях и мелководьях Курминского залива и ее причины нам до сих пор не понятны [Мельников, 2010]. Ранее отмечен на Южном Байкале в конце мая [Дыбовский, Годлевский, 1877]. Три особи добыты в окрестностях с. Янды на р. Ангаре 7 июля 1931 г. [Скалон, Слудский, 1933]. Часто встречался в окрестностях оз. Нур, у д. Хужир и по западному побережью о. Ольхон [Третьяков, 1934]. В коллекциях птиц имеются экземпляры, добытые 4 июня 1908 г. под Култуком, 17 августа 1934 г. у с. Баклаши в долине р. Иркут, 18-20 мая 1957 г. под г. Иркутск в долине р. Ушаковки, 7 июня 1931 г. у с. Янды, 10 августа и 16 сентября на р. Бирюса у д. Талое и на горе Бодайбо на р. Витим [Гагина, 1967]. Отмечается на весеннем пролете на Братском водохранилище: Унгинский залив у села Первомайское 23 мая 1965 г. и 19 мая 1966 г. у поселка Степной [Липин и др., 1968]. Примерно в этих же местах добыт в конце мая 1965 г. и на следующий год здесь же в конце мая отстреляно еще несколько птиц этого вида [Безбородов, 1969]. На Зиминско-Куйтунском степном участке по долине р. Оки - редкий пролетный вид, но возможно и гнездование по заболоченным участкам поймы этой реки [Мельников, 1999]. Как обычный пролетный вид указывается для дельты р. Селенги [Швецов, Швецова, 1967; Мельников, 2000; Фефелов и др., 2001]. В конце прошедшего и в начале текущего столетий отмечался в небольшом количестве по всем вышеуказанным участкам и более восточным и северным районам (Аларский, Ангарский, Ольхонский, Катангский, Казачинско-Ленский, Жигаловский, Киренский, Качугский), но только на пролете, как весной, так и осенью [Рябцев, 1995; Пыжьянов и др., 1998; Оловянникова, 2000; Попов, Саловаров, 2000; Фефелов и др., 2001; Попов и др., 2003; Фефелов, 2006; Малеев, Попов, 2007; Преловский, 2009; Тупицын, 2009; Мельников, 2010; 2011]. Достаточно регулярно отмечается у пос. Култук (Слюдянский район) на осенней миграции (август), но не более 1-3 птиц одновременно [Фефелов, Поваринцев, 2011].

Несмотря на очень большое количество встреч и широкое распространение в миграционные периоды количество найденных гнезд и выводков ограничено. Первое гнездо найдено в Прибайкалье Б.С. Бентом 18 июня 1902 г. [Толчин и др., 1977]. На оз. Баргой в юго-западном Забайкалье, так же было найдено гнездо с кладкой из 4 яиц [Измайлов, Боровицкая, 1973]. В урочище Дагары (Северо-Байкальский сор) 12 июня 1973 г. на моховом болоте найдено гнездо с двумя яйцами [Толчин и др., 1977]. В июле 1974 г. в среднем

течении р. Зима (Присаянье) на островном моховом болоте встречен выводок данного вида [Мельников, Дурнев, 2009]. В отдельные годы обычен в устье р. Сарма на гнездовье, где было найдено две кладки: 13 июня 1976 г. кладка с 4 яйцами и 21 июня 1978 г. [Пыжьянов и др., 1979]. В связи с этим предполагается его гнездование по заболоченным лугам дельт и низовий рек Приольхонья, где он встречается в долинах рр. Сармы, Кучелги и Хорогоя [Рябцев, 1995]. Вероятно, гнездится и в дельте р. Голоустной, где отмечена птица, отводящая от гнезда или выводка, но обнаружить их не удалось [Мельников, 2010].

Бэрдов песочник *Calidris bairdii*. Очень редкая залетная птица, зарегистрированная 6 июня 2010 г. в степной зоне на Торейских озерах [Горошко, 2014]., Кроме того, этот вид отмечен в бухте Кресты (Чивыркуйский залив, оз. Байкал) 25 июля 2001 г. [Елаев и др., 2006]. Оба пункта являются местами массовых остановок на отдых пролетных птиц и, следовательно, это могут быть мигрирующие птицы боковых пролетных путей, на которых численность многих видов очень низка.

Бонопартов песочник *Calidris fascicollis*. Редчайший залетный вид Восточной Сибири. Зарегистрирован в августе 2001 г. на косе в устье р. Сарма (Ольхонский район Иркутская область) [Пыжьянов, Преловский, 2006].

Дутыш *Calidris melanotos*. Редкий пролетный вид. Отмечался в дельте р. Селенги в 60-х годах прошедшего столетия. Имеются тушки вида, переданные на хранение в краеведческий музей г. Улан-Удэ [Измайлов, Боровицкая, 1973]. Кроме того, он отмечен как очень малочисленный осенний мигрант Приольхонья (пролив Малое Море) [Пыжьянов, 2007]. В дельте р. Селенги отдельные особи, пары и небольшие группы отмечались нами на осеннем пролете в 70-х годах XX столетия [Мельников, 2017]. На Витимском плоскогорье 19 сентября 1958 г. на берегу оз. Исинга (Еравнинские озера) добыто 2 птицы [Измайлов, 1967]. Вероятнее всего, регистрации здесь данного вида связаны с климатическими аномалиями в тундровой зоне или на путях пролета, что приводит к появлению на Байкале некоторых северных видов птиц.

Исландский песочник *Calidris canutus*. Впервые добыт на Южном Байкале Дыбовским Б. и Годлевским В. в августе [Taczanowski, 1893]. Повторно добыт в дельте р. Селенги 17 сентября 1972 г. [Толчин и др., 1977]. В районе д. Култук (Южный Байкал) отмечены 5 сентября одна птица и 10 сентября 2009 г. пара исландских песочников [Фефелов, Поваринцев, 2011]. Очень редкий пролетный вид на побережье пролива Малое Море [Пыжьянов, 2007] – две птицы здесь добыты в устье р. Сармы 29 августа 1989 г. [Пыжьянов и др., 1997; 1998]. С 10 по 16 августа 2003 г. здесь же встречено 6 особей данного вида [Преловский, 2009].

Перепончатопалый песочник *Calidris mauri*. Чрезвычайно редкий случайно залетный вид, добытый 6 сентября 1869 г. в окрестностях д. Култук.

Ранее был неправильно определен как песочник-красношейка *Calidris ruficollis* [Colstom, 1975].

Песчанка *Calidris alba*. Ранее считалась редким пролетным видом Ангарского и Бодайбинского и летующим видом Южно-Байкальского орнитографических участков [Гагина, 1961]. В Катангском районе зарегистрирована в долине р. Тетеи [Мельникова и др., 1997]. Редка на пролете в пойме р. Оки, который наблюдается во второй половине сентябре [Мельников, 1999]. На Братском водохранилище отстреляна 22 сентября 1966 г. в районе пос. Большеокинск и наблюдалась в конце сентября 1965-66 гг. [Липин и др., 1968; Толчин и др., 1973]. На Осинском заливе Братского водохранилища две птицы отмечены в урочище "Золотые пески" [Попов и др., 2012]. На о. Ольхон стайки птиц наблюдались на оз. Шара-Нур 23 августа 1973 г и 4 сентября 1973 г. в бухте Шибеты [Литвинов, Гагина, 1977]. В целом, очень редкий пролетный вид на побережье пролива Малое Море и о. Ольхон [Пыжьянов, 2007]. Очень редка на пролете в бассейне р. Голоустная [Преловский и др., 2010]. В дельте р. Селенги в Посольском соре в 1971 г. была очень многочисленной птицей и держадась стаями до 50 особей на песчаной косе [Толчин и др., 1977]. На Северном Байкале в 1972 г. осенний пролет начался очень рано – 17 июля, а массовый пролет начался с 28 августа. Последние встречи в дельте р. Селенги зарегистрированы 3 октября 1972 г. [Толчин и др., 1977]. В последующие годы в конце прошедшего столетия она здесь наблюдалась в меньших количествах и, судя по всему, летела вдоль кромки дельты, придерживаясь карги и песчаных островов сора [Фефелов и др., 2021]. Очень редкий пролетный вид в долине р. Ангары [Богородский, 1989] и по долине р. Иркут [Мельников, Дурнев, 2009]. Иногда встречается на побережье Байкала в окрестностях г. Байкальск [Сонина, Морошенко, 2010]. На Витимском плоскогорье птица добыта 22 сентября 1958 г. на оз. Исинга (озера Еравны) [Измайлов, 1967].

Грязовик *Limicola falcinellus*. Очень редкий пролетный вид Восточной Сибири и зарегистрирован для Южно-Байкальского, Западно-Байкальского и Ангарского орнитографических участков [Гагина, 1961]. В конце XIX столетия отмечен на Южном Байкале, 4 августа 1957 г добыт на р. Унге (Нукутский район) и здесь же в ограниченном количестве он отмечался в другие годы по заливам Братского водохранилища [Гагина, 1967; Липин и др., 1968; Малеев, Попов, 2007; Попов, 2013]. О его редкости можно судить по тому, что на магистральном пролетном пути региона - Братском водохранилище, за семь лет наблюдений он был отмечен только три раза (общая численность 21 особь) [Толчин и др., 1977]. Очень редок на Зиминско-Куйтунском степном участке по долине р. Оки (д. Яда, села Барлук и Уян) и Окинском отроге Братского водохранилища [Мельников, 1999; Фефелов, Хидекель, 1999]. Зарегистрирован 4 мая 1990 г. на оз. Орон, 28 мая и 9 июня 2014 г. в Витим-

ском заповеднике (одиночные птицы) [Попов и др., 2001; Волков, 2015]. На западном побережье Байкала отмечен 9 и 11 августа 1972 г. у д. Сарма, 4 сентября 1973 г. на Ханхайском озере (о. Ольхон), 25 июля 1994 г. в бухте Заворотной [Литвинов, Гагина, 1977; Богородский 1989; Попов и др., 2003]. В целом, по проливу Малое Море и о. Ольхон, это очень редкий пролетный вид [Скрябин, Пыжьянов, 1987; Пыжьянов, 2007; Преловский, 2009]. В дельте р. Селенги отмечается постоянно и весной (третья декада мая) и осенью (с конца июля по начале сентября), но в очень ограниченном количестве, по своей суди одиночные птицы [Фефелов и др., 2001].

Гаршнеп *Lymnocryptes minimus*. Редкий пролетный, редкий гнездящийся вид Ольхонского и редкий залетный вид Восточного Саяна и Ангарского орнитографических участков [Гагина, 1961]. Вокрестностях г. Иркутск отмечен на Ново-Ленинских болотах [Мельников, 2011]. Одиночная птица встречена в вершине Курминского залива Иркутского водохранилища 10 мая [Мельников, 2001]. Повторно здесь же пара гаршнепов отмечена 16 мая 2010 г. [Мельников, 2010]. Отмечен в этот период в Витимском заповеднике, в пойме р. Иркут, на Иркутском водохранилище и дельте р. Селенги [Мельников, 2010; Волков, 2015]. Встречен у с Манзурка (Качугский тракт), на Братском водохранилище с 12-15 августа 1965-66 гг., в пойме р. Оки у с. Барлук 30 августа 1966 г. [Шведов, 1878; Толчин и др., 1973; Мельников, 1999]. Очень редко встречается во время весеннего пролета, в частности в устье р. Иркут - 6 мая 1984 г. и Иркутском водохранилище – 8 мая 2000 г. и 16 мая 2010 г. [Мельников, Дурнев, 2009; Мельников, 2010; 2011]. Иногда отмечается на о. Ольхон [Третьяков, 1934]. Для оз. Байкал и долины р. Селенги указан как редкий осенний мигрант [Гагина, 1988]. По последним сведениям, очень редко встречается на осеннем пролете в дельте р. Селенги [Журавлев и др., 1991; Мельников, 2001]. На основании прослушивания тока гаршнепа весной на болотах Курминского залива оз. Байкал, считается возможно гнездящимся видом этого района [Heyrovsky et al., 1992].

Горный дупель *Gallinago solitaria.* Очень редкий гнездящийся и зимующий вид Восточной Сибири. Гнездящийся вид долины р. Иркут и Восточного саяна, пролетный вид для Ольхонского и зимующий для южно-Байкальского и Ангарского орнитографических участков [Гагина, 1961]. Малочисленный гнездящийся вид горной тундры Прибайкальских хребтов, Восточного Саяна, Джидинско-Хамар-Дабанского горнотаежного, Чикойского горнотаежного районов и зимующий вид горячих источников и незамерзающих участков рек [Доржиев, Бадмаева, 2016; Попов, 2013]. В периоды миграций отмечен на Братском водохранилище 11 мая 1966 г. у пос. Мельхитуй, 18 сентября 1994 г. на Масеевских озерах у дер. Барлук (Куйтунский район), на р. Ушаковка у д. Поливаниха 26 сентября 1957 г. и под г. Иркутск в октябре 1926 г. [Липин и др., 1968; Богородский, 1989; Мельников, 1999].

В гнездовой период зарегистрирован в высокогорье Байкальского хребта, в июле 1995 г. и в июле, августе 1997 г. в верховьях р. Лена, в верховьях р. Окунайки, на Приморском хребте июле- августе 1982 г. и летом 1988 г., в истоках небольших речек в бассейне р. Тагул (Тофалария) и в горах Хамар-Дабана [Липин и др., 1968; Васильченко, 1987; Унжаков, 1988; Водопьянов, 1989; Мельников, 1999; Попов и др., 2003; Оловянникова, 2006; Мельников, Дурнев, 2009]. В период зимовок отмечен на р. Ушаковке и у г. Иркутск, в устье р. Сарма, и в нижнем течении рек Похабиха, Утулик, Слюдянка, Талая и Ангасолка [Гагина, 1958; Дурнев и др., 1996; Дурнев, 2010а; 2010б].

Дупель *Gallinago media*. Чрезвычайно редкий эпизодически гнездящийся вид Южного Предбайкалья. На Ново-Ленинских болотах в пойме р. Иркут 20 мая 1983 г. зарегистрирован ток дупеля (4-5 самцов). Позднее, 2 июня здесь найдена кладка этого вида из 4 яиц. Птица отловлена на гнезде лучком и окольцована. При обследовании южных районов Предбайкалья кладка этого вида найдена в июле 1983 г. у пос. Кударейка (Эхирит-Булагатский район). Дупель встречен на грязевом болоте 6 июля 1978 г. на р. Черная Игна в окрестностях д. Успенск-II (Куйтунский район). Возможно он здесь гнездился. Более вероятен не большой выброс за восточную границу ареала, вызванный резким потеплением климата в этот период [Мельников, 1998; 2011].

Тонкоклювый кроншнеп *Numenius tenuirostris*. Чрезвычайно редкий залетный вид. Ранее был добыт под г. Иркутском и в коллекции зоомузея Иркутского гоуниверситета хранится шкурка от экземпляра, добытого в августе 1924 г. [Богородский, 1989]. Отстрелян также на р. Лене близ устья р. Витим [Иванов, 1976]. Пять тонкоклювых кроншнепов впервые отмечены 9–10 августа 1992 г. на заболоченном перешейке полуострова Святой Нос [Рябцев, 1997]. Одиночная птица встречена 29 мая 1993 г. на влажном заливном лугу Баргузинской котловины в окрестностях с. Угнасай. Указания на регистрацию чешскими орнитологами этого вида на полуострове Святой Нос не соответствуют действительности: данные исследователи не нашли его не только здесь, но и где-либо на Байкале [Mlikovsky, 2009].

Малый веретенник *Limosa lapponica*. Очень редкий пролетный вид Восточной Сибири. В конце прошлого века был зарегистрирован в окрестностях пос. Култук В.Д. Сониным [Попов, 2020]. В период миграций отмечен в долине р. Нижняя Тунгуска у д. Нижнее Карелино 27 мая 1997 г. [Лисовский, Лисовская, 2007]. В устье р. Сарма (Приольхонье) на косе отмечен в августе 2003 г. [Пыжьянов, Преловский, 2005]. На побережье Малого Моря 8 июня 2020 г. его отметил И.И. Тупицын [Попов, 2020]. В заливе Култук у поселка он был зарегистрирован 16 августа 2020 г. [Фефелов и др., 2020]. Очень редкий пролетный вид дельты р. Селенги (ранее имел статус залетного вида) [Гагина,1961; Мельников, 2019].

Американский бекасовидный веретенник *Limnodromus scolopaceus*. Очень редкий залетный вид Восточной Сибири. Ранее был отмечен весенний залет в 1972 г. на Братское водохранилище, где он был отстрелян Б.Г. Вайнштейном [Мельников, 1998]. Позже одиночная молодая птица была зарегистрирована на озере 21-22 сентября 1987 г. в окрестностях д. Сахюртэ, пролив Малое Море оз. Байкал [Пыжьянов, 1989; Мельников, 1998]. В Чарской котловине юго-восточного Забайкалья на окраине с. Чара зарегистрированная птица держалась несколько дней с 22 по 27 сентября 2011 г. [Горошко, 2014].

Восточная тиркушка *Glareola maldivarum*. Встречена 12 июня 2011 г. на оз. Ильчир (Бурятия) [Вержуцкий, 2014]. Известен один залет в Приольхонье (Иркутская область) [Скрябин, Пыжьянов, 1987]. В устье р. Сармы 3 июня 1982 г отмечена одна восточная тиркушка [Пыжьянов и др., 1998]. На пляже у пос. Култук (Слюдянский район) 4 июня 2011 г. встречена одна птица [Фефелов, Поваринцев, 2011]. В дельте р. Селенги во время массовой остановки на отдых бурокрылой ржанки Pluvialis fulva и тулеса P. squatarola (не менее 3000 особей на залитых лугах Адуновской протоки) 12 июня 1975 г. среди них впервые отмечены три восточные тиркушки. В этом же месте 10 июня 1976 г. в крупной стае тулеса наблюдалась одна восточная тиркушка [Мельников, 2000а]. В окрестностях с. Истомино (дельта р. Селенги) 13 июня 1990 г. две птицы этого вида наблюдались в колонии белокрылой крачки *Chlidonias leucopterus* [Доржиев, Елаев, 1995]. В дельте р. Тыя (Северный Байкал) одиночные птицы отмечались 6 и 11 июня 2008 г. [Bray et al., 2008, цит. по Mlikovsky, 2009].

Большой поморник *Stercorarius skua*. Новый, очень редкий залетный вид оз. Байкал. На входе в бухту Ая 13 сентября 2022 г. на расстоянии около 30,0 м в небольшой стае моевки *Rissa tridactyla* (22 птицы) отмечена одна птица этого вида. В крупной смешанной стае пролетных видов чаек 23 сентября 2022 г. на восточной стороне о. Ольхон в заливе напротив небольшой деревни Узуры зарегистрирована повторная встреча большого поморника (две птицы) [Мельников, 2023]. Появлению данного вида несомненно способствовал обширный северо-западный фронт ненастной и очень холодной погоды с выпадением снега на второй линии хребтов, окружающих оз. Байкал [Мельников, 2023].

Короткохвостый поморник *Stercorarius parasiticus*. Очень редкий залетный вид Восточной Сибири. Первый залет зарегистрирован на р. Буре в районе Кяхты в апреле 1909 г. [Гагина, 1962]. В Муйской котловине зарегистрирован 2 июля 1958 г. (юг Станового нагорья) [Измайлов, 1967]. В Баргузинском заповеднике (Северо-Восточное Прибайкалье) 10 августа 1991 г. отмечена одна птица [Ананин, 2006]; В Байкале напротив устья р. Кедровой 24 августа 2012 г. отмечена летящая одиночная птица [Ананин и др., 2015].

Один короткохвостый поморник **о**тмечен 21 августа 2018 г. в полете у порта Нижнеангарск. При переходе от бухты Ая к Ольхонским воротам 13 сентября 2022 г. в Байкале встречена одна птица данного вида.

Черноголовый хохотун *Larus ichthyaetus.* Редкий залетный особо охраняемый вид чаек Восточной Сибири. Ранее (первая половина XX столетия) его находки в Прибайкалье не известны. Впервые он отмечен на озере Байкал (дельта р. Селенги) 27 мая 1989 г. в губе Клочиха (пара птиц). Здесь же повторно одна птица данного вида встречена 8 июня 1991 г. в устье протоки Северной у колонии чегравы *Hydroprgne caspia* [Мельников, 2000]. в окрестностях г. Ангарск он встречен 17 и 19 апреля 1991 г. на территории золоотвала «Сушинский Калтус» и на следующий год здесь же 12 июня 1992 г. [Попов, Иванов, 1992; Попов, 2013; Попов, Саловаров, 2000]. После начала достаточно детальных обследований массовых гнездовий чайковых птиц Братского водохранилища одиночный черноголовый хохотун был отмечен 3 июля 2015 г. на Малом Осинском острове в крупной колонии монгольской чайки. Во время просмотра фотографий чаек на Малом Осинском острове, отснятых 21 августа 2012 г., здесь выделено еще два черноголовых хохотуна [Попов, 2015]. В более поздних обследованиях 17 июля 2017 г. этот вид вновь встречен на Малом Осинском острове. В дополнение к этим сведениям необходимо отметить, что один черноголовый хохотун 21 июля 2015 г. зарегистрирован нами в истоке р. Ангары (Мельников, 2017), и здесь же одна птица отмечена 21 июля 2017 г.

Реликтовая чайка *Larus relictus*. Очень редкий залетный вид. В протоке Кривая (дельта р. Селенги) 30 особей отмечено в колонии озерной чайки 11 июня 1977 г. На протоке Хирельда две птицы этого вида отмечены 4 июня 1979 г. [Мельников, 2000]. В дельте Селенги (Алемасовский сор) летящую птицу 21 июля 2002 г. зарегистрировал И.И. Тупицын [Фефелов и др., 2001]. Без даты встречи указывается на залет этого вида в Приольхонье — пролив Малое Море [Пыжьянов, 2007].

Черноголовая чайка *Larus melanocephalus*. На р. Витим у кордона Амалык 15 мая 2015 г. отмечена взрослая птица. 20 мая она пролетела вверх по р. Витим [Волков, 2016].

Морской голубок *Larus genei.* Очень редкий залетный вид. Впервые отстреляна в котловине оз. Байкал на колонии озерной чайки *Larus ridibundus* в дельте р. Селенги 15 июня 1989 г. [Тупицын, Фефелов, 1995]. В окрестностях г. Ангарск еще одна птица зарегистрирована в стае монгольских чаек 12 мая 1991 г. [Попов, Саловаров, 2000]. В последствии в стае озерных чаек морской голубок зарегистрирован на Гусином озере (Западное Забайкалье) [Tebb, Ranner, 2002]. В г. Иркутске на Ново-Ленинских болотах 25 мая 2003 г зарегистрирован один морской глубок в колонии озерной чайки и речной крачки *Sterna hirundo.* Здесь же 1 июня 2003 г. обнаружена смешанная пара

этого вида с озерной чайкой [Фефелов, Тупицын, 2004]. Несомненным, является расширение ареала морского голубка к востоку, обусловленное нестабильностью гнездовых местообитаний в условиях резкого потепления климата Северного полушария Земли.

Морская чайка *Larus marinus*. На окраине д. Монды в Тункинской котловине 2 сентября 2000 г. в стае монгольской чайки была отмечена морская чайка. В этом же регионе 14 августа 2001 г. одна морская чайка в стае монгольских чаек встречена у зимника Аерхан и две птицы этого вида 22 августа 2005 г. зарегистрированы в стае монгольских чаек на окраине д. Монды [Дурнев, 2009]. Последняя регистрация сделана на Южном Байкале у старого пирса в пос. Култук 14 июня 2007 г. [Дурнев, 2009]. В истоке р. Ангары 26 марта 2024 г. среди пролетных моногольских чаек отмечены две морские чайки [Мельников и др., 2024].

Чернохвостая чайка *Larus crassirostris*. Впервые отмечена в верхней части р. Аргунь в окрестностях с. Кайластуй 19 апреля 1957 г. [Гаврин, Раков, 1959]. Известны залеты на территорию соседней Монголии на оз. Дуро-Нур на р. Улдза 17 апреля 1991 г. [Bold, Mainjargal, 2006] и в период миграций в Китае на оз. Далайнор [Xu, 2006]. На севере Забайкальского края (Чкаловские озера) в Каларском районе 6 июля 2011 г. отмечен новый залет чернохвостой чайки (одна птица) [Горошко, 2015].

Китайская чайка *Larus saundersi.* На Торейских озерах в стае пролетных озерных чаек *Larus ridibundus* 24 мая 2014 г. отмечена одна китайская чайка *Larus saundersi* в брачном наряде [Горошко, 2014]. Основной ее гнездовой ареал охватывает ограниченную область северо-восточных районов Китая и западного побережья Корейского полуострова [Brazil, 2009]. В осенне-зимний период разлет более широкий, но залеты на территорию России ранее отмечались только на востоке [Нечаев, Гамова, 2009]. Необходимо отметить, что ее залеты в периоды миграций являются достаточно обычными для оз. Далайнор. Имеются указания на находки ее гнезд на небольшом острове этого озера в 1987 г. Однако эта информация может быть ошибочной [Xu Weishu and Melville, 1994]. Залеты китайской чайки с оз. Далайнор на территорию сопредельной Монголии достаточно обычны, что подтверждается наблюдениями российских орнитологов [Попов, Вержуцкий, 1998].

Моёвка *Rissa tridactyla*. Обычно очень малочисленный северный пролетный вид, чаще всего встречающийся одиночными особями. Впервые добыта на Северном Байкале Н. Коловым 22 октября 1940 г. у пос. Сосновка [Гагина, 1962]. Массовый залет этого вида наблюдался в сентябре 1976 году (отдельные стаи достигали 50 особей) и зафиксирован А.А Васильченко [1987]. Взрослый самец моёвки добыт М. Кириловым 15 июня 1980 г. в заливе Еловый Иркутского водохранилища. Во второй половине сентября 2022 г. была на Байкале очень многочисленным видом. Встречалась очень крупными и

средними стаями (от 20 до 3000 особей). Единичные встречи и пары в это время были очень редкими. Общая плотность населения сильно менялась на разных участках оз. Байкал: от 8,3 по Южно-Байкальскому климатическому округу до 14.3 ос./км^2 в Посольском соре, по западному побережью Байкала (от бухты Ая до Ольхонских Ворот) 0,8-32,0 ос./км^2, заливы Заворотная-Аяя-Фролиха (Северо-Байкальский климатический округ) – от 0,09 до 0,6 ос./км^2 и восточная сторона острова Ольхон 137,6 ос./км^2. Наиболее крупные скопления птиц этого вида наблюдались на восточной стороне о. Ольхон в заливе Узуры – более 3000 птиц. Общая численность в период миграций составляла около 4600 особей.

Розовая чайка *Rhodostethia rosea.* Чрезвычайно редкий случайно залетный вид**.** На р. Тунгир Тунгиро-Олекминсеого района Читинской области в сентябре 1973 г. у с. Тупик из стаи около 10 особей добыта одна птица [Мельников, Мельникова, 1995].

Белая чайка *Pagophila eburnean*. Впервые отмечена в устье р. Большой (северо-восточное побережье Байкала, Баргузинский заповедник) 13 июня 1992 г. [Ананин, 1995]. Впоследствии зарегистрирована на северо-западном побережье Байкала 30 мая 1988 г. на мысе Покойный и 22 июня 2003 г. в районе мыса Заворотный [Оловянникова, 2006; Попов, 2015]. И, наконец, 16 ноября 2018 г. одна птица была отмечена на р. Ангаре в черте г. Иркутск [Сайфутдинова, 2018].

Чайконосая крачка *Gelochelidon nilotica*. Редкий, эпизодически гнездящийся вид дельты р. Селенги. Несколько молодых птиц отмечены во второй половине лета 1964 г. и одна птица добыта [Богородский, 1976]. Повторно молодая птица добыта 22 июля 1973 г. на протоке Хирельда, а 12 августа 1979 г. на протоке Галутай отмечена птица с плохо летающим птенцом [Мельников, 2000а]. Во время учетных работ 2005 г. пара чайконосых крачек зарегистрирована в крупной колонии речной крачки на песчаном острове в устье небольшой протоки, отшнуровавшейся от протоки Средней и впадающей в озеро напротив основного кордона заказника Кабанский. Однако гнездо этой пары нами не было найдено.

Полярная крачка *Sterna paradisaea*. На залет данного вида на северный Байкал указывала ранее Т.Н. Гагина [Гагина, 1962]. Впоследствии отмечена как гнездящийся вид в 1978-86 гг. в долине р. Нижняя Тунгуска на самом севере Иркутской области (Катангский район) на границе с Якутией и Эвенкией [Водопьянов 1988].

Малая крачка *Sterna albifrons*. Редкий эпизодически пролетный и гнездящийся вид. Впервые отмечена на гнездовье на песчаной отмели острова, расположенного ниже большой шиверы на р. Ока сразу за с. Барлук (Куйтунский район). Здесь 8-10 июня 1969 г. была найдена колония из 10 пар малой крачки. Размножение птиц было неудачным – она была затоплена

большим летним паводком в конце июня. Больше птицы этого вида здесь не отмечались. На Оронской протоке (Витимский заповедник) пара и одиночная птица наблюдались 5-6 июня 2014 г. [Волков, 2015]. Малая крачка отмечена 11 июня 1977 г. в дельте Селенги [Мельников, 1979]. В июне 1979 г. в колонии речной крачки *Sterna hirundo* на отмелях протоки Масаиха найдено гнездо малой крачки [Мельников, 1988]. Отмечены случаи формирования гибридных пар с речной крачкой [Мельников, 1985] и добыта одна гибридная особь [Очагов, 1982]. До 1982 г. в этом районе Байкала на пролете и в гнездовой сезон ежегодно учитывали до 3–5 одиночных особей. После этого сведений о ее встречах не поступало. Тем не менее, она в очень ограниченном количестве присутствовала здесь и встречалась нами в разных точках Байкала (Чивыркуйский залив, дельта р. Селенги в устье протоки Харауз, Северо-Байкальский сор) одиночными особями и небольшими стайками от 3-5 до 10-12 птиц.

Чистик *Cepphus grille*. Чрезвычайно редкий залетный вид. Встречен в ноябре 1990 г. на полынье у пос. Казачинское [Дурнев и др., 1996; Мельников, Дурнев, 2009].

Литература

1. Ананин А.А. Новые виды птиц Баргузинского заповедника // Рус. орнитол. журн., 1995. – Т. 4. – Вып. 1-2. – С. 64-65.

2. Ананин А.А. Птицы Баргузинского заповедника. – Улан-Удэ: Изд-во Бур.ГУ, 2006. – 276 с.

3. Ананин А.А., Дарижапов Е.А., Куркина И.И. Новые и редкие для территории Баргузинского заповедника виды птиц // Байкал. зоол. жкрн., 2015. - № 2(17). – С. 41-44.

4. Андронов Д.А. Интересные встречи куликов на территории Бичурского района (Бурятия) // Байкал. зоол. журн., 2011. - № 2(7). – С. 112.

5. Андронов Д.А. Встречи редких видов птиц в Бичурском районе (республика Бурятия) // Байкал. зоол. журн., 2019. - № 3(26). – С.131.

6. Бадмаева Е.Н. Динамика видового состава и населения куликов Charadriidae в летний период в Юго-Западном Забайкалье // Вестн. Бур.ГУ, сер. 2. Биология, 2004. – Вып. 6. – С. 182-184.

7. Бадмаева Е.Н. Редкие пролетные виды куликов Юго-Западного Забайкалья // Байкал. экол. вестн. Биота в экосистемах гор Южной Сибири: состояние и проблемы. – Улан-Удэ, 2007. – С. 78-89.

8. Бадмаева Е.Н. Шилоклювка Recurvirostra avosetta на северной периферии ареала // просы экологии, миграции и охраны куликов Северной Евразии. – Иваново: Изд-во Иван.ГУ, 2016. – С. 23-29.

9. Безбородов В.И. Интересные находки птиц в Прибайкалье // Изв. Вост.-Сиб. отдела ГО СССР, 1969. – Т. 66. – С. 149-150.

10. Беляев К.Г. К фауне северо-восточного Прибайкалья // Орнитология. – М.: Изд-во МГУ, 1979. – Вып. 14. – С. 188-189.

11. Беляев К.Г. Сроки сезонных миграций куликов Баргузинского заповедника // Фауна и экология птиц Восточной Сибири. – Иркутск: Изд-во ИГУ, 1984. – С. 3-6.

12. Богданович В.А. Интересные встречи птиц на оз. Белом (Иволгинский район, Республика Бурятия) // Байкал. зоол. журн., 2018. - № 1(22). – С. 99.

13. Богородский Ю.В. Орнитологические находки в Прибайкалье // Орнитология. – М.: Изд-во МГУ, 1976. – Вып. 12. – С. 223-224.

14. Богородский Ю.В. Птицы Южного Предбайкалья. – Иркутск: Изд-во ИГУ, 1989. – 207 с.

15. Васильченко А.А. Птицы Хамар-Дабана. – Новосибирск: Наука, 1987. – 104 с.

16. Васильченко А.А. Интересные находки птиц в Александрово-Заводском районе (Забайкальский край) // Байкал. зоол. журн., 2019. - № 2(25). – С. 114-115.

17. Вержуцкий Д. Б. Интересные встречи птиц в республике Бурятия // Байкал. зоол. журн. 2014. - № 2. - С. 59–62.

18. Водопьянов Б.Г. Видовой состав птиц, гнездящихся в долине р. Нижней Тунгуски // Промысловые животные и повышение эффективности охотничьего хозяйства. – Иркутск: Изд-во ИСХИ, 1988. – С. 22-29.

19. Водопьянов Б.Г. Летнее население птиц бассейна р. Окунайки (западный участок зоны БАМа) их охрана и хозяйственное использование // Интенсификация производства в охотничьем хозяйстве. – Иркутск: Изд-во ИСХИ, 1989. – С. 46-54.

20. Волков С.Л. Птицы Витимского заповедника // Байкал. зоол. журн., 2015. - № 1(16). – С. 91-102.

21. Волков С.Л. Залеты птиц в Витимский заповедник в 2012-2016 годах // Байкал. зоол. журн., 2016. - № 2(19). – С. 68-71.

22. Гаврин В.Ф., Раков Н.В. Материалы к изучению весеннего пролета водоплавающих птиц в верхнем течении р. Аргунь. Сообщение 1 // Миграции животных. – М.: Изд-во АН СССР, 1959. – Вып. 1. – С. 59-66.

23. Гагина Т.Н. Птицы Байкала и Прибайкалья // Зап. обл. краевед. музея, Иркутск. – С. 173-191.

24. Гагина Т.Н. Птицы Восточной Сибири (Список и распространение) // Тр. госзаповедника "Баргузинский", 1961. – Вып. 3. – С. 99-123.

25. Гагина Т.Н. Примечания и дополнения к списку птиц Восточной Сибири // Тр. Баргузинского заповедника, 1962. – Вып. 4. – С. 203-207.

26. Гагина Т.Н. Залетные птицы Восточной Сибири // Орнитология. – М.: Изд-во МГУ, 1962. – Вып. 4. – С. 367-372.

27. Гагина Т.Н. Дальнейшие замечания и дополнения к списку птиц Восточной Сибири // Тр. Баргузинского заповедника, 1967. – Вып. 5. – С. 52-64.

28. Гагина Т.Н. Список птиц бассейна озера Байкал // Экология наземных позвоночных Восточной Сибири // Иркутск: Изд-во ИГУ, 1988. – С. 85-123.

29. Гагина Т.Н. О некоторых орнитологических находках на реке Каренге (бассейн Витима) // Рус. орнитол. журн. Экспресс-вып., 2017. - № 1435

30. Горошко О.А. Первый залет бэрдова песочника Calidris bairdii (Coues, 1861) и американского бекасовидного веретенника Limnodromus scolopaceus (Say, 1823) в Восточное Забайкалье // Байкал. зоол. журн., 2014. - № 1(14). – С. 117-118.

31. Горошко О.А. Первый залет китайской чайки Larus saundersi Swinhoe, 1871 в Забайкалье // Байкал. зоол. журн., 2014, № 2. – С. 105-106.

32. Доржиев Ц.З. Птицы Байкальской Сибири: Систематический состав, характер пребывания и территориальное размещение // Байкал. зоол. журн., 2011. - № 1(6). – С. 30-54.

33. Доржиев Ц.З., Елаев Э.Н. Новые сведения о малоизученных птицах бассейна Байкала // Орнитология. – М.: Изд-во МГУ, 1995. – Вып. 26. – С. 182.

34. Доржиев Ц.З., Мэйдже С., Дашанимаев В.М. Гнездование ходулочника, залет малой кукушки и другие новые сведения о некоторых птицах Байкальского региона // Современные проблемы орнитологии Сибири и Центральной Азии. – Улан-Удэ: Изд-во Бур.ГУ, 2003. – Ч. 1. – С. 85-89.

35. Доржиев Ц.З., Дашанимаев В.М. Дополнительные сведения о слабо изученных птицах Байкальской Сибири // Современные проблемы орнитологии Сибири и Центральной Азии: Мат-лы IY Междун. орнитол. конф., 2009. – С. 66-70.

36. Доржиев Ц.З., Бадмаева Е.Н. Неворобьиные Non-Passeriformes птицы Республики Бурятия: аннотированный список // Природа Внутренней Азии, 2016. - № 1. – С. 7-60.

37. Доржиев Ц.З., Дурнев Ю.А., Сонина М.В., Елаев Э.Н. Птицы Восточного Саяна. – Улан-Удэ: Изд-во БурГУ, 2019. – 400 с.

38. Доржиев Ц.З., Базаров Л.Д., Бадмаева Е.Н., Базарова Н.Д. Распространение и статус пеганки и шилоклювки на юге Восточной Сибири // Байкал. зоол. журн., 2021. - № 1(29). – С. 62-66.

39. Дурнев Ю.А. Значение Тункинской долины в динамике авифауны Байкальской рифтовой зоны // Байкал зоол. журн., 2009. - № 1. – С. 50-55.

40. Дурнев Ю.А. Горный дупель (Gallinago solitaria) в условиях Байкальской рифтовой зоны: распространение и экология // Рус. орнитол. журнал. Экспресс-вып., 2010а. - № 572. – С. – 906-908.

41. Дурнев Ю.А. Горный дупель (Gallinago solitaria): элементы экологии малоизученного вида в условиях Байкальской рифтовой зоны // Байкал. зоол. журн., 2010б. - № 1(4). – С. 29-32.

42. Дурнев Ю.А., Мельников Ю.И., Бояркин И.В., Книжин И.Б., Матвеев А.Н., Медведев Д.Г., Рябцев В.В., Самусёнок В.П., Сонина М.В. Редкие и малоизученные позвоночные животные Предбайкалья: распространение, экология, охрана. – Иркутск: Изд-во ИГУ, 1996. – 287 с.

43. Дыбовский Б.И., Годлевский В.А. Отчет о занятиях в 1876 г. // Изв. Сиб. отдела РГО, 1877. – Т. VIII. - № 3-4. – С. 1117-1123.

44. Елаев Э.Н., Вайгль Ш., Вегляйтнер Ш. В дополнение к списку птиц Байкальской Сибири: первый залет бэрдова песочника // Сибирская орнитология, 2006. – Вып. 4. – С. 246-247.

45. Журавлев В.Е., Подковыров В.А., Скрябин Н.Г., Тупицын И.И., Шинкаренко А.В. Краткий очерк фауны куликов дельты Селенги // Экология и фауна птиц Восточной Сибири. – Улан-Удэ: Изд-во БНЦ ИБ СО АН СССР, 1991. – С. 93-100.

46. Звонов Б.М., Букреев С.А., Болдбаатар Ш. Птицы Монголии. Часть 1. Неворобьиные (Non-Passeriformes). – М.: Изд-во Сельскох. Технологии, 2016. – 396 с.

47. Иванов А.И. Каталог птиц Советского союза. – Л.: Наука, 1976. – 276 с.

48. Иванов М.В. Встреча плосконосого плавунчика Phalaropus fulicarius в Иркутской области // Байкал. зоол. журн., 2020. - № 2(28). – С. 115.

49. Измайлов И.В. Птицы Витимского плоскогорья. – Улан-Удэ: Изд-во Бур.ГУ, 1967. – 305 с.

50. Измайлов И.В., Боровицкая Г.К. Птицы юго-западного Забайкалья. – Владимир: Изд-во Владимир ГПИ, 1973. – 215 с.

51. Липин С.И., Толчин В.А., Вайнштейн Б.Г., Сонин В.Д. К изучению куликов Братского водохранилища // Орнитология. – М.: Изд-во МГУ, 1968. – Вып. 9. – С. 214-221.

52. Липин С.И., Сонин В.Д. О фауне не воробьиных птиц города Иркутска // Седьмая Всесоюзн. конф., 1977. – Вып. 2. – С. 151-152.

53. Лисовский А.А., Лисовская Е.В. Материалы к изучению долины Нижняя Тунгуска // Труды госзаповедника "Центральносибирский", 2007. – Вып. 1. – С. 230-244.

54. Литвинов Н.И., Гагина Т.Н. Птицы острова Ольхон // Экология птиц Восточной Сибири. – Иркутск: Изд-во ИГУ, 1977. – С. 176-188.

55. Малеев В.Г., Попов В.В. Птицы лесостепей Верхнего Приангарья. – Иркутск: НЦ ВСНЦ СО РАМН-Изд-во Ветер Странствий, 2007. – 276 с.

56. Мельников Ю. И. Новые сведения о птицах Южного Байкала // Экология птиц бассейна оз. Байкал. - Иркутск: Изд-во ИГУ, 1979. - С. 148–152.

57. Мельников Ю. И. О гибридизации крачек // Бюл. МОИП. Отд. биол., 1985. - Т. 90. - Вып. 4. - С. 32-36.

58. Мельников Ю. И. Численность и распределение чайковых птиц в дельте р. Селенги (Южный Байкал) // Бюл. МОИП. Отд. биол. 1988. - Т. 93. - Вып. 3. - С. 21–28.

59. Мельников Ю.И. Находка дупеля Gallinago media в Восточной Сибири // Рус. орнитол. журн. Экспресс-вып., 1998. - № 43. – С. 6-8.

60. Мельников Ю.И. Американский бекасовидный веретенник (Limnodromus scolopaceus): западная граница ареала и внутриазиатский пролетный путь // Тр. госзаповедника "Байкало-Ленский", 1998. – Вып. 1. – С. 75-77.

61. Мельников Ю.И. Птицы Зиминско-Куйтунского степного участка (Восточная Сибирь). Часть 1. Неворобьиные // Рус. орнитол. журн. Экспресс-вып., 1999. - № 60. – С. 3-14.

62. Мельников Ю.И. К авифауне бассейна Нижней Тунгуски в пределах Иркутской области // Рус. орнитол. журн. Экспресс-вып., 2000а. – № 89. – С. 10-16.

63. Мельников Ю. И. Новые материалы о фауне птиц дельты реки Селенги (Южный Байкал) // Рус. орнитол. журн. Экспресс-вып., 2000б. - № 102. - С. 3–19.

64. Мельников Ю.И. Новые материалы о толстоклювом зуйке Charadrius leschenaultia в Прибайкалье // Рус. орнитол. журн. Экспресс-вып., 2000в. – Т. 9, № 110. – С. 10-12.

65. Мельников Ю.И. Гаршнеп Lymnocryptes minima на юге Восточной Сибири: новые материалы о миграциях // Рус. орнитол. журн. Экспресс-вып., 2001. - № 146. – С. 458-463.

66. Мельников Ю.И. Ключевая орнитологическая территория международного значения: исток и верхнее течение р Ангары // Байкал. зоол. журн., 2010. - № 1(4). – С. 41-46.

67. Мельников Ю.И. Новые встречи редких птиц на Иркутском водохранилище (Курминский залив) // Байкал. зоол. журн., 2010. - № 2(5). – С. 103.

68. Мельников Ю.И. Птицы дельты р. Голоустная (западное побережье Байкала): новые материалы о численности и распределении в летний период // Байкал. зоол. журн., 2010. - № 5. – С. 36-46.

69. Мельников Ю.И. Птицы Ново-Ленинских (Иннокентьевских) болот города Иркутск во второй половине XX столетия: видовая структура, обилие и фенология основных жизненных циклов // Байкал. зоол. журн., 2011, № 2(7). – С. 30-68.

70. Мельников Ю.И. Новые виды птиц котловины озера Байкал (вторая половина XX – начало XXI столетия) // Природа Внутренней Азии, 2017. - № 3-4. – С. 38-63.

71. Мельников Ю.И. Динамика фауны куликов котловины озера Байкал и ее связь с современными изменениями климата (конец XYIII – начало XXI в.) // Природа Внутренней Азии, 2019. - № 1(10). – С. 28-54.

72. Мельников Ю.И. Новые встречи редких и малочисленных птиц Южного и Среднего Байкала в период начала позднелетней миграции // Байкал. зоол. журн., 2021. - № 2(30). – С. 89-91.

73. Мельников Ю.И. Большой поморник Stercorarius skua (Brünnich, 1764) (Aves, Stercorariidae) – новый залетный вид котловины озера Байкал // Байкал. зоол. журн., 2023. - № 1(35). – С. 43-45.

74. Мельников Ю.И., Мельникова Н.И. Встречи моевки и розовой чайки внутри Азиатского континента // Орнитология. – М.: Изд-во МГУ, 1995. – Вып.26. – С. 190-191.

75. Мельников Ю.И., Дурнев Ю.А. Редкие и малоизученные околоводные птицы Предбайкалья // Рус. орнитол. журн. Экспресс-вып., 2009. – Т. 18, № 182. – С. 1131-1147.

76. Мельников Ю.И., Николаев Я.В., Попов В.В., Жовтюк П.И. Новые встречи редких, малочисленных и краснокнижных видов птиц котловины озера Байкал // Высшая школа: научные исследования: мат-лы межвуз. междун. конгресса (22 августа 2024 г., Москва, Россия). – М.: Изд-во Инфинити, 2024. – С. 107-117.

77. Мельников Ю.И., Николаев Я.В. Видовой состав и численность околоводных и водоплавающих птиц в акватории и прибрежной зоне озера Байкал в узкий период прекращения миграций // Высшая школа: научные исследования: мат-лы межвуз. междун. конгресса (16 октября 2025 г., Москва, Россия). – М.: Изд-во Инфинити, 2025. – С. 109-121.

78. Мельникова Н.И., Водопьянов Б.Г., Пронкевич В.В. Видовой состав и структура населения птиц бассейна р. Тетеи // Вестн. ИрГСХА, 1997. – Вып. 4. – С. 16-19.

79. Моллесон В.С. Краткие сведения о распространении птиц в окрестностях Троицкосавска // Протокол общего собрания Троицкосавско-Кяхтинского отд. Приамурского отд. ИРГО. – Иркутск, 1896, № 4. Приложе. 2. – С. 7-12.

80. Нечаев В.А., Гамова Т.В. Птицы Дальнего Востока России (аннотированный каталог). – Владивосток: Дальнаука, 2009. – 564 с.

81. Оловянникова Н.М. О задерживающихся до поздней осени и редко зимующих птицах Байкало-Ленского заповедника // Рус. орнитол. журн. Экспресс-вып., 1999. - № 86. – С. 9-11.

82. Оловянникова Н.М. К пролету редких видов куликов на северо-западном побережье Байкала // Вестн. ИрГСХА, 2000. – Вып. 19. – С. 12-13.

83. Оловянникова Н.М. Авифауна Байкало-Ленского заповедника // Тр. госзаповедника "Байкало-Ленский", 2006. – Вып. 4. – С. 183-197.

84. Очагов Д. М. О возможном гибриде Sterna albifrons sinensis и Sterna hirundo из дельты Селенги // Бюл. МОИП. Отд. биол. 1982. - Т. 87. - Вып. 5. - С. 39–42.

85. Поваринцев А.И. Первая встреча ходулочника (Himantopus himantopus) и новые наблюдения шилоклювки (Recurvirostra avosetta) в Иркутской области // Байкал. зоол. журн., 2013. - № 1(12). – С. 119.

86. Поляков И.С. Отчет о путешествии по Лене // Изв. Имп. РГО, 1868. – Т. 4, № 1. – С. 127-139.

87. Попов В.В. Птицы Иркутской области: видовой состав, распространение и характер пребывания. Ржанкообразные-дятлообразные // Байкал. зоол. журн., 2013. - № 1(12). – С. 49-80.

88. Попов В.В. Наземные позвоночные Иркутской области. Распространение и охрана. – Иркутск, 2015. – 141 с.

89. Попов В.В. Заметки по орнитофауне окрестностей г. Тулун (Иркутская область) // Байкал. Зоол. журн., 2015а. - № 2(17). – С. 66-69.

90. Попов В.В. К орнитофауне Осинских островов (Осинский район, Иркутская область) // Байкал. зоол. журн., 2015. - № 2(17). – С. 117-118.

91. Попов В.В. Материалы по распространению в Иркутской области редких видов птиц, включенных в Красную книгу Российской Федерации, но не вошедших в Красную книгу Иркутской области // Байкал. зоол. журн., 2020. - № 2(28). – С. 64-70.

92. Попов В.В. Заметки по встречам птиц в северных районах Иркутской области в полевой сезон 2020 г. // Байкал. зоол. журн., 2021. - № 1(29). – С. 78-81.

93. Попов В.В., Вержуцкий Д.Б. К распространению ржанкообразных птиц в Монголии // Тр. госзаповедника "Байкало-Ленский", 1998. – Вып. 1. – С. 92-94.

94. Попов В.В., Саловаров В.О. Редкие виды птиц Ангарского района (Южное Прибайкалье) // Орнитологические исследования в России. – Улан-Удэ: Изд-во Бур.ГУ, 2000. – Вып. 2. – С. 191-194.

95. Попов В.В., Баранчук И.И., Белянина И.С., Иванова С.В., Полушкин Д.М. Заметки по орнитофауне Витимского заповедника // ООПТ и сохранение биоразнообразия Байкальского региона. – Иркутск: Изд-во Листок, 2001. – С. 78-81.

96. Попов В.В., Оловянникова Н.М., Мурашов Ю.П. Распространение ржанкообразных птиц в Байкало-Ленском заповеднике // Рус. орнитол. журн. Экспресс-вып., 2003. - № 230. – С. 1037-1044.

97. Попов В.В., Малеев В.Г., Жовтюк П.И., Холин А.В. Интересные встречи птиц в Верхнем Приангарье в полевой сезон 2012 года // Байкал. зоол. журн., 2012. - № 2(10). – С. 78-80.

98. Попов В.В., Иванов С.В. Гнездование серебристой чайки на золоотвале в окрестностях Ангарска // Серебристая чайка: Распространение, систематика, экология. - Ставрополь: Изд-во МОО, 1992. – С. 123–125.

99. Преловский В.А. Авифауна минеральных озер Приольхонья // Тр. Прибайкальского национального парка, 2007. – Вып. 2. – С. 208-217.

100. Преловский В.А. Новые сведения о куликах Прибайкальского национального парка // Современные проблемы орнитологии Сибири и Центральной Азии: мат-лы IY Междун. орнитол. конф. (17-20 сентября 2009 г., Улан-Удэ, Россия). – Улан-Удэ: Изд-во БурГУ, 2009. – С. 85-91.

101. Преловский В.А. Петраченков А.В., Холин А.В. Список птиц бассейна реки Голоустной // Байкал. зоол. журн., 2010. - № 1(4). – С. 47-55.

102. Пыжьянов С.В. Залет американского бекасовидного веретенника на Байкал // Информация рабочей группы по куликам. – Магадан: Изд-во АН СССР, 1989. – С. 61.

103. Пыжьянов С.В. Список птиц побережья Малого Моря и прилегающих территорий // Тр. Прибайкальского НП, 2007. - Вып. 2. - С. 218–229.

104. Пыжьянов С.В., Сонин В.Д., Дурнев Ю.А., Кириллов М.П. Дополнение к списку птиц о. Ольхон и Приольхонья // Экология птиц бассейна оз. Байкал. – Иркутск: Изд-во ИГУ, 1979. - С. 144-147.

105. Пыжьянов С.В., Преловский В.А. Редкие и новые виды Приольхонья и о. Ольхон // Фауна и экология животных Средней Сибири. – Красноярск: Изд-во КГПИ, 2006. – Вып. 4. - С. 163-169.

106. Пыжьянов С.В., Тупицын И.И., Сафронов Н.Н. Новое в авифауне Байкальского побережья // Рус. орнитол. журн. Экспресс-вып., 1997. - № 30. – С. 11-18.

107. Пыжьянов С.В., Тупицын И.И., Сафронов Н.Н. Новое в авифауне Байкальского побережья // Тр. госзаповедника Байкало-Ленский, 1998. – Вып. 1. – С. 99-102.

108. Равкин Ю.С., Лукьянова И.В. География позвоночных южной тайги Западной Сибири. – Новосибирск: Наука, 1976. – 360 с.

109. Равкин Е.С., Челинцев Н.Г. Методические рекомендации по комплексному маршрутному учету птиц. Репринт. – М.: Изд-во Госкомприроды СССР, 1990. – 33 с.

110. Рожков А.С., Пшеничников Л.Н. Данные к орнитофауне Средней Сибири // Изв. СО АН СССР, 1960. – Вып. 2. – С. 113-116.

111. Рябцев В.В. Состояние редких и малочисленных видов птиц в Приольхонье // Бюл. МОИП. Отд. биол., 1995. – Т. 2. - Вып. 100. – С. 40-45.

112. Рябцев В. В. Тонкоклювый кроншнеп Numenius tenuirostris на озере Байкал // Рус. орнитол. журн. Экспресс-вып., 1997. № 28. С. 3–4.

113. Сайфутдинова Р.В. Интересные встречи птиц в г. Иркутске осенью 2018 г. // Байкал. зоол. журн., 2018. - № 2(23). – С. 118.

114. Саловаров В.О., Кузнецова Д.В. Гнездование шилоклювки в Иркутской области // Рус. орнитол. журн. Экспресс-вып., 2000. - № 118. – С. 22.

115. Скрябин Н.Г. Орнитологические находки на северо-восточном побережье Байкала и в долине р. Баргузин // Тр-ды госзаповедника "Баргузинский", 1960. – Вып. 2. – С. 109-114.

116. Скрябин Н.Г., Филонов К.П. Материалы к фауне птиц северо-восточного побережья Байкала // Тр. гос. заповедника "Баргузинский", 1962. – Вып. 4. – С. 119-189.

117. Скрябин Н.Г., Пыжьянов С.В. Население птиц // Биоценозы пролива Малое Море на Байкале. – Иркутск: Изд-во ИГУ, 1987. – С. 133-147.

118. Сонина М.В., Морошенко Н.В. Птицы диффузного города в условиях байкальского побережья // Байкал. зоол. журн., 2010. - № 1(4). – С.71-77.

119. Ткаченко М.И. Птицы реки Нижней Тунгуски // Изв. Иркутск. гос. научн. музея, 1937. – Вып. 2. – С. 152-162.

120. Толчин В.А. Гнездящиеся кулики межгорных котловин северо-восточного Забайкалья // Экология позвоночных животных Восточной Сибири. – Иркутск: Изд-во ИГУ, 1983. – С. 90-101.

121. Толчин В.А., Безбородов В.И., Вайнштейн Б.Г. Наблюдения за пролетом куликов на Братском водохранилище // Фауна и экология куликов: мат-лы совещ. (29-30 марта 1973 г., Москва, Россия). – М.: Изд-во МГУ, 1973. – Вып. 2. – С. 105-108.

122. Толчин В.А., Заступов В.П., Сонин В.Д. Материалы к познанию куликов Байкала // Орнитология. – М: Изд-во МГУ, 1977. – Вып. 13. – С. 40-48.

123. Толчин В.А., Садков В.С., Попов В.В. К фауне птиц межгорных котловин Северо-Восточного Забайкалья // Экология птиц бассейна оз. Байкал. – Иркутск: Изд-во ИГУ, 1979. – С. 130-143.

124. Томкович П.С. Некоторые итоги работы фаунистической комиссии рабочей группы по куликам в 1988-1995 гг. // Орнитология. – М.: Изд-во МГУ, 2001. – Вып. 29. – С. 93-97.

125. Третьяков А.В. К орнитофауне острова Ольхон по наблюдениям экспедиции 1933 года // Тр. Вост.-Сиб. ун-та, 1934. - № 2. – С. 118-133.

126. Тупицын И.И. К изучению авифауны северных районов Иркутской области // Байкал. зоол. журн., 2009. - № 1. – С. 81-86.

127. Тупицын И.И., Фефелов И.В. Новые виды птиц Байкала // Орнитология. – М.: Изд-во МГУ, 1995. – Вып. 26. - С. 197-198.

128. Унжаков В.В. Редкие и малоизученные птицы северо-западного Прибайкалья // Редкие наземные позвоночные Сибири. – Новосибирск: Наука, 1988. – С. 248-250.

129. Фефелов И.В. Птицы в районе трассы газопровода "Ковыкта-Саянск-Иркутск", общая характеристика авифауны, малочисленные и редкие виды // Рус. орнитол. журн. Экспрес-вып., 2006. –б№ 314. – С. 3301-3308.

130. Фефелов И.В. Редкие виды птиц на побережье Байкала в окрестностях пос. Култук (Слюдянский район Иркутской области) // Байкал. зоол. журн., 2019. - № 1(24). – С. 92-95.

131. Фефелов И.В. К летней авифауне центральных частей Балаганского и Жигаловского районов Иркутской области // Байкал. зоол. журн., 2021. - № 1(29). – С. 82-85.

132. Фефелов И. В., Тупицын И.И. Четвертая регистрация морского голубка Larus genei в Байкальском регионе и его гнездование в паре с озерной чайкой Larus ridibundus // Рус. орнитол. журн. Экспресс-вып. 2004. - Т. 13, № 257. - С. 308–312.

133. Фефелов И. В., Тупицын И. И., Подковыров В. А., Журавлев В. Е. Птицы дельты Селенги: Фаунистическая сводка. - Иркутск: ЗАО "Вост.-Сиб. изд. компания", 2001. - 320 с.

134. Фефелов И.В., Поваринцев А.И. Наблюдения птиц, редких для Иркутской области, в районе пос. Култук (Слюдянский р-н) в 2000-х годах // Байкал. зоол. журн., 2011. - № 3(8). – С. 92-94.

135. Фефелов И.В., Альмухамедов А.А., Богданович В.А., Большаков А.С., Боровская М.К., Василькова С.В., Голубева А.В., Красильникова В.А., Михалева О.В., Попова Н.В., Степанов В.Н., Сухов И.С., Хасанов Г.С. Встречи редких птиц в Южном Предбайкалье в 2020 г. // Байкал. зоол. журн., 2020. - № 2(28). – С. 71-73.

136. Швецов Ю.Г., Швецова И.В. Птицы дельты Селенги // Изв. ИСХИ, 1967. – Вып. 25. – С.224-231.

137. Шкатулова А.П. Материалы по орнитофауне Бурятской АССР // Орнитология. – М.: Изд-во МГУ, 1979. – Вып. 14. – С. 97-107.

138. Bold A., Mainjargal G. Vagrants of Mongolia. Scientific proceedings of the Institute of Biology of the Mongolian Academy of Science, 2006. – Vol. 26. – P. 78-81.

139. Brazil M. Birds of East Asia: Eastern China, Taiwan, Korea, Japan and Eastern Russia. – London: Christopher Helm Press, 2009. – 528 c.

140. Colstom P.R. Occurrente of the Western Sandpiper Calidris mauri at lake Baikal U.S.S.R // Bul. Brit. Ornithol. Club, 1975. – Vol. 95, № 4. – P. 141—142.

141. Heyrovsky O., Mlikovsky J., Styblo P., Kontny T. Birds of the Svjatoj Nos wetlands, Lake Baikal // Ecology of the Svjatoj Nos wetlands: Results of the Svjatoj Nos 1991 expedition. – Praha, 1992. – P. 33-75.

142. Hu Weishu and Melville D.S. Seabirds of China and adjacent seas: status and conservation // Seabirds on islands: threats, casestudies and action plans. – Cambridge, UK: Birdlife International (Birdlife Conservation Series no 1), 1994. – P. 210-218.

143. MacKinnon J., Phillips K. and Fen-qi H. A fild Guide to the Birds of China. – Oxford: Oxford University Press, 2000. – 586 p.

144. Mel'nikov Yu.I. General approaches to the organization of bird counts in the late summer and migration periods in the water area of lake Baikal using motor boats and launches // Practice Oriented Science: UAE – RUSSIA – INDIA (Materials of International University Scientific Forum, October 12, 2022). – UAE: Infiniti Publ., 2022. – P. 84-94.

145. Mel'nikov Yu.I., Nikolaev Ya.V. Great Cormorant Phalacrocorax carbo in the waters and coastal zone of Lake Baikal: population density, abundance, distribution, and ecological characteristics // Scientific research of the SCO countries: synergy and integration: Proc. of the Internat. Conf. (October 22, 2025. Beijing, PRC). - Beijing: Sci. publ. house Infinity, 2025. – P. 201-210.

146. Mlikovsky Jiry. Waterbirds of lake Baikal, eastern Siberia, Russia // Forktail, 2009. – Vol. 25. – P. 13-70.

147. Scalon W.N., Sludsky A.A. Sur la faune des oiseaux du basin d'Angara // Le Gerfaut. Revue d'Ornithologie, 1933. – Fasc. 4. – P. 189-202

148. Sundev G., Leahy Ch. Birds of Mongolia. - Helm: Bloomsbury Publishing Plc., 2019. – 1314 p.

149. Taczanowski L. Faune Ornithologique de la Siberie Orientale // Mem. Acad. Sci. de St.-Petersb, 1891-1893, Vol. 39, ser. 7. - 1278 p

150. Tebb G., Ranner A. New and significant bird records from Buryatia, Russia // Forktail, 2002. – Vol. 18. – P. 101-105.

151. Xu Rigan. Fauna Inner Mongolia // Aves. Non-Passeriformes. – Hohhot: Inner Mongolia University Press, 2006. – Vol. 3. – 680 p.

DOI 10.34660/INF.2025.94.35.069

ДИНАМИКА АРТЕРИАЛЬНОГО ДАВЛЕНИЯ КРЫС ПОД ВЛИЯНИЕМ КУРСОВОГО ВВЕДЕНИЯ КООРДИНАЦИОННЫХ СОЕДИНЕНИЙ АЦЕТИЛСАЛИЦИЛОВОЙ КИСЛОТЫ В УСЛОВИЯХ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОГО СТРЕССА

Миронюк Ирина Сергеевна
кандидат биологических наук, доцент
Якушина Анна Витальевна
магистрант
Дорош Наталья Васильевна
магистрант
Институт биохимических технологий, экологии и фармации Крымского федерального университета имени В. И. Вернадского, Симферополь, Республика Крым, Россия

Аннотация. *Исследовано действие ацетилсалициловой кислоты и ее координационных соединений с металлами цинка (Zn^{2+}) и магния (Mg^{2+}) при многократном введении в дозе 10 мг/кг на показатели артериального давления в условиях экспериментального стресса. В ходе исследования выявлено влияние АСК и ее координационных соединений с металлами цинка (Zn^{2+}) и магния (Mg^{2+}) на системное АД экспериментальных животных в условиях хронического и острого стресса.*

Ключевые слова: *ацетилсалициловая кислота, координационные соединения ацетилсалициловой кислоты с металлами цинка и магния, артериальное давление, хронический стресс, гипокинезия, острый стресс.*

В современной литературе заметно растет интерес к изучению биологических и терапевтических эффектов салицилатов [1]. Ацетилсалициловая кислота (АСК) демонстрирует широкий спектр благоприятного воздействия на сердечно-сосудистую систему (ССС), что подтверждается многочисленными клиническими испытаниями: эффективность подтверждена в лечении и профилактике ишемической болезни сердца, инфаркта миокарда, инсульта, транзиторных ишемических атак и других сердечно-сосудистых заболеваний [2]. Синтез и биоскрининг новых координационных соединений АСК с металлами представляют собой перспективное направление исследований,

которое может решить ряд проблем, связанных с её применением. Основные цели таких исследований включают снижение побочных эффектов, преодоление резистентности к терапии и повышение терапевтического потенциала исходного соединения.

Актуальность углублённого изучения координационных соединений АСК на моделях хронического гипокинетического (ГК) и острого (ОС) стресса обусловлена клинической значимостью стрессовых состояний как факторов риска сердечно-сосудистых осложнений [2]. ГК и ОС провоцируют комплекс патофизиологических сдвигов в центральной гемодинамике, что делает их соответствующей моделью для биоскрининга координационных соединений АСК. На кафедре физиологии человека и животных и биофизики были проведены исследования АСК с металлами лития, калия, кальция и магния и показана их биологическая активность при одно- и многократном введении в дозах 5, 10, 20 мг/кг [3]. Поскольку в клинической практике АСК применяется для профилактики и лечения сердечно-сосудистых заболеваний, то целесообразно оценку вазотропных эффектов тестируемых салицилатов цинка и магния провести у крыс, находящихся в условиях гипокинезии (1-10 сутки) и острого стресса (11-е сутки).

Цель исследования – проанализировать динамику показателей артериального давления под влиянием курсового введения ацетилсалициловой кислоты и ее координационных соединений с металлами цинка и магния в дозе 10 мг/кг в условиях хронического гипокинетического и острого стресса.

Материалы и методы исследования. Экспериментальная часть исследования была выполнена на базе Центра коллективного пользования научным оборудованием «Экспериментальная физиология и биофизика» кафедры физиологии человека и животных и биофизики Института биохимических технологий, экологии и фармации ФГАОУ ВО «Крымский федеральный университет имени В.И. Вернадского».

Для эксперимента отобраны 50 здоровых половозрелых самцов лабораторных крыс массой 180 – 200 г. линии *Wistar*, характеризующиеся средней двигательной активностью и низкой эмоциональностью в тесте «Открытое поле», которые составляют большинство в популяции, поэтому у них развивается наиболее типичная реакция на действие факторов химической природы.

Синтез, исследование состава, строения и свойств координационных соединений салицилатов цинка ($АСZn^{2+}$) и магния ($АСMg^{2+}$) проводились на кафедре общей химии Крымского федерального университета им. В.И. Вернадского под руководством профессора Гусева А.Н. (химическая чистота составляла не менее 98,0%).

Для исследования животных после предварительного отбора разделили на 6 групп по 10 крыс в каждой: 1 группа – контрольная (К); 2 группа –

животные, которые находились в условиях 10-тидневного ограничения подвижности, гипокинезия (ГК); 3-5 группы – животные, которым производились внутрибрюшинные инъекции АСК, $ACZn^{2+}$ и $ACMg^{2+}$.

Следует отметить, что животные 2-5 групп подвергались последовательному действию ГК стресса (1-10 сутки) и ОС (11 сутки) эксперимента.

Гипокинетический стресс у крыс моделировали ограничением подвижности в пеналах из оргстекла (AE1001-R0, «Открытая Наука», Россия) на 10 суток (20 часов в день), с кормлением и уходом в оставшиеся 4 часа. Модель обеспечила одинаковую умеренную «жесткость» условий для всех животных, согласно литературным данным (Коваленко Е.А. и др., 1980). Острую стрессовую реакцию индуцировали в тесте Порсолта на 11-е сутки. Использовали три стеклянных цилиндра (d = 20 см, h = 45 см) с водой (температура 24 ± 1°С) до глубины 30 см. Внутрибрюшинные инъекции АСК и ее производных осуществляли ежедневно в течение 11 дней. Регистрация исследуемых показателей проводилась на 1, 5, 10, 11 сутки наблюдения через 20 минут после введения соединений, поскольку в этот период наблюдается максимальная их концентрация в крови. В ходе исследования у животных всех экспериментальных групп с помощью системы NIBP200A («Biopac Systems, Inc.», США) осуществляли неинвазивную регистрацию следующих показателей: систолическое артериальное давление (САД, мм рт. ст.); диастолическое артериальное давление (ДАД, мм рт. ст.) и рассчитывали пульсовое артериальное давление (ПАД, мм рт. ст.; разница показателей САД и ДАД). Для этого животные помещались в индивидуальный пенал и переносились в камеру Biopac с поддерживаемой постоянной температурой 33^0С для создания комфортных условий для животного (рисунок 1).

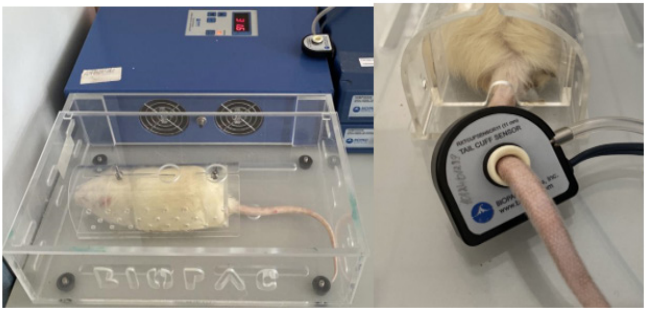

Рисунок 1. *Внешний вид блока подогрева и хвостовой манжеты системы неинвазивного измерения кровяного давления Biopac Systems, Inc. NIBP200A у мелких животных.*

Запись и обработка данных производилась на компьютере с помощью программы «AcqKnowledge 4.2 for MP150» (рисунок 2).



Рисунок 2. *Пример интерфейса регистрации показателей артериального давления с помощью программы «AcqKnowledge 4.2 for MP150» при действии $ACZn^{2+}$ при ГК в дозе 10 мг/кг.*
Примечание: X – момент регистрации систолического артериального давления.

Запись показателей АД проводилась в течение 5 минут от момента стабилизации сигналов от датчиков, которые накладывались на проксимальный конец хвоста крысы. Этого времени достаточно для 5-тикратного измерения АД.

Графическое оформление и статистическую обработку данных проводили с помощью программы Microsoft Excel и программного пакета Graph Pad Prism 10.0. Достоверность различий относительно контрольной группы определяли с помощью ANOVA с post-hoc тестом Тьюки для множественных сравнений.

Результаты исследования и их обсуждение. В ходе 11-дневного наблюдения за животными контрольной группы, получавших физиологический раствор, были получены следующие данные по показателям АД: САД от 113,30 до 111,60 мм рт. ст., ДАД от 72,83 до 73,25 мм рт. ст., ПАД от 40,47 до 38,35 мм рт. ст., что согласуется с результатами других экспериментальных исследований [3].

У крыс второй группы, находившихся в условиях 10-тидневной ГК выявлены статистически значимые изменения компонентов АД, а именно на протяжении всей ГК. В ходе исследования у крыс второй группы, подвергавшихся 10-дневной ГК, выявлены статистически значимые изменения в

динамике показателей артериального давления: на протяжении 1-10 суток устойчивое повышение САД в среднем на 14,39°% ($p<0,05$); на 10-е сутки исследования ПАД 49,35°% ($p<0,05$) относительно значений этих показателя в контрольной группе (рисунок 3). У животных второй группы, подвергавшихся последовательному воздействию 10-дневной гипокинетической нагрузки с последующим острым стрессом (ОС), спустя 1 час после моделирования ОС, зарегистрировано повышение компонентов АД, что выражалось в однонаправленном увеличении САД 24,46°% ($p<0,05$) и ДАД 29,18°% ($p<0,05$) относительно контроля (рисунок 3), что указывает на истощение адаптационных резервов после 10-дневного ГК и активацию компенсаторных механизмов, приводящих к гипертензивной реакции.

У животных третьей группы, получавших внутрибрюшинные инъекции АСК и находившихся в условиях ГК, наблюдались изменения показателей АД, при чем степень изменений зависела от продолжительности ГК. После 10-тикратного введения АСК отмечена тенденция к увеличению значений показателей артериального давления, однако статистически значимых различий с контролем не наблюдалось ($p\geq0,05$), кроме 5-х суток ГК, где отмечено снижение САД на 16,62°% ($p<0,05$) (рисунок 3).

В ходе исследования зарегистрированы и определенные отличия изменения показателей АД при введении крысам АСК и группы животных, находящихся в условиях ГК. Так, на протяжении 1-10 суток исследования введения АСК отмечено статистически значимое снижение значений САД в среднем на 20,79 % ($p<0,05$) и на 5-е сутки ДАД на 17,56 % ($p<0,05$) и на 5-10 е сутки ПАД в среднем 37,07 % ($p<0,05$) относительно таковых у животных второй группы при ГК стрессе (рисунок 3).

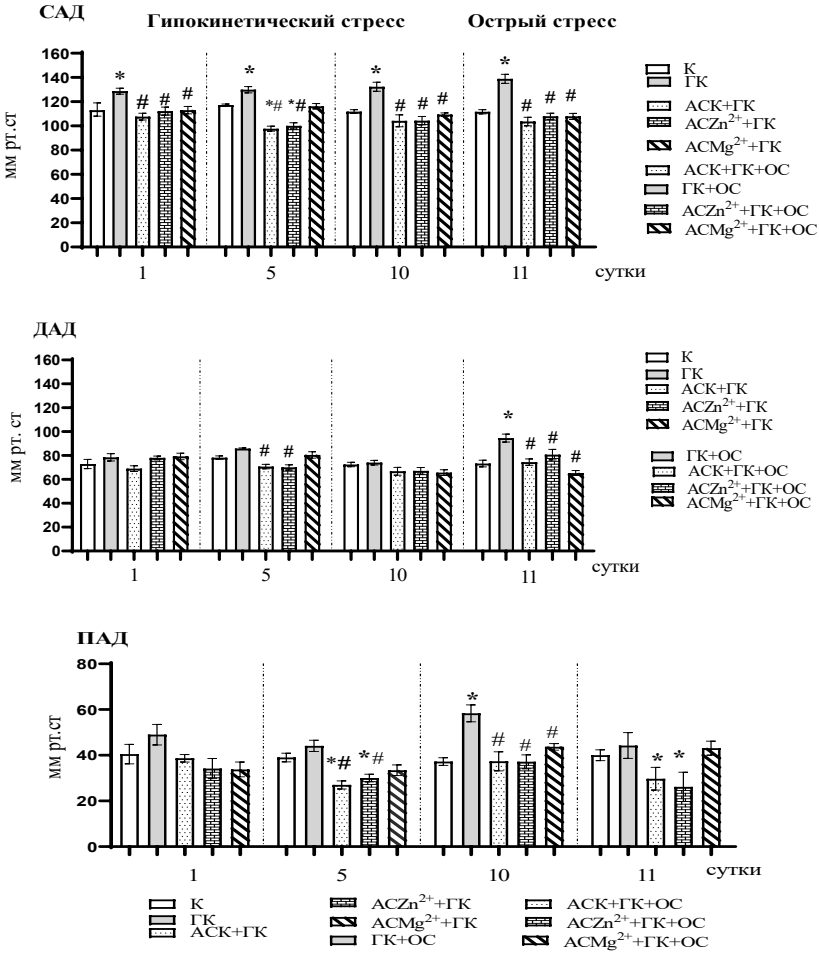

Рисунок 3. *Изменения систолического (САД), диастолического (ДАД) и пульсового (ПАД) артериального давления при введении ацетилсалициловой кислоты (АСК) и салицилатов цинка ($ACZn^{2+}$) и магния ($ACMg^{2+}$) в дозе 10 мг/кг в условиях гипокинетического (ГК, 1-10 сутки) и острого стресса (ОС, 11 сутки).*

*Примечание: * – уровень достоверности различий по post-hoc тесту Тьюки для множественных сравнений относительно значений показателей в контроле; # – уровень достоверности различий по post-hoc тесту Тьюки для множественных сравнений относительно значений показателей в группе ГК/*

На 11-е сутки исследования при введении АСК при ГК и ОС в отличие от животных с изолированным ГК у крыс отсутствовала гипертензивная реакция, наблюдалась устойчивая тенденция к снижению всех компонентов АД, сохранялась стабильность показателей на протяжении всего периода наблюдения (1–11 сутки).

Таким образом, выявленное снижение компонентов АД крыс указывает на способность АСК подавлять избыточную симпатическую активацию, характерную для ГК-стресса.

Аналогично действию АСК у крыс 4 группы при 10-тикратном введении координационного соединения АСК с цинком происходило достоверное однонаправленное снижение значений показателей АД (рисунок 3). На 11-е сутки исследования при введении $ACZn^{2+}$ при ГК и ОС отмечено статистически значимое снижение компонентов АД: САД на 22,31 % ($p<0,05$) ДАД на 14,70 % ($p<0,05$) ПАД на 38,58 % ($p<0,05$) по сравнению с группой животных, находящихся в условиях ГК (рисунок 3). Так, $ACZn^{2+}$ демонстрирует **гипотензивный эффект** при последовательном воздействии ГК и ОС, превосходя по выраженности изменений показатели АД, наблюдаемые при АСК. Снижение САД, ДАД и ПАД на 11-е сутки подтверждает: способность комплекса корректировать гемодинамические нарушения в условиях стресса; синергетическое действие цинка и АСК в регуляции сосудистого тонуса; потенциал $ACZn^{2+}$ для профилактики гипертензивных реакций при стрессорных нагрузках.

Аналогично действию $ACZn^{2+}$ у крыс 5 группы при 10-тикратном введении координационного соединения АСК с магнием происходило снижение значений показателей АД, однако более выраженное, чем при АСК. (рисунок 3). После 10-ти кратного введения животным $ACMg^{2+}$ было зарегистрировано статистически значимое повышение значений САД на 17,38% ($p<0,05$) и ПАД на 24,51% ($p<0,05$) соответственно относительно таковых у животных второй группы при ГК стрессе. На 11-е сутки исследования при введении $ACMg^{2+}$ при ГК и ОС отмечено статистически значимое снижение компонентов АД: САД на 22,31% ($p<0,05$) и ДАД на 30,96 % ($p<0,05$) относительно таковых во второй группы крыс, находившихся в условиях ГК (рисунок 3). Можно заключить, что $ACMg^{2+}$ представляет собой перспективный кандидат для коррекции АД в условиях комбинированного стресса благодаря комплексному механизму действия и выраженному гипотензивному эффекту.

Известно, что гипокинезия вызывает ряд негативных изменений в организме, включая нарушения в работе сердечно-сосудистой системы. В доступных источниках не обнаружено прямых данных о том, что гипокинезия у крыс непосредственно повышает АД. Гипокинезия создает условия и активирует гипоталамо-гипофизарно-надпочечниковую и симпатоадреналовую

системы, что приводит к повышению уровня катехоламинов в плазме, что потенциально повышает АД.

Полученные данные демонстрируют, что АСК сама по себе не оказывает существенного влияния на системное АД у интактных животных в условиях стрессового воздействия, тогда как её металлокомплексы (цинка и магния) способны модифицировать АД в зависимости от длительности и типа стрессового воздействия.

Необходимо отметить, что АСК у интактных животных как при хроническом (ГК), так и при остром стрессе не вызывает значимых изменений системного АД относительного таковых в контрольной группе животных, что возможно, связано с балансом между: вазодилатирующим эффектом (через подавление синтеза тромбоксана A_2) и отсутствием прямого влияния на центральные механизмы регуляции АД. Противоположное влияние на АД оказала АСК при ГК стрессе по сравнению с группой животных, находившихся в условиях ограничения двигательной активности.

Аналогично действию АСК у крыс 4-5 групп при 10-тикратном введении координационных соединений АСК с цинком и магнием происходило однонаправленное снижение значений показателей АД. Например, в работе Yanagisawa H. [4], установлено, что чрезмерное потребление цинка повышает системное АД у животных и предположительно связано с окислительным стрессом.

В некоторых исследованиях на животных роль цинка в развитии гипертонии неоднозначна: одни исследования указывают на повышение его уровня, а другие — на его снижение, вызывающее гипертонию. В исследовании Bastola, M.M. [5], было установлено, цинк может влиять на АД через модуляцию эндотелиальной функции и окислительных процессов. Цинк участвует в регуляции активности эндотелиальной NO-синтазы и может влиять на сосудистый тонус, что потенциально связано с реакцией на стресс.

В многочисленных исследованиях изучалась связь между Mg^{2+} и АД, и полученные данные свидетельствуют о том, что дефицит Mg^{2+} способствует развитию гипертонии, другие - нет [6, 7]. Известно, что Mg^{2+} модулирует активность периферической симпатической нервной системы, снижая кровяное давление. Магний известен своим анксиолитическим действием и способностью снижать чувствительность к стрессу.

Таким образом, на основании полученных данных можно заключить, что 10-тидневное воздействие ГК стресса приводит к истощению адаптационного резерва и снижению адаптационного потенциала организма крыс. Выявленное снижение компонентов АД крыс указывает на способность АСК и ее $ACZn^{2+}$ и $ACMg^{2+}$ подавлять избыточную симпатическую активацию, характерную для ГК-стресса.

При действии АСК и ее координационных соединений с металлами цинка и магния направленность изменений показателей АД крыс зависит от типа и длительности стрессорного воздействия: при остром стрессе (11-е сутки) выраженное снижение компонентов АД относительно второй группы животных, находящихся в условиях 10-тидневной гипокинезии. $АСZn^{2+}$ и $АСMg^{2+}$ демонстрирует гипотензивный эффект при последовательном воздействии ГК и ОС, превосходя по выраженности изменений показатели АД, наблюдаемые при АСК, что, по-видимому, подтверждает способность комплексов АСК корректировать гемодинамические нарушения в условиях стресса, а также потенциал $АСZn^{2+}$ и $АСMg^{2+}$ для профилактики гипертензивных реакций при стрессорных нагрузках.

Библиография

1. Чуян Е.Н. Физиологические механизмы действия салицилатов на сердечно-сосудистую систему / Е.Н. Чуян, И.С. Миронюк, И.В. Черетаев, М.Ю. Раваева, Т.В. Гришина // Российский физиологический журнал им. И.М. Сеченова. 2021. Т. 107, № 3. С. 288–311.

2. Wu R. Antioxidative properties of acetylsalicylic acid on vascular tissues from normotensive and spontaneously hypertensive rats / R. Wu, D. Lamontagne, J. de Champlain // Circulation. – 2002. – Vol. 105, № 3. – P. 387-392.

3. Чуян Е. Н. Показатели кардиореспираторной системы крыс при действии ацетилсалициловой кислоты и ее комплексных соединений с металлами / Е. Н. Чуян, И. С. Миронюк, М. Ю. Раваева, И. В. Черетаев, Т. В. Гришина // Ученые записки Крымского федерального университета имени В. И. Вернадского Биология. Химия. – 2020. – Т. 72, № 2. – С. 267–280.

4. Yanagisawa H. Excessive zinc intake elevates systemic blood pressure levels in normotensive rats--potential role of superoxide-induced oxidative stress / H. Yanagisawa, M. Sato, M. Nodera, O. Wada // J Hypertens. – 2004. – Vol. 22(3) – P. 543–50.

5. Bastola, M.M. Selenium, copper, zinc and hypertension: an analysis of the National Health and Nutrition Examination Survey (2011–2016). / M.M. Bastola, C. Locatis, R. Maisiak. Cardiovasc Disord. – 2020. Vol. 20 – P.45-54 https://doi.org/10.1186/s12872-020-01355-x

6. Sartori S.B. Magnesium deficiency induces anxiety and HPA axis dysregulation: modulation by therapeutic drug treatment / S.B.Sartori, N. Whittle, A. Hetzenauer Neuropharmacology. – 2012;62(1):304-312. doi:10.1016/j. neuropharm.2011.07.027.

7. Майлян Д. Э. Роль дефицита магния в патогенезе сердечно-сосудистых заболеваний: современное состояние проблемы / Д. Э. Майлян,

В.В. Коломиец // Российский кардиологический журнал. – 2017. –Т. 6 (146). –С. 167–172. http://dx.doi.org/10.15829/1560-4071-2017-6-167-172

Исследование выполнено при финансовой поддержке Гранта Государственного совета РК молодым ученым Республики Крым имени Н.Я. Данилевского (от 22.01.2025 №п95-3/25).

Научное издание

Высшая школа: научные исследования

Материалы Межвузовского международного конгресса
(г. Москва, Конгресс 13 ноября 2025 г.)

Редактор А.А. Силиверстова
Корректор А.И. Николаева

Подписано в печать 13.11.2025 г. Формат 60x84/16.
Усл. печ.л. 35,8. Тираж 500 экз.

Отпечатано в редакционно-издательском центре
издательства Инфинити