

ISSN 2072-0297

МОЛОДОЙ УЧЁНЫЙ

МЕЖДУНАРОДНЫЙ НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ



47
ЧАСТЬ I
2025

Молодой ученый

Международный научный журнал

№ 47 (598) / 2025

Издается с декабря 2008 г.

Выходит еженедельно

Главный редактор: Ахметов Ильдар Геннадьевич, кандидат технических наук

Редакционная коллегия:

Жураев Хуснурин Олтинбоевич, доктор педагогических наук (Узбекистан)

Иванова Юлия Валентиновна, доктор философских наук

Каленский Александр Васильевич, доктор физико-математических наук

Кошербаева Айгерим Нуралиевна, доктор педагогических наук, профессор (Казахстан)

Куташов Вячеслав Анатольевич, доктор медицинских наук

Лактионов Константин Станиславович, доктор биологических наук

Сараева Надежда Михайловна, доктор психологических наук

Абдрасилов Турганбай Курманбаевич, доктор философии (PhD) по философским наукам (Казахстан)

Авдеюк Оксана Алексеевна, кандидат технических наук

Айдаров Оразхан Турсункожаевич, кандидат географических наук (Казахстан)

Алиева Таира Ибрагим кызы, кандидат химических наук (Азербайджан)

Ахметова Валерия Валерьевна, кандидат медицинских наук

Бердиев Эргаш Абдуллаевич, кандидат медицинских наук (Узбекистан)

Брезгин Вячеслав Сергеевич, кандидат экономических наук

Данилов Олег Евгеньевич, кандидат педагогических наук

Дёмин Александр Викторович, кандидат биологических наук

Дядюн Кристина Владимировна, кандидат юридических наук

Желнова Кристина Владимировна, кандидат экономических наук

Жуйкова Тамара Павловна, кандидат педагогических наук

Игнатова Мария Александровна, кандидат искусствоведения

Искаков Руслан Марагбекович, кандидат технических наук (Казахстан)

Калдыбай Кайнар Калдыбайулы, доктор философии (PhD) по философским наукам (Казахстан)

Кенесов Асхат Алмасович, кандидат политических наук

Коварда Владимир Васильевич, кандидат физико-математических наук

Комогорцев Максим Геннадьевич, кандидат технических наук

Котляров Алексей Васильевич, кандидат геолого-минералогических наук

Кузьмина Виолетта Михайловна, кандидат исторических наук, кандидат психологических наук

Курпаяниди Константин Иванович, доктор философии (PhD) по экономическим наукам (Узбекистан)

Кучерявенко Светлана Алексеевна, кандидат экономических наук

Лескова Екатерина Викторовна, кандидат физико-математических наук

Макеева Ирина Александровна, кандидат педагогических наук

Матвиенко Евгений Владимирович, кандидат биологических наук

Матроскина Татьяна Викторовна, кандидат экономических наук

Матусевич Марина Степановна, кандидат педагогических наук

Мусаева Ума Алиевна, кандидат технических наук

Насимов Мурат Орленбаевич, кандидат политических наук (Казахстан)

Паридинова Ботагоз Жаппаровна, магистр философии (Казахстан)

Прончев Геннадий Борисович, кандидат физико-математических наук

Рахмонов Азизхон Боситхонович, доктор педагогических наук (Узбекистан)

Семахин Андрей Михайлович, кандидат технических наук

Сенцов Аркадий Эдуардович, кандидат политических наук

Сенюшкин Николай Сергеевич, кандидат технических наук

Султанова Дилшода Намозовна, доктор архитектурных наук (Узбекистан)

Титова Елена Ивановна, кандидат педагогических наук

Ткаченко Ирина Георгиевна, кандидат филологических наук

Федорова Мария Сергеевна, кандидат архитектуры

Фозилов Садриддин Файзуллаевич, кандидат химических наук (Узбекистан)

Яхина Асия Сергеевна, кандидат технических наук

Ячинова Светлана Николаевна, кандидат педагогических наук

Международный редакционный совет:

Айрян Заруи Геворковна, кандидат филологических наук, доцент (Армения)
Арошидзе Паата Леонидович, доктор экономических наук, ассоциированный профессор (Грузия)
Атаев Загир Вагитович, кандидат географических наук, профессор (Россия)
Ахмеденов Кажмурат Максутович, кандидат географических наук, ассоциированный профессор (Казахстан)
Бидова Бэла Бертовна, доктор юридических наук, доцент (Россия)
Борисов Вячеслав Викторович, доктор педагогических наук, профессор (Украина)
Буриев Хасан Чутбаевич, доктор биологических наук, профессор (Узбекистан)
Велковска Гена Цветкова, доктор экономических наук, доцент (Болгария)
Гайич Тамара, доктор экономических наук (Сербия)
Данатаров Агахан, кандидат технических наук (Туркменистан)
Данилов Александр Максимович, доктор технических наук, профессор (Россия)
Демидов Алексей Александрович, доктор медицинских наук, профессор (Россия)
Досманбетов Динар Бакбергенович, доктор философии (PhD), проректор по развитию и экономическим вопросам (Казахстан)
Ешиев Абдыракман Молдоалиевич, доктор медицинских наук, доцент, зав. отделением (Кыргызстан)
Жолдошев Сапарбай Тезекбаевич, доктор медицинских наук, профессор (Кыргызстан)
Игисинов Нурбек Сагинбекович, доктор медицинских наук, профессор (Казахстан)
Кадыров Кутлуг-Бек Бекмурадович, доктор педагогических наук, и.о. профессора, декан (Узбекистан)
Каленский Александр Васильевич, доктор физико-математических наук, профессор (Россия)
Козырева Ольга Анатольевна, кандидат педагогических наук, доцент (Россия)
Колпак Евгений Петрович, доктор физико-математических наук, профессор (Россия)
Кошербаева Айгерим Нуралиевна, доктор педагогических наук, профессор (Казахстан)
Курпаяниди Константин Иванович, доктор философии (PhD) по экономическим наукам (Узбекистан)
Куташов Вячеслав Анатольевич, доктор медицинских наук, профессор (Россия)
Кыят Эмине Лейла, доктор экономических наук (Турция)
Лю Цзюоань, доктор филологических наук, профессор (Китай)
Малес Людмила Владимировна, доктор социологических наук, доцент (Украина)
Нагервадзе Марина Алиевна, доктор биологических наук, профессор (Грузия)
Нурмамедли Фазиль Алигусейн оглы, кандидат геолого-минералогических наук (Азербайджан)
Прокопьев Николай Яковлевич, доктор медицинских наук, профессор (Россия)
Прокофьева Марина Анатольевна, кандидат педагогических наук, доцент (Казахстан)
Рахматуллин Рафаэль Юсупович, доктор философских наук, профессор (Россия)
Ребезов Максим Борисович, доктор сельскохозяйственных наук, профессор (Россия)
Сорока Юлия Георгиевна, доктор социологических наук, доцент (Украина)
Султанова Диляшода Намозовна, доктор архитектурных наук (Узбекистан)
Узаков Гулом Норбоевич, доктор технических наук, доцент (Узбекистан)
Федорова Мария Сергеевна, кандидат архитектуры (Россия)
Хоналиев Назарали Хоналиевич, доктор экономических наук, старший научный сотрудник (Таджикистан)
Хоссейни Амир, доктор филологических наук (Иран)
Шарипов Аскар Калиевич, доктор экономических наук, доцент (Казахстан)
Шуклина Зинаида Николаевна, доктор экономических наук (Россия)

На обложке изображен *Джеффри Хинтон* (1947), британский и канадский ученый.

Джеффри Хинтон родился в Лондоне (Великобритания). Он вырос в семье, где наука занимала центральное место — его отец был инженером, а дед, Джордж Буль, был математиком, известным своими работами, которые заложили основы для цифровой логики в компьютерах. Это окружение, несомненно, повлияло на его интерес к научным исследованиям и математике.

Хинтон начал свое образование в Великобритании, где он изучал экспериментальную психологию в Кембриджском университете. В 1970 году он получил степень бакалавра в Эдинбургском университете, где углубил свои знания в области искусственного интеллекта и психологии.

Он продолжил свою учебу в США, в Университете Калифорнии в Сан-Диего и получил докторскую степень за исследования искусственного интеллекта и когнитивной психологии. Во время своей работы в аспирантуре Хинтон сосредоточился на моделировании восприятия и памяти, что в дальнейшем сыграло ключевую роль в его исследованиях машинного обучения и нейронных сетей. Он также продолжил работу в академической сфере, преподавая в различных университетах, включая Карнеги-Меллон и Торонтский университет. С 2013 по 2023 год Джеффри Хинтон являлся сотрудником компании Google.

Хинтон сделал революционный вклад в развитие алгоритма обратного распространения ошибок. Этот метод позволил ученым эффективно обучать глубокие нейронные сети, что было критически важно для прогресса в области машинного обучения. Благодаря этому открытию стало возможным обучение сетей выполнению сложных задач, таких как распознавание речи и обработка изображений.

Ранние исследования Хинтона в области когнитивной психологии и искусственного интеллекта заложили ос-

нову для его более поздних теорий и алгоритмов в области глубокого машинного обучения. Он экспериментировал с различными моделями нейронных сетей, пытаясь имитировать процессы человеческого мозга. Эти эксперименты были критически важны для понимания того, как можно обучать компьютерные системы распознавать образы, обрабатывать речь и выполнять другие сложные задачи.

Исследования Джеффри Хинтона в области обратного распространения ошибок и глубоких нейронных сетей стали основополагающими для последующих прорывов в разработке искусственного интеллекта.

В 2012 году команда, в которой работал Хинтон, представила нейронную сеть под названием AlexNet. Эта сеть выиграла соревнование по компьютерному зрению ImageNet, значительно опередив конкурентов. AlexNet продемонстрировала потенциал глубоких нейронных сетей в области обработки изображений и стала вехой в истории развития ИИ.

В 2018 году Джеффри Хинтон стал одним из трех лауреатов премии Тьюринга. Среди прочих его наград — Королевская медаль от Королевского общества, Канадская золотая медаль Герхарда Херцберга Канадского совета по исследованиям в области естественных и инженерных наук, а также Нобелевская премия по физике за 2024 год. Хинтон был избран членом Американской академии искусств и наук. Ученый удостоен нескольких почетных степеней от ведущих университетов мира за его вклад в область искусственного интеллекта и компьютерных наук.

В 2024 году Хинтон снялся (без указания в титрах) в роли самого себя в научно-фантастическом боевике-технотриллере «Атлас».

Информацию собрала ответственный редактор
Екатерина Осянина

СОДЕРЖАНИЕ

ФИЗИКА

- Джураева Д. Ф., Таджибаев А. Р., Юн Д. Д.**
Физика зрения и защита сетчатки глаза
после применения атропина 1

ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

- Засухин Д. Д.**
Алгоритмы управления и навигации для
мобильных роботов: современное состояние
и перспективы 4
- Федоров В. О., Евтеев Д. В., Жидко Е. А.**
Сравнительный анализ языков
программирования 6

ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

- Ал-Замили С. А.**
Особенности эксплуатации скважин,
оборудованных установкой
электроприводного центробежного насоса,
на примере Приобского месторождения 10
- Зыков Е. С.**
Особенности проектирования
асфальтобетонных покрытий лесных
лесовозных дорог на территории Северного
и Приполярного Урала 13
- Кадников И. В., Попов П. А.**
Теоретические основы планирования
движения автомобильного транспорта 15
- Мухаматханова С. В.**
Автоматизация водоучета как элемент
реализации концепции умного города 17

АРХИТЕКТУРА, ДИЗАЙН И СТРОИТЕЛЬСТВО

- Василец Д. Ф.**
Современные организационно-
технологические подходы к строительству
подземных сооружений и метрополитенов 20
- Сатмухамбетов Е. Б.**
Методы строительства автомобильных дорог
в зоне распространения многолетнемерзлых
грунтов 22

БИОЛОГИЯ

- Лысенко Т. Г., Валов Г. Г.**
Наложение звука ацтекского «свистка
смерти» на запись крика дельфина 25
- Райимкулова К. А.**
Как микробы выживают
в экстремальных условиях: жизнь в космосе
и глубинах океана 27

МЕДИЦИНА

- Абдигапар З. Б., Дулат З. К., Мусанова А. М.,
Нурлан А. Н., Сарманова А. М., Серикбай Д. С.,
Тынысбекова А. Б.**
Оценка уровня мертворождений у детей
в возрасте до одного года и анализ причин
их возникновения 30
- Алекбар А., Жумабай М., Рахмаулла А.,
Сапарали А., Таймас А., Шамши Г., Сенбек С.**
Влияние энергетических напитков
на метаболизм и здоровье
молодого поколения 42

- Бедокурова К. В.**
Медико-генетическое консультирование
как метод профилактики наследственных
заболеваний 47

- Сухнат А. Е.**
Современные возможности диагностики
меланомы кожи с помощью искусственного
интеллекта 49

- Улмасов Т. Ш.**
Использование нанотехнологий
в микробиологии и инфекционном контроле 52

- Чаус М.**
Тиреогастральный синдром: новое
понимание и практическое значение 54

- Шевелева К. А.**
Эпонимы в медицинской терминологии 57

ЭКОЛОГИЯ

- Стрельникова А. В.**
Концепции формирования глобального
потепления и роль человека в изменении
климата 60

ФИЗИКА

Физика зрения и защита сетчатки глаза после применения атропина

Джураева Дилдора Фарходовна, студент;
Таджибаев Акбар Рустамхужаевич, студент;
Юн Дэвид Дмитриевич, студент

Академический лицей Филиала Российского государственного университета нефти и газа (Национального исследовательского университета) имени И. М. Губкина» в г. Ташкенте (Узбекистан)

В статье представлено исследование физических принципов работы глаза как оптической системы и анализ последствий расширения зрачка после применения атропина. Рассмотрены риски фотоповреждения сетчатки при воздействии яркого света и предложен инновационный метод защиты глаза — использование самозатемняющихся офтальмологических капель.

Ключевые слова: физика зрения, атропин, сетчатка, линза, зрачок, свет, ожог, защита глаза.

The physics of vision and protection of the retina after the use of atropin

Juraeva Dildora Farhodovna, student;
Tadzhibayev Akbar Rustamhujaevich, student;
Yun David Dmitriyevich, student

Academic Lyceum of the Branch of the Russian State University of Oil and Gas (National Research University) named after I. M. Gubkin in Tashkent (Uzbekistan)

The article presents a study of the physical principles of the eye as an optical system and an analysis of the consequences of pupil dilation after the use of atropine. The risks of photodamage to the retina when exposed to bright light are considered, and an innovative method of eye protection is proposed — the use of self-darkening ophthalmic drops.

Keywords: physics of vision, atropine, retina, lens, pupcil, light, burn, eye protection.

Введение

Зрение человека основано на физических процессах преломления света и формирования изображения на сетчатке нашего глаза. Глаз представляет собой достаточно сложную конструкцию оптической системы, которая состоит из роговицы, хрусталика и сетчатки. [1]

В офтальмологической практике для диагностики зрения часто использую **атропин**, который временно расширяет зрачок. Это облегчает осмотр глазного дна, но делает глаза пациента очень чувствительными к яркому свету. После выхода из кабинета офтальмолога расширенный зрачок пропускает значительно больше света чем обычно, что может привести к времененным нарушениям зрения и даже фото повреждению сетчатки. [2]

В статье рассматриваются физические аспекты формирования изображения в глазах и риски, связанные с расширением зрачка. Предложено инновационное решение

для защиты сетчатки — самозатемняющиеся офтальмологические капли, которые временно уменьшают светопропускание глаза после процедуры.

Физика зрения и формирования изображения

Зрение человека представляет собой сложный физиолого-оптический процесс, основанный на восприятии и анализе световых сигналов, отраженных от окружающих объектов. Отраженный свет поступает в глаз через роговицу, выполняющую роль первичной преломляющей поверхности. Далее лучи проходят через хрусталик, который дополнительно изменяет направление светового потока и формирует на сетчатке действительное изображение предмета. Именно на сетчатке происходит преобразование световой энергии в нервные импульсы, передающиеся в зрительные центры головного мозга, где и возникает зрительное восприятие.

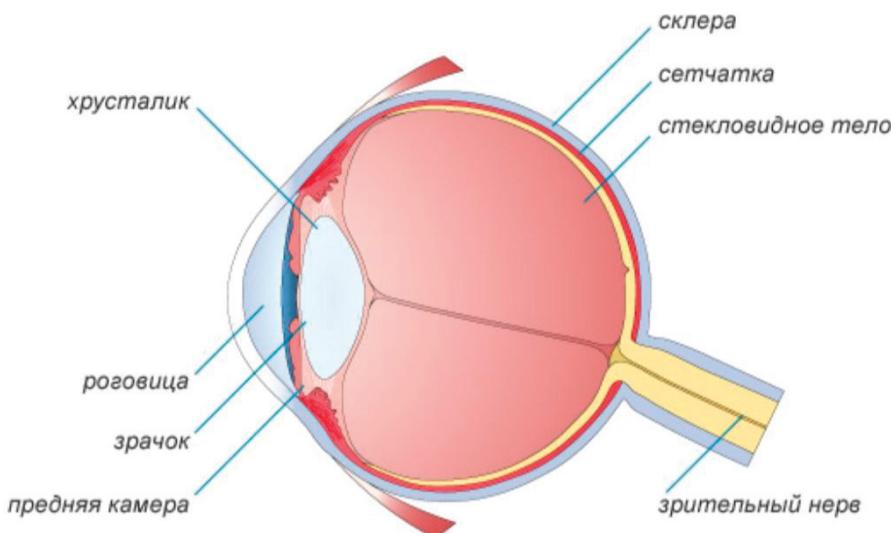


Рис. 1. Строение глаза

Чёткость получаемого изображения напрямую зависит от способности глаза изменять кривизну хрусталика — процесса, называемого аккомодацией [3]. Аккомодация осуществляется за счёт работы ресничной мышцы, регулирующей натяжение связок,держивающих хрусталик. При рассмотрении удалённых объектов мышца расслабляется, натяжение связок увеличивается, и хрусталик становится более плоским, что снижает его оптическую силу. На-против, при фокусировке на близко расположенные предметы ресничная мышца сокращается, натяжение связок ослабевает, и кривизна хрусталика увеличивается, обеспечивая точную фокусировку изображения на сетчатке.

Не менее значимым элементом зрительного процесса является регуляция количества света, поступающего в глаз. Данная функция выполняется зрачком, который действует как естественная диафрагма оптической системы глаза. При ярком освещении зрачок сужается, ограничивая поток света и предотвращая ослепление, а в условиях слабого освещения, наоборот, расширяется, пропуская большее количество световых лучей [4].

Размер зрачка регулируется радужной оболочкой, в структуре которой расположены две группы мышц: сфинктер зрачка (сокращающий зрачок) и дилататор (расширяющий его). Эти мышцы автоматически реагируют на изменения уровня освещённости, обеспечивая оптимальное количество света, попадающего на сетчатку. Такая адаптивная реакция защищает чувствительные фоторецепторы сетчатки от избыточного светового воздействия и поддерживает стабильную чёткость зрения в различных условиях освещения.

Нарушение механизма нашего глаза при использовании атропина

Атропин относится к группе парасимпатолитиков и временно блокирует действие ацетилхонина — вещества, отвечающего за сокращение цилиарной мышцы

и мышцы, сужающей зрачок [5]. При попадании атропина в глаз возникает паралич аккомодации и мидриаз [6] — устойчивое расширение зрачка, которое может держаться от нескольких часов до нескольких суток.

С точки зрения физики, действие атропина изменяет оптические характеристики нашего глаза. Обычно диаметр зрачка от 2 до 8 мм, но после закапывания атропина он может оставаться почти на максимальном уровне. Увеличение диаметра зрачка в два раза приводит к повышению пропускной способности света в четыре раза, что приводит к избыточному световому потоку, что является опасным для фоторецепторов. Кроме того, под действием атропина глаз теряет способность подстраиваться к изменению освещения. Когда человек выходит из темного помещения на яркий свет, зрачок мгновенно не сможет сужаться, что вызывает временную потерю зрения и дискомфорт. Некоторые испытывают ощущение размытости, повышенное слезотечение и даже головную боль из-за напряжения глаза.

В некоторых медицинских ситуациях офтальмологи намеренно нарушают способность глаз к саморегуляции. Для обследования глазного дна и диагностики заболеваний применяется атропин, который вызывает мидриаз (расширение зрачка) и временно блокирует аккомодацию. Это необходимо для того, чтобы врач мог тщательно изучить внутренние структуры глаза и оценить состояние сетчатки, но у этой процедуры есть свои недостатки.

В результате действия атропина зрачок остается полностью расширенным, что лишает глаз возможности сужиться при ярком свете. Это приводит к повышенной чувствительности к свету, так как световой поток усиливается. Если после обследования пациент выходит на улицу, то солнечные лучи легко проникают к сетчатке, которая не успевает адаптироваться. Это может вызвать временное ослепление, слезотечение и риск фотохимического ожога фоторецепторов [7].

Это особенно опасно для детей и подростков, ибо у них ткани глаза более тонкие и чувствительные к излучению. Поэтому врачи рекомендуют избегать попадания прямых солнечных лучей и носить темные очки после применения атропина. Однако такой способ защиты не всегда уместен и удобен и также не гарантирует полной безопасности, особенно в условиях отраженного или рассеянного света. С медицинской точки зрения, такое состояние редко приводит к необратимым последствиям, но при регулярных осмотрах или повышенной чувствительности глаза оно может постепенно начать ухудшать восприятия света. Поэтому важно обеспечить дополнительную защиту глаз после применения атропина, особенно в условиях яркого света.

Поиск нового решения проблемы

Современные методы офтальмологии пока не обеспечивают надежную защиту глаз после использования атропина. Чаще всего пациентам советуют носить солнцезащитные очки или ограничивать время на улице до восстановления нормальной реакции зрачка. Однако такие меры не всегда эффективны, поскольку отраженный свет, ультрафиолетовые лучи и непредсказуемые изменения освещения продолжают воздействовать на сетчатку, даже при ношении очков.

Для решения этой проблемы необходимо разработать более эффективные и современные способы защиты. В данной работе предлагается рассмотреть три потенциальных направления для инноваций:

1. Самозатемняющиеся офтальмологические капли

Это ключевая идея, предложенная в ходе исследования. Такие капли могут включать фотополимерные материалы или наночастицы [8], которые изменяют свою прозрачность в зависимости от уровня света. При ярком солнечном свете молекулы вещества переориентируются, уменьшая пропускание коротковолнового света (в основном синего и ультрафиолетового), а в помещениях они снова становятся прозрачными. Эта технология уже применяется в фотохромных линзах, однако использование её в жидкой форме является инновационным подходом, который позволяет создать временный «умный

фильтр» непосредственно на роговице без дискомфорта для пациента.

2. Контактные линзы с временным фоточувствительным фильтром

В качестве альтернативы могут быть использованы одноразовые контактные линзы с фотохромным пигментом [9]. После процедуры офтальмолог может надеть на пациента такие линзы, которые активируются под ярким светом и уменьшают его интенсивность до безопасного уровня в течение нескольких часов. Спустя 5–6 часов пигмент теряет активность, и линза становится полностью прозрачной. К преимуществам этого метода относятся высокая оптическая точность и отсутствие необходимости в дополнительных каплях. Кроме того, линза обеспечивает физическую защиту роговицы от механических повреждений и воздействия ветра.

3. Комбинированные капли «атропин + защитный компонент»

Одно из многообещающих направлений — создание препарата, который одновременно расширяет зрачок и защищает сетчатку. В такие капли можно добавить антиоксиданты, такие как лютеин, астаксантин или витамин Е, которые помогают нейтрализовать активные формы кислорода, возникающие в глазных тканях при ярком свете [10]. Этот подход не только обеспечивает защиту от фотоповреждений, но и ускоряет восстановление зрения после процедуры.

Вывод

В статье анализируется процесс формирования изображения глазом и влияние атропина на зрение. Установлено, что расширение зрачка увеличивает вероятность повреждения сетчатки из-за света. Предложены потенциальные решения — капли, способные к самозатемнению, фотохромные линзы и антиоксидантные препараты. Эти подходы нацелены на снижение негативного влияния света и повышение безопасности офтальмологических процедур.

Выражаем благодарность нашему научному руководителю Абдухаликовой Н. Р. за труд, и помочь в редактировании статьи и предложенные идеи.

Литература:

1. Физика в офтальмологических исследованиях // cyberleninka. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/fizika-v-ofthalmologicheskikh-issledovaniyah/viewer>
2. Влияние света на состояние сетчатки и здоровья в целом: миф или реальность? // cyberleninka. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/vliyanie-sveta-na-sostoyanie-setchatki-i-zdorovie-v-tselom-mif-ili-realnost/viewer>
3. Влияние ультрафиолетового света на глаза. URL: <https://www.makaroff.store/blogs/blog/vliyanie-ultrafioletovogo-sveta-na-glaza>

ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Алгоритмы управления и навигации для мобильных роботов: современное состояние и перспективы

Засухин Даниил Дмитриевич, студент

Научный руководитель: Ахметшина Элеонора Газинуровна, кандидат технических наук, доцент
Поволжский государственный университет телекоммуникаций и информатики (г. Самара)

В статье проводится комплексный анализ современных алгоритмов управления и навигации для мобильных роботов. Рассматриваются теоретические основы и практические аспекты реализации систем автономного перемещения, особое внимание уделяется проблемам интеграции сенсорных данных и оптимизации вычислительных процессов. Исследуются перспективные направления развития алгоритмов управления с учетом современных тенденций в области искусственного интеллекта и машинного обучения.

Ключевые слова: мобильные роботы, алгоритмы управления, автономная навигация, SLAM, планирование траектории, микроконтроллеры, сенсорная интеграция.

Введение

Современная робототехника переживает этап активного развития, обусловленный растущими потребностями в автоматизации различных отраслей промышленности и сферы услуг. Мобильные роботы находят применение в логистике, складском хозяйстве, сельском хозяйстве, обслуживании инфраструктуры и многих других областях. Эффективность их работы напрямую зависит от качества алгоритмов управления и навигации, которые позволяют роботам автономно ориентироваться в пространстве и выполнять поставленные задачи.

Актуальность разработки совершенных алгоритмов управления связана с необходимостью обеспечения надежной работы роботов в условиях неопределенности и динамически изменяющейся окружающей среды. Традиционные подходы к управлению часто оказываются недостаточно эффективными из-за необходимости учитывать множество факторов одновременно: неточность сенсорных измерений, изменение условий внешней среды, ограниченность вычислительных ресурсов.

Особую значимость приобретают вопросы практической реализации алгоритмов управления на доступных микроконтроллерных платформах, что требует разработки оптимизированных решений, способных работать в реальном времени при ограниченных вычислительных мощностях.

Основные подходы к навигации мобильных роботов

Навигация мобильных роботов представляет собой сложную задачу, требующую интеграции данных от различных сенсоров и применения сложных алгоритмов обра-

ботки информации. Основным подходом к решению этой задачи является использование методов одновременной локализации и построения карты (SLAM). Эти методы позволяют роботу создавать карту неизвестной среды и одновременно определять свое положение на этой карте.

Современные реализации SLAM эффективно работают даже на относительно простых микроконтроллерах, что делает их доступными для широкого круга применений. Важным аспектом является выбор подходящего типа сенсоров — лазерные дальномеры (лидары), камеры, ультразвуковые и инфракрасные датчики, каждый из которых имеет свои преимущества и ограничения.

Для фильтрации шумов и повышения точности измерений применяются алгоритмы фильтрации Калмана и его модификации. Эти методы позволяют эффективно комбинировать данные от разных датчиков и получать более точную оценку положения робота. В последние годы также получают распространение методы на основе машинного обучения, которые способны адаптироваться к особенностям конкретной среды и оборудования.

Алгоритмы планирования траектории

Планирование траектории движения является критически важным компонентом системы управления мобильным роботом. Этот процесс включает в себя определение оптимального пути от начальной точки к целевой с учетом различных ограничений и препятствий. Современные алгоритмы планирования траектории можно условно разделить на глобальные и локальные.

Глобальные алгоритмы работают с полной информацией о среде и предназначены для построения оптималь-

ного маршрута на всей области движения. Они обычно используют методы поиска пути на графах, такие как алгоритм A* и его модификации. Эти алгоритмы обеспечивают нахождение оптимального пути, но требуют наличия точной карты среды и могут быть дороги в вычислении.

Локальные алгоритмы планирования ориентированы на обход препятствий в реальном времени на основе данных с локальных сенсоров. К ним относятся методы потенциальных полей, векторных полей гистограмм и другие реактивные подходы. Эти алгоритмы отличаются высоким быстродействием, но могут приводить к попаданию в локальные минимумы и не гарантируют нахождение глобально оптимального пути.

Перспективным направлением является разработка гибридных подходов, сочетающих преимущества глобального и локального планирования. Такие системы используют глобальный план как основу, корректируя его в реальном времени с учетом локальных препятствий и изменений среды.

Практические аспекты реализации

Одной из основных проблем при реализации алгоритмов управления является ограниченность вычислительных ресурсов микроконтроллеров. Для решения этой проблемы применяются различные оптимизации: использование чисел с фиксированной точкой вместо арифметики чисел с плавающей точкой, предварительные вычисления часто используемых значений, аппаратное ускорение критичных операций.

Важным аспектом является интеграция данных от различных сенсоров. Современные мобильные роботы обычно используют комбинацию ультразвуковых датчиков, лидаров, камер и инерциальных измерительных систем. Каждый тип датчика имеет свои преимущества и недостатки, поэтому их грамотное сочетание позволяет компенсировать индивидуальные ограничения.

Особого внимания заслуживает вопрос калибровки сенсорных систем. Неправильная калибровка может существенно снизить точность навигации и привести к некорректной работе алгоритмов управления. Разработка эффективных методов автоматической калибровки представляет собой важную задачу для практического внедрения робототехнических систем.

Пример практической реализации

Рассмотрим пример системы навигации для складского робота-погрузчика. Робот оснащается лидаром для построения карты помещения, энкодерами на колесах для одометрии, и IMU-сенсором для определения ориентации. Алгоритм управления реализован на базе STM32 микроконтроллера и включает три основных компонента.

Модуль обработки сенсорных данных отвечает за фильтрацию и объединение информации от всех датчиков. Этот модуль использует расширенный фильтр

Калмана для оценки текущего положения робота и устранения шумов измерений. Особенностью реализации является адаптивная настройка параметров фильтра в зависимости от условий движения.

Модуль планирования траектории рассчитывает оптимальный путь к целевой точке. В данной реализации используется гибридный подход: глобальный планировщик на основе алгоритма A* строит общий маршрут, а локальный планировщик корректирует траекторию для обхода динамических препятствий. Такой подход обеспечивает баланс между оптимальностью пути и способностью реагировать на изменения среды.

Модуль управления исполнительными устройствами преобразует команды в сигналы для двигателей и других систем робота. Для обеспечения плавности движения применяются ПИД-регуляторы с адаптивными коэффициентами. Система постоянно мониторит состояние приводов и при необходимости корректирует параметры регуляторов.

Такая архитектура показала свою эффективность в реальных условиях эксплуатации. Робот способен автоматически перемещаться по складу, избегая как статических препятствий, так и динамических объектов. Точность позиционирования составляет ±5 см, что достаточно для большинства складских операций.

Проблемы и ограничения

Несмотря на значительный прогресс в области алгоритмов управления, остается ряд нерешенных проблем. Одной из основных задач является обеспечение надежной работы в условиях неопределенности и частичной наблюдаемости среды. Роботы часто сталкиваются с ситуациями, когда сенсорная информация неполна или противоречива.

Другой важной проблемой является обеспечение безопасности при взаимодействии с людьми и другими роботами. Это требует разработки сложных алгоритмов предсказания поведения окружающих объектов и планирования безопасных траекторий.

Существенным ограничением для широкого внедрения мобильных роботов остается их стоимость. Разработка экономически эффективных решений, сохраняющих при этом необходимый уровень надежности и производительности, представляет собой актуальную задачу для исследователей и инженеров.

Перспективы развития

Наиболее многообещающим направлением развития является создание адаптивных алгоритмов, способных обучаться в процессе работы. Подходы машинного обучения позволяют роботам не только выполнять заранее запрограммированные сценарии, но и адаптироваться к изменяющимся условиям. Особый интерес представляют методы глубокого обучения с подкреплением, которые позволяют роботам самостоятельно находить оптимальные стратегии поведения.

Другим важным трендом является развитие роевой робототехники — технологий управления группами роботов. Такие системы требуют разработки новых алгоритмов координации и распределенного принятия решений. Перспективным направлением является создание гетерогенных групп роботов, способных совместно решать сложные задачи.

Энергоэффективность также остается ключевой задачей. Создание алгоритмов, оптимизирующих не только траекторию движения, но и энергопотребление, позволит существенно увеличить автономность мобильных роботов. Это особенно важно для применений в удаленных или труднодоступных местах.

Интеграция с технологиями интернета вещей (IoT) открывает новые возможности для улучшения навигационных систем. Роботы могут получать дополнительную информацию от умных датчиков, размещенных в среде, что позволяет повысить точность локализации и эффективность планирования маршрутов.

Заключение

Алгоритмы управления и навигации продолжают оставаться главным компонентом мобильных робото-

технических систем. Современные подходы позволяют создавать эффективные решения даже на базе относительно простых микроконтроллерных платформ. Однако для достижения нового уровня автономности и интеллектуальности требуются дальнейшие исследования и разработки.

Перспективными направлениями являются интеграция методов искусственного интеллекта, создание адаптивных систем и решение задач энергоэффективности. Особое значение имеет разработка надежных алгоритмов, способных работать в условиях неопределенности и динамически изменяющейся среды.

Успешная реализация проектов в области мобильной робототехники требует комплексного подхода, учитывая как теоретические аспекты алгоритмов, так и практические ограничения используемого оборудования. Для российских разработчиков особенно актуальной задачей является создание решений, адаптированных к базовым условиям и требованиям, а также развитие собственной элементной базы и программного обеспечения.

Дальнейшее развитие алгоритмов управления и навигации будет способствовать расширению областей применения мобильных роботов и повышению их эффективности в реальных условиях эксплуатации.

Литература:

1. Pedrosa, E., L. Reis, C. M. D. Silva and H. S. Ferreira. Autonomous Navigation with Simultaneous Localization and Mapping in/outdoor. 2020.
2. Lin M. et al. Path planning of mobile robot based on improved A* algorithm // 2017 29th Chinese Control And Decision Conference (CCDC). IEEE, 2017. С. 3570–3576.
3. Грязнов Н. А., Лопота А. В., Соснов Е. Н. Современные тенденции и перспективы развития робототехники // Робототехника и техническая кибернетика. — 2017. — №. 2. — С. 4–11.
4. Комков Н. И., Бондарева Н. Н. Перспективы и условия развития робототехники в России // МИР (Модернизация. Инновации. Развитие). — 2016. — Т. 7. — №. 2 (26). — С. 8–21.

Сравнительный анализ языков программирования

Федоров Вадим Олегович, курсант;

Евтеев Дитий Викторович, слушатель;

Жидко Елена Александровна, доктор технических наук, профессор

Военный учебно-научный центр Военно-воздушных сил «Военно-воздушная академия имени Н. Е. Жуковского и Ю. А. Гагарина» (г. Воронеж)

В статье рассмотрены некоторые языки компьютерного программирования, их сравнительный анализ актуальности и удобства пользования как в гражданской сфере, так и в военной.

Ключевые слова: язык программирования, классификация, применение.

В современном цифровом мире языки программирования являются фундаментом для создания любого программного обеспечения. Развитие этих языков напрямую зависит от меняющихся потребностей рынка и непрерывного поиска способов сделать процесс разработки более эффективным. Изучение и сопоставление

различных языков программирования помогает понять их уникальные черты, сильные и слабые стороны.

Стремительное развитие науки и технологий сделало ведение боевых действий без применения математического моделирования и программирования практически немыслимым. Масштабное производство ядерного

оружия, разнообразных ракет и других передовых образцов военной техники вызвало настоящую революцию в сфере обороны [1].

Это привело к фундаментальным изменениям как в техническом оснащении вооруженных сил, так и в их организации. В свою очередь, это трансформировало методы ведения вооруженных конфликтов, повлияло на военную доктрину и поставило новые, более сложные задачи перед командованием. Если раньше просчеты в военных решениях лишь увеличивали потери, то сегодня они могут иметь катастрофические и практически неисправимые последствия [1].

Языки программирования (ЯП) — это формальные системы символов и правил, используемых программистами для создания компьютерных программ. Они позволяют разработчикам писать код, который диктует компьютеру, как выполнять определенный задачи. Эти команды могут быть как простыми (базовые арифметические операции), так и сложными алгоритмами, контролирующие работу роботов и сетей.

Ключевым фактором для сохранения актуальности и востребованности языков программирования является их способность адаптироваться к новым технологиям и платформам. В целом, прослеживается движение в сторону разработки более универсальных и гибких языков, способных удовлетворить широкий спектр задач, стоящих перед разработчиками.

В условиях возрастающей модернизации и развитии компьютерных технологий, полного перехода от использования людского ресурса к использованию технологий, знание и грамотное использование ЯП для написания различных программ помогает улучшить работу абсолютно во всех сферах жизни, начиная от изготовления деталей заканчивая исследованием космоса вне человеческой досягаемости и ведение вооруженных конфликтов без участия человека.

ЯП используются в разных сферах жизнедеятельности (рис. 1).

На сегодняшний день ЯП классифицируются по разным признакам [2] (рис. 2).

Рассмотрим некоторые ЯП [3, 4]:

— **Python** — относительно простой язык с минималистическим синтаксисом, внутри которого небольшой набор правил. Его можно легко читать и на нем несложной писать. Разработчики создали множество библиотек для Python, поэтому новичкам будет легко использовать готовые решения. Чаще всего используют в серверах, обработке данных и нейросетях, что на данный момент пользуется популярностью. С помощью этого языка можно создать бот для мессенджеров или социальных сетей и программу для сбора и анализа данных с интернет-страниц с помощью скриптов. Из недостатков невысокая скорость. Программы на Python работают медленнее, чем на остальных других языках;

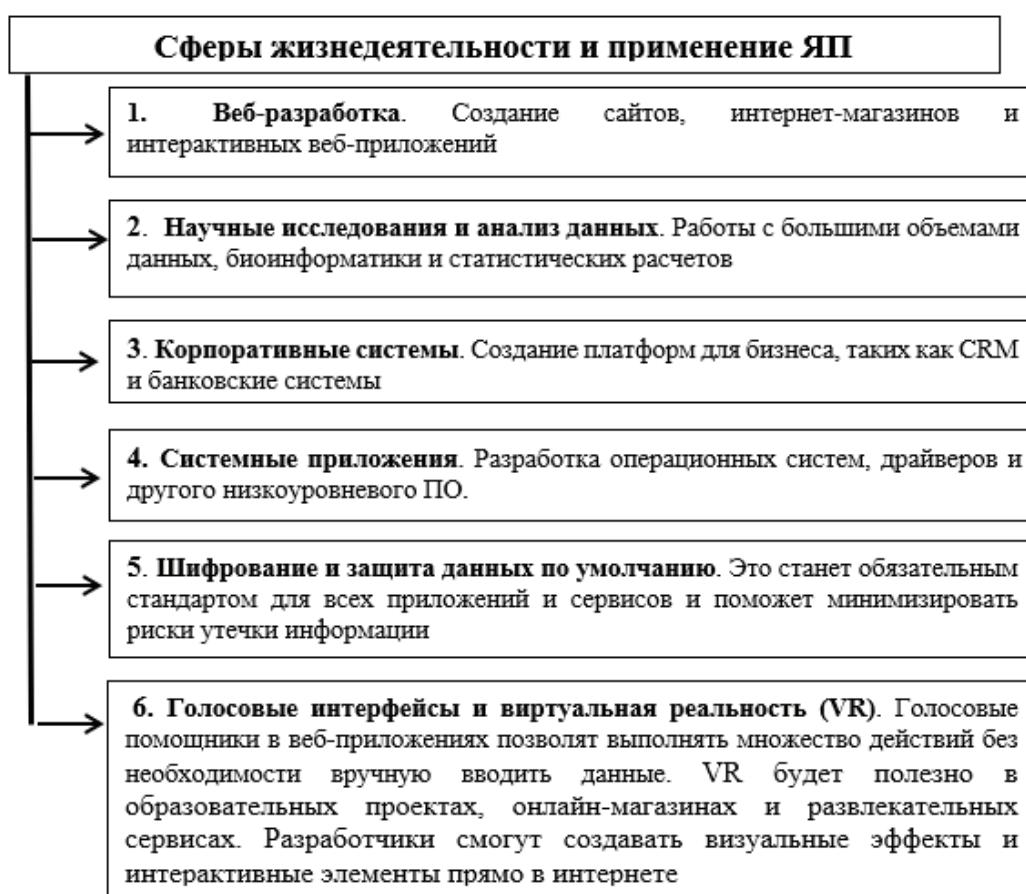


Рис. 1. ЯП и его применение в различных сферах

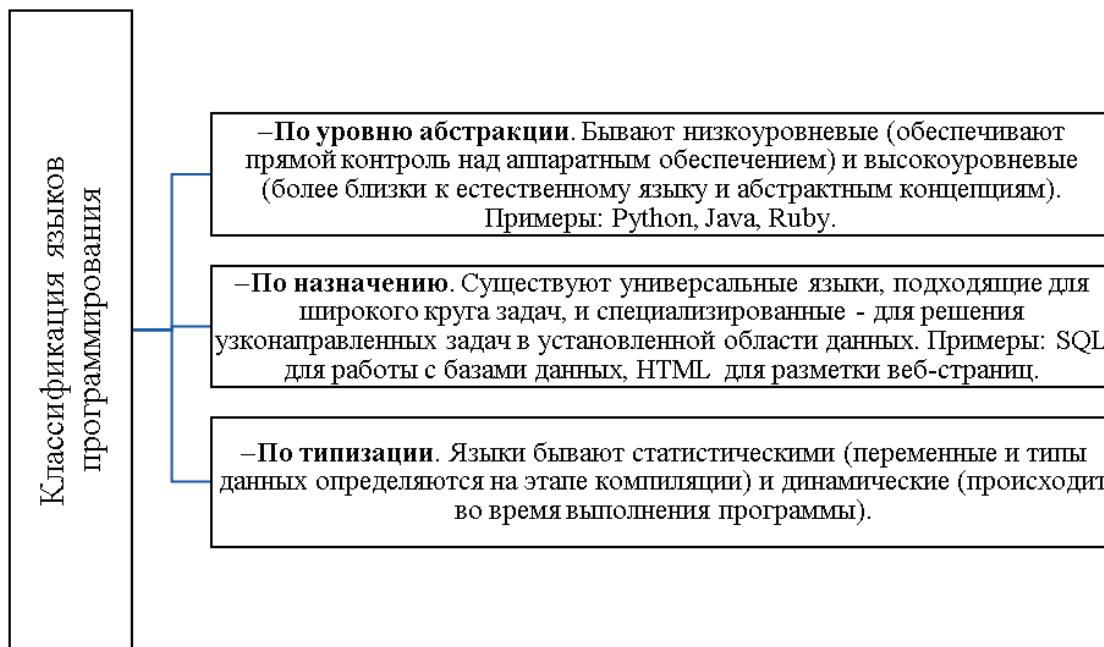


Рис. 2. Классификация языков программирования

— **JavaScript (JS)** — быстрый кроссплатформенный язык для веб-разработки. К нему можно отнести дочерний язык программирования TypeScript — язык от Microsoft. Он основан на JS и используется для фронт-энд-разработки. С их помощью создаются мобильные и десктопные приложения, которые будут работать через браузер. А также с их помощью делают вспомогательные приложения, такие как онлайн-калькуляторы, выпадающие окна или всплывающие. Допущение ошибок, которые затрудняют сложность их обнаружения является их существенным недостатком;

— **Java** — кроссплатформенный язык с большим количеством библиотек и развитым сообществом разработчиков. Применяется данный язык при работе со звуком, в графике, небольших играх мобильных приложений, программах для микроволновых печей и серверах. С его помощью можно создать домашний сервер;

— **C++** — кроссплатформенный язык семейства C с расширенными функциями. Чаще всего создают операционные системы, драйверы, утилиты, десктопные приложения. Сложный язык для обучения, трудности в определение ошибки, малое количество библиотек;

— **Go (Golang)** — это язык программирования от Google с открытым исходным кодом и простым синтаксисом. У него нет сложных конструкций, поэтому код удобен для чтения, но при этом высокая скорость работы. Задачи можно запускать параллельно и управлять ими без синхронизации. Находит место в разработке веб-сервисов, серверных приложениях, API, облачных и микросервисах, для разработки утилит и инструментов командной строки;

— **Rust** — это язык программирования для создания производительных и безопасных приложений. Он обеспечивает высокий уровень контроля без ручного управ-

ления памятью. Лучше всего себя показывает в системном программировании для создания операционных систем, драйверов и низкоуровневых библиотек, веб-разработке фреймворков, разработке игровых движков, приложений с высокой графической нагрузкой, блокчейне.

В перспективе, при поддержке со стороны государства и инвестиции в исследование, сотрудничества между государственными органами и частными компаниями, может ускорить внедрение использования технологий и программ, написанных на языках программирования во все сферы жизни человека.

Исходя из рейтингов, популярности и актуальности, отзывов разработчиков можно составить подборку востребованных ЯП: Python, Java, JavaScript, все семейство языков C, Go, Rust. Чтобы выбрать язык, нужно определиться с целью и задачами, которые перед вами стоят. Каждый язык в какой-то направленности будет удобен в использовании, чем другой. Например, Python — самый универсальный и подходящий для новичков, для написания игр — семейство C. Выбрать один язык, который побьет все рекорды использования в будущем, невозможно. Как и предположить, что не появятся и новые языки.

Выбор оптимального ЯП определяется целым рядом факторов. Среди них — специфика вашего проекта, требования к скорости работы и возможности масштабирования, а также ваши личные предпочтения. Для быстрой разработки прототипов и небольших задач отлично подойдут Python и Ruby. Если же речь идет о масштабных и требовательных к производительности приложениях, стоит обратить внимание на Java и C++. Для создания веб-приложений незаменимым инструментом является JavaScript.

По итогам проведенного сравнения ЯП можно сделать следующие выводы:

Во-первых, существует огромное разнообразие ЯП, каждый из которых обладает своими уникальными характеристиками и предназначен для определенных задач.

Во-вторых, ЯП постоянно развиваются и совершенствуются, чтобы соответствовать актуальным требованиям индустрии.

При этом, необходимо отметить, насколько важно понимать историю развития ЯП для осмыслиения их нынешнего положения и прогнозирования будущего. Дальнейшие исследования в этой сфере могут привести к появлению более эффективных и новаторских языков, отвечающих запросам современного информационного общества.

Литература:

1. Панцева Е. Ю., Митрощенко Н. А. Применение элементов линейного программирования в военном деле // Научно-практический электронный журнал Аллея Науки» № 6(45) 2020.
2. Плотко К. О., Багаева А. П. Анализ современных языков программирования Материалы конференции / Актуальные проблемы авиации и космонавтики. СГАУ им. М. В. Решетнева. 2015 № 11 С. 600–602.
3. Пахунов, А. В. Языки программирования: классификация, особенности, критерии выбора // Современная наука. — 2015. — № 4. — С. 89–91.
4. Андреев А. Е., Егунов В. А., Шаповалов О. В. Технологии программирования многопроцессорных систем// ВолгГТУ. Волгоград, 2015, 103 с.

ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

Особенности эксплуатации скважин, оборудованных установкой электроприводного центробежного насоса, на примере Приобского месторождения

Ал-Замили Саджжад Абдулазиз Джумаах, студент

Институт нефти и газа Уфимского государственного нефтяного технического университета в г. Октябрьском (Республика Башкортостан)

В процессе эксплуатации скважин, оборудованных УЭЦН на Приобском месторождении, регулярно возникают осложнения, связанные с образованием асфальтосмолопарафиновых отложений (АСПО), солеотложений и присутствием механических примесей. Эти процессы вызывают снижение проходимости оборудования, ускоренный износ насосных систем, рост аварийности и частоты ремонтов, а также приводят к существенным производственным потерям.

Ключевые слова: АСПО, солеотложение, технология, метод, УЭЦН.

В процессе эксплуатации скважин, оснащённых УЭЦН на месторождениях Западной Сибири, нередко возникают осложнения, которые снижают эффективность работы фонда, ускоряют износ оборудования, сокращают межремонтные периоды и повышают затраты на обслуживание. Эти осложнения связаны с геологическими условиями, физико-химическими процессами и механико-техническими факторами [1].

К геологическим проблемам относят загрязнение призабойной зоны, возникающее вследствие осаждения нерастворимых соединений, механических примесей и продуктов химических реакций. Такие процессы уменьшают проницаемость коллектора и ухудшают фильтрационные характеристики. Дополнительное осложнение создаёт колматаж и обводнение продуктивных интервалов, что меняет состав флюидов и отрицательно сказывается на результатах разработки.

Физико-химические процессы проявляются в виде асфальтосмолопарафиновых отложений, перекрывающих сечение насосно-компрессорных труб и элементов оборудования. Серьёзную проблему представляют солеотложения, формирующиеся при изменениях давления и температуры, а также газогидратные образования, возникающие в условиях пониженных температур при наличии свободного газа и воды. Не менее опасна коррозия, вызванная агрессивной средой, содержащей кислородные соединения, углекислый газ и сероводород, так как она разрушает металлические элементы конструкции.

К механико-техническим осложнениям относят вынос песка, шлама и других твёрдых частиц, ускоряющих эрозию рабочих поверхностей, а также образо-

вание газовых пробок, приводящих к нестабильности работы оборудования. Дополнительные трудности возникают при заклинивании узлов насосно-компрессорного комплекса из-за роста отложений. К повреждениям кабельных линий, нарушению герметичности соединений и сбоям в работе техники также часто приводят наличие твёрдых примесей и агрессивных компонентов в добываемой продукции.

Наиболее распространёнными и в то же время наиболее серьёзными осложнениями на Приобском месторождении считаются асфальтосмолопарафиновые и солевые отложения, а также накопление механических примесей. Именно эти факторы являются основной причиной выхода оборудования из строя. Согласно анализу фонда скважин, более семидесяти процентов эксплуатационных отказов связано с указанными осложнениями. В связи с этим в рамках настоящего исследования основное место уделяется рассмотрению технологий предупреждения и устранения отложений, так как именно они во многом определяют надёжность, результативность и экономическую стабильность работы механизированного фонда.

В производственной практике региона применяется целый комплекс мер по борьбе с осложнениями. Используются химические, тепловые и механические методы, отличающиеся условиями внедрения, техническими возможностями и ограничениями. Систематизированный перечень технологий, используемых на объектах Западной Сибири для предотвращения и устранения загрязнений и отложений, а также их сравнительная характеристика приведены в таблице 1.

Рассмотрение технологий, приведённых в таблице, позволяет сделать вывод, что выбор способа устранения осложнений определяется не только их характером, но и условиями эксплуатации, составом продукции и возможностями технического обеспечения. Практика эксплуатации месторождений Западной Сибири показывает, что наилучшие результаты при борьбе с асфальтосмолопарафиновыми отложениями обеспечивают химические методы, в частности постоянное введение ингибиторов парафиноотложений [2]. Такой подход отличается продолжительным действием, способствует увеличению межремонтного периода, снижает потребность в частых механических очистках и уменьшает число вынужденных остановок скважин. Преимущество данного метода заключается в его профилактическом эффекте, а также в меньшей зависимости от глубины расположения осложнений и климатических условий по сравнению с механическими и тепловыми решениями.

С экономической позиции наиболее доступным способом остаётся использование скребков. Эта технология отличается простотой реализации и невысокой стоимостью, однако её эффективность ограничена краткосрочным результатом и необходимостью регулярного повторения. По тем же причинам горячая промывка применяется в основном как разовое средство и не обеспечи-

вает длительной защиты, особенно если очаги отложений находятся на значительной глубине.

Для снижения негативного влияния механических примесей на работу оборудования наилучшие результаты показывают фильтры с функцией самоочистки, а также многоступенчатые сетчатые конструкции, которые обеспечивают комплексную защиту насосной установки. Их применение особенно актуально в скважинах с повышенным содержанием песка, а также после проведения гидроразрыва пласта, когда количество выносимых частиц значительно возрастает.

В целом анализ показывает, что с точки зрения эксплуатационной надёжности и оптимизации затрат наибольшую практическую ценность имеют технологии профилактического характера, преимущественно основанные на применении химических реагентов. Такие решения позволяют не только поддерживать стабильность работы скважин, но и обеспечивают снижение совокупных расходов в долгосрочной перспективе.

Выбор конкретного метода всегда должен базироваться на геолого-физических характеристиках объекта и условиях эксплуатации. К числу наиболее значимых факторов относятся давление и температура в зоне работы установки, величина дебита, состав добываемых флюидов и свойства породы-коллектора. Систематизи-

Таблица 1. Отложения и технологии борьбы с ними на месторождениях Западной Сибири

Осложнение	Технология	Преимущества	Недостатки
АСПО	Скребкование	Простота реализации, отсутствие реагентов, низкая стоимость операции	Кратковременный эффект, износ инструмента, невозможность применения при полном перекрытии труб
	Горячая промывка	Быстрый эффект, хорошая растворяющая способность при малой глубине	Ограничение по глубине прогрева, высокая энергоёмкость, теплопотери
	Периодическое дозирование ингибиторов	Возможность обработки без остановки скважины, управляемость частоты	Неравномерный вынос реагента, необходимость регулярного ввода
	Периодическое дозирование ингибиторов	Возможность обработки без остановки скважины, управляемость частоты	Неравномерный вынос реагента, необходимость регулярного ввода
Солеотложения	Постоянное дозирование ингибиторов	Длительное защитное действие, снижение частоты механических очисток	Зависимость от точности дозировки, наличие дозирующей установки
	Дозирование ингибиторов	Снижение агрессивности среды, защита насосов от накипи	Необходимость адаптации под состав воды, ограниченный диапазон температуры
	Кислотная обработка	Высокая эффективность при наличии отложений, быстрая реакция	Коррозионная активность, экологическая нагрузка, требования по ТБ
Механические примеси	Входные проволочные фильтры	Надёжная защита ЭЦН, снижение абразивного износа	Ограничение по дебиту, возможное засорение
	Сетчатые фильтры	Тонкая очистка до 20 микрон, защита уязвимых компонентов	Снижение проходимости, необходимость регулярной промывки
	Шламоуловители	Удаление тяжёлых включений, защита рабочего колеса и подшипников	Усложнение компоновки, потеря давления, необходимость периодической очистки
Коррозия	Ингибиторы коррозии	Защита внутренней поверхности оборудования, стабильный эффект	Требует стабильного режима подачи, агрессивность в случае передозировки
	Полимерные и эмалевые покрытия	Повышение срока службы элементов, анткоррозийная защита	Стоимость нанесения, необходимость контроля состояния покрытия

рованные данные о методах борьбы с отложениями, применяемых на месторождениях Западной Сибири, а также

их соответствие указанным параметрам представлены в таблице 2.

Таблица 2. Зависимость выбора методов борьбы с отложениями от промысловых и геолого-физических условий

Метод	Давление пласта (МПа)	Температура (°С)	Дебит (м ³ /сут)	Тип коллектора
Скребкование	до 25	10–90	любое	песчаник
Горячая промывка	до 30	до 150	до 50	песчаник
Периодическое дозирование ингибиторов	до 30	–10 до 100	от 5	песчаник/карбонат
Постоянное дозирование ингибиторов	до 35	до 120	от 5	песчаник/карбонат
Кислотная обработка	до 35	до 120	любое	карбонат
Задавка ингибитора в пласт	до 30	до 120	до 20	песчаник/карбонат
Фильтрация (проволочные/сетчатые фильтры)	до 35	до 120	до 20	песчаник
Шламоуловители	до 40	до 120	до 25	песчаник

Анализ данных, представленных в таблице 2, показывает, что эффективность борьбы с отложениями во многом определяется соответствием выбранной технологии конкретным условиям работы скважины. Так, при повышенных температурах и среднеобводнённой продукции с высоким содержанием асфальтенов, смол и парафинов наибольший эффект достигается за счёт систематического введения ингибиторов и использования насосно-компрессорных труб с защитными покрытиями. В отношении солеотложений оправданными мерами остаются закачка ингибиторов непосредственно в пласт и проведение кислотных обработок. При увеличенном количестве механических примесей целесообразно применять шламоуловители и многоступенчатые фильтрующие системы [3].

Условия эксплуатации на Приобском месторождении — высокое содержание смолисто-парафиновых компонентов, температура до 120 °С, пластовое давление до 35 МПа и дебиты от 5 до 50 м³/сут — подтверждают обоснованность использования таких решений. На практике

постоянное дозирование реагентов, проведение термообработок и применение механических очисток доказали свою эффективность: они позволили снизить количество отказов оборудования, увеличить его срок службы и продлить межремонтные периоды.

В целом можно констатировать, что сформированная стратегия эксплуатации соответствует реальным условиям разработки. Вместе с тем перспективным направлением остаётся внедрение новых технологий, которые способны повысить надёжность и устойчивость системы. К ним относятся фильтры с функцией самоочистки, особенно востребованные при значительном количестве механических примесей, наномодифицированные ингибиторы с улучшенной адгезией и стойкостью к высоким температурам и агрессивным средам, а также антиадгезионные покрытия для насосно-компрессорных труб, например Majorpack, препятствующие налипанию твёрдых отложений и снижающие риск заклинивания оборудования.

Литература:

1. Александров В. В. Методы борьбы с асфальтосмолопарафиновыми отложениями: дис.... канд. техн. наук / В. В. Александров. — Санкт-Петербург, 2022. — 180 с.
2. Гуторов А. Ю. Механизм и условия образования асфальтосмолопарафиновых отложений в условиях завершающей стадии разработки нефтяных месторождений / А. Ю. Гуторов, Л. В. Петрова // Нефтепромысловое дело. — 2014. — № 2. — С. 23–26.
3. Иванов С. П. Технологии предупреждения и предотвращения солеотложений в скважинах / С. П. Иванов, Д. Е. Козлов // Известия вузов. Нефть и газ. — 2019. — № 6. — С. 12–18.

Особенности проектирования асфальтобетонных покрытий лесных лесовозных дорог на территории Северного и Приполярного Урала

Зыков Егор Сергеевич, студент магистратуры
Уральский государственный лесотехнический университет (г. Екатеринбург)

Рассмотрены ключевые задачи по улучшению щебеночно-мастичных покрытий лесных лесовозных автомобильных дорог за счет применения инновационных дорожно-строительных материалов. Для таких дорог характерно использование материалов, способных удовлетворять основным требованиям по транспортно-эксплуатационному состоянию в сложных природно-климатических условиях. Известные дорожно-строительные материалы отличаются нестабильностью своих физико-механических характеристик, что создает значительные трудности как при проектировании, так и при эксплуатации лесных лесовозных дорог из этих материалов. Несмотря на комплекс проведенных опытно-экспериментальных исследований, задача разработки дорожных покрытий с регулируемыми эксплуатационными свойствами остается нерешенной. Таким образом, решить проблему позволит разработанная методика проектирования зерновых составов щебеночно-мастичных асфальтобетонных покрытий лесных дорог с новыми транспортно-эксплуатационными параметрами, учитывающая условия эксплуатации, что и определило цель данной работы. Целью исследований было создание методов для разработки щебеночно-мастичных асфальтобетонных покрытий лесных лесовозных дорог с использованием теплостабилизирующей добавки из песка вспученного вермикулита. В ходе работы была решена задача оценки степени влияния добавки песка из вспученного вермикулита на качественные показатели щебеночно-мастичных асфальтобетонных покрытий лесных лесовозных дорог. Результатами работы стало создание рецептуры щебеночно-мастичного асфальтобетона с теплостабилизирующей добавкой из вспученного вермикулита фракции от 0,5 до 1,0 мм. Учитывая достаточную адекватность опытно-экспериментальных исследований, результаты подбора смеси могут быть рекомендованы для применения в практике строительства лесных лесовозных дорог для I и II дорожно-климатических зон.

Ключевые слова: лесные дороги, щебеночно-мастичные асфальтобетонные дорожные покрытия, теплостабилизирующая добавка, вспученный вермикулит.

Peculiarities of design of asphalt concrete pavements of forest roads in the Northern and Subpolar Urals

Zykov Yegor Sergeevich, master's student
Ural State Forestry University (Ekaterinburg)

The key tasks of improving stone-mastic pavements of forest logging roads by using innovative road-building materials are considered. Such roads are characterized by the use of materials that can meet the basic requirements for transport and operational status in difficult natural and climatic conditions. Known road-building materials are characterized by instability of their physical and mechanical characteristics, which creates significant difficulties both in the design and operation of forest logging roads made of these materials. Despite the complex of experimental studies conducted, the problem of developing road surfaces with adjustable operational properties remains unsolved. Thus, the problem can be solved by the developed methodology for designing grain compositions of stone-mastic asphalt concrete pavements of forest roads with new transport and operational parameters, taking into account the operating conditions, which determined the purpose of this work. The aim of the research was to create methods for developing stone mastic asphalt concrete pavements for forest logging roads using a heat-stabilizing additive made of expanded vermiculite sand. In the course of the work, the problem of assessing the degree of influence of expanded vermiculite sand additive on the quality indicators of stone mastic asphalt concrete pavements for forest logging roads was solved. The results of the work were the creation of a recipe for stone mastic asphalt concrete with a heat-stabilizing additive made of expanded vermiculite of fraction from 0.5 to 1.0 mm. Considering the sufficient adequacy of the experimental studies, the results of the mixture selection can be recommended for use in the practice of building forest logging roads for I and II road climatic zones.

Keywords: forest roads, crushed stone-mastic asphalt concrete road surfaces, heat stabilizing additive, expanded vermiculite.

Анализ создания транспортной инфраструктуры в лесных районах Северного и Приполярного Урала показывает, что основная часть лесотранспортной сети располагается во II и даже I дорожно-климатических зонах. В настоящее время практически все лесные дороги строятся в сложных или особенно сложных природно-климатических условиях. Эти условия наклады-

вают ограничения на конструктивные решения дорожных покрытий, что требует использования устойчивых к внешним воздействиям материалов, таких как структурированные грунты или асфальтобетоны.

Однако, несмотря на их эффективность, существуют ограничения на использование таких материалов. Дороги должны не только обеспечивать бесперебойную транс-

портировку древесины, но и минимизировать негативное воздействие на экосистему леса. В этом контексте особое внимание уделяется щебеночно-мастичным асфальтобетонам, которые обладают высокой прочностью и устойчивостью к нагрузкам.

Свойства таких покрытий зависят от структурной прочности и характеристик асфальтовяжущих, включая вязкость, упругость и сдвигостойчивость. Щебеночно-мастичные асфальтобетоны имеют высокую величину внутреннего трения, исключают использование природного песка и содержат больше битума. Однако эти материалы имеют высокую стоимость, что подчеркивает необходимость разработки новых модифицированных формул с использованием более доступных природных компонентов.

Целью работы является выработка требований к теплостабилизирующей добавке из вспученного вермикулита, используемой при приготовлении щебеночно-мастичных асфальтобетонов.

Задача исследований состояла в оценке степени влияния добавки вспученного вермикулита на качественные показатели щебеночно-мастичных асфальтобетонов.

Исследования влияния вспученного вермикулита на асфальтобетонные покрытия лесных дорог проводились при выполнении научно-исследовательских работ Федерального Государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Уральский государственный лесотехнический университет»: FEUG-2020-0013 «Экологические аспекты рационального природопользования», в части разработки требований к лесным лесовозным дорогам расположенных в сложных природно-климатических условиях трансграничных лесов Северного и Приполярного Урала.

По своей структуре песок из вспученного вермикулита представляет собой анизотропный слоистый материал с защемленным в порах воздухом. Было выявлено, что вспученный вермикулит состоит из тончайших пластин, разделенных воздушными прослойками. В результате термообработки, в диапазоне от 1000 до 1200°C объем пластинок увеличивается в десятки раз. К основным достоинствам песка из вспученного вермикулита можно отнести химическую инертность, плотность от 80 до 200 кг/м³, термостойкость, низкую теплопроводность ($\lambda =$ от 0,48 до 0,06 Вт/м × °C), гигроскопичность, биологическую и экологическую стойкость.

В наших исследованиях, основная гипотеза использования песка из вспученного вермикулита в асфальтобетонах, заключается в предположении, что битумно-вермикулитовый композит улучшит теплотехнические и структурно-механические свойства за счет более низкой теплопроводности и структурирования битумного вяжущего, что существенно изменит такие показатели, как трещиностойкость асфальтобетонов при отрицательных температурах.

Битумно-вермикулитовую композицию изготавливали путем введения песка фр. От 0,6 до 1 мм из вспученного вермикулита в битум нефтяной дорожный марки БНД 70/100

производства «Газпромнефть –Битумные Материалы», нагретый до 80°C. Основные вязкостно-пластические характеристики оценивались по температуре размягчения битумов методом «Кольцо и шар», растяжимости или дуктальности, пенетрации полученных образцов битумно-вермикулитового композита. Оценка трещиностойкости полученных асфальтобетонов проводилась по отношению предела прочности при сжатии $R_{cж}$ к пределу прочности при изгибе $R_{изг}$. Чем ниже степень деструкции, тем выше трещиностойкость битумно-вермикулитового материала.

При разработке составов щебеночно-мастичных асфальтобетонов для лесных лесовозных дорог, песок из вспученного вермикулита был использован как теплостабилизирующая добавка. Основная функция любой стабилизирующей добавки вЩМА заключается в стабилизации битумного вяжущего в межзерновом пространстве и создании тиксотропной структуры мастики, а также в обеспечении ее неподвижности при высоких технологических температурах. Нормативными документами обычно ограничиваются пределы по предотвращению стекания вяжущего из смесей при транспортировке или укладке в покрытия.

В качестве исходных материалов использовались: щебень фракционированный (фр. От 8 до 16 мм) интрузивных пород Новосмолинского месторождения; песок дробленый из интрузивных пород (фр. От 0 до 4 мм); минеральный порошок МП-2 ООО «Коелгамрамор», битум БНД 70/100 и полимерно-битумное вяжущее ПБВ 60, а также адгезионная добавка к битуму «Амдор-10».

В качестве теплостабилизирующей добавки использовался песок фракции от 0,5 до 1,0 мм, добавляемый в количестве от 0,5 до 0,75 % масс. От минеральной части асфальтобетонной смеси.

В ранее проведенных нами исследованиях было обосновано, что основные транспортно-эксплуатационные характеристики дорожных покрытий лесных лесовозных автомобильных дорог зависят от технологии их строительства, от вида используемого дорожно-строительного материала и от конструктивных особенностей слоев дорожных одежд. Эти исследования позволили сделать вывод, что при проектировании составов щебеночно-мастичных смесей следует особое внимание обратить на работоспособность материала при отрицательных температурах.

Результатом экспериментальных исследований стал подбор рецепта на щебеночно-мастичную асфальтобетонную смесь с номинальным максимальным размером зерен 16 мм для устройства верхнего слоя покрытия лесовозной дороги изЩМА 16 на основе полимерно-битумного вяжущего марки ПБВ 60. В таблице 1 приведен зерновой состав асфальтобетонной смеси. Для повышения эксплуатационных характеристик асфальтобетона, в него был введен полимер «Элвалой».

Лабораторные испытания показали, что полученная щебеночно-мастичная асфальтобетонная смесь и асфальтобетон марки ЩМА 16 полностью соответствуют установленным требованиям ГОСТ 58406.1.

Таблица 1. Зерновой состав асфальтобетонной смеси

Наименование материала	Содержание в смеси, %	31,5	22,4	16	11,2	8,0	5,6	4,0	2,0	0,125	0,063
Щебень фр. Св.11,2 до 16 мм	28	28	28	28	4,3	0,1	0,1	0	0	0	0
Щебень фр. Св.8 до 11,2 мм	20	20	20	20	18,7	1,6	0,1	0,04	0	0	0
Щебень фр. От 4 до 8 мм	10	10	10	10	10	9,7	2,8	0,04	0	0	0
Песок из отсевов дробления	42	42	42	42	42	42	42	93,4	29,5	7,2	3,8

Так как асфальтобетонная смесь проектировалась для условий II дорожно-климатической зоны, то расход вяжущего для полимерно-битумного вяжущего типа ПВБ 60 составил 5,2 % масс.

Результатом подбора по методу «Маршалла» стал состав с теплостабилизирующей добавкой из песка всученного вермикулита. Было выявлено, что для гарантированного обеспечения стойкости щебеноно-мастичного асфальтобетона к испытанию на пластическую колею следует использовать только полимерно-битумные вяжущие.

Вспученный вермикулит в мастичной части щебеноно-мастичного асфальтобетона ЩМА-16 проявил свои структурно-механические свойства, как стаби-

лизатор вяжущего. Изменились демпфирующие свойства, улучшились низкотемпературные упруго-прочностные характеристики асфальтобетонного покрытия. Рекомендуемый расход песка из всученного вермикулита составляет от 0,3 до 0,8 % масс. От минеральной части смеси. Кроме того, всученный вермикулит, за счет слоистой пористой структуры является демпфирующей добавкой. Он способен улучшать низкотемпературные свойства, такие как трещиностойкость асфальтобетонных покрытий во всех дорожно-климатических зонах в зимних условиях.

Особо рекомендуется к применению в I и II ДКЗ на лесных лесовозных автомобильных дорогах всех типов.

Литература:

1. Кручинин И. Н., Дедюхин А. Ю. Применение хризотила в дорожном строительстве: монография. — Екатеринбург: изд-во УГЛТУ, 2011.— 152 с.
2. Салихов М.Г., Илиеванов В.Ю. Исследование долговечности модифицированного щебеноно-мастичного асфальтобетона при действии агрессивной среды / Научный журнал «Вестник ПГТУ. Серия «Лес. Экология. Природопользование». - Йошкар-Ола: ПГТУ, 2013.- № 2.- С. 38–45.
3. Кирюхин, Г. Н. Покрытия из щебеноно-мастичного асфальтобетона / Г. Н. Кирюхин, Е. А. Смирнов // М.: ООО Издательство «Элит». -2009. -176 с.
4. Руденский А. В. Дорожные асфальтобетонные покрытия / А. В. Руденский. — М.: Транспорт, 1992. — 213 с.
5. Bindu C. S. et. Al. Waste plastic as a stabilizing additive in Asphalt Stone Mastic/ International Journal of Engineering and Technology Vol.2 (6), 2010, p.379–387.
6. Redelius, P. G. (2006). The structure of asphaltenes in bitumen. Road Materials and Pavement Design, 7 (sup1), p.143–162.
7. Ахтямов Э. Р. Исследование битумно-вермикулитовых мастик и асфальтобетонов для дорожного строительства / Э. Р. Ахтямов, Е. В. Кошков, А. Ю. Дедюхин и В. Н. Агейкин // «Национальная Ассоциация Ученых»: ежемесячный научный журнал. — Екатеринбург: Евразийское научное изд-во. — № 34 (61). — 2020. — С. 21–26.

Теоретические основы планирования движения автомобильного транспорта

Кадников Иван Владимирович, слушатель;

Попов Павел Александрович, слушатель

Военная академия материально-технического обеспечения имени генерала армии А. В. Хрулева (г. Санкт-Петербург)

Понятие и сущность планирования движения

Планирование движения автотранспортных средств представляет собой систематический процесс определения рациональных маршрутов, временных интервалов и способов управления транспортными потоками с целью обеспечения эффективной организации дорожного дви-

жения. В рамках данной деятельности выделяют основные понятия и принципы, которые обеспечивают достижение оптимальных характеристик транспортных систем, таких как пропускная способность, средняя скорость, уровень безопасности и экологическая чистота. Основной задачей планирования движения является создание условий для минимизации затрат времени и ресурсов, предотвра-

щения заторов, повышения уровня безопасности и снижения риска дорожных происшествий.

Ключевыми задачами данного процесса являются формулирование целей, разработка моделей и алгоритмов, позволяющих учитывать множество факторов, влияющих на транспортные потоки, а также адаптация планов к динамическим условиям дорожной ситуации. Наиболее широко используются методы математического моделирования, которые позволяют формализовать теоретическую базу и количественно оценить предлагаемые решения. Теоретическая основа включает в себя принципы системного подхода, что обуславливает необходимость учета взаимодействия различных элементов транспортной системы: инфраструктуры, транспортных средств, участников движения и регулировочных устройств.

Подходы к оптимизации маршрутов опираются на использование алгоритмов поиска кратчайших путей, эвристических методов, а также современных технологий, таких как интеллектуальные транспортные системы и системы автоматического мониторинга. Анализ характеристик транспортных систем показывает, что эффективность планирования напрямую зависит от качества данных и точности моделей, что требует внедрения современных информационных технологий. Важной составляющей является также разработка критериев оценки эффективности планирования, включающих показатели безопасности, экологичности и экономической рентабельности.

Особое значение приобретает взаимодействие различных транспортных средств и систем управления, что обуславливает необходимость разработки интегрированных подходов и стандартизации процедур планирования. Эффективное и безопасное планирование движения автотранспорта требует учета множества факторов, среди которых чрезвычайная важность имеет обеспечение условий для своевременного реагирования на дорожные ситуации и предотвращения аварийных ситуаций. Разработка современных методов планирования, основанных на комплексных моделях и использовании информационных технологий, служит фундаментом для повышения характеристик транспортных систем и их устойчивости. В этом контексте особое значение имеет междисциплинарный подход и постоянное совершенствование теоретической базы, что способствует развитию решений, повышающих эффективность и безопасность автомобильных перевозок.

Однако важной составляющей эффективного планирования движения является также учет социально-экономических факторов, которые существенно влияют на структурные особенности транспортных потоков и потребности населения. Внедрение современных информационных систем и использование прогностических моделей позволяют не только оптимизировать существующие маршруты, но и своевременно реагировать на изменение пассажиропотоков, прогнозировать будущие тенденции и планировать развитие транспортной ин-

фраструктуры с учетом долгосрочных целей устойчивого развития города. Такое интегрированное управление стало ключевым условием повышения качества обслуживания и повышения уровня безопасности дорожного движения, что подтверждается практическим опытом развития транспортных систем в различных городских агломерациях

Классификация методов планирования

Классификация методов планирования движения автомобильного транспорта представляет собой важный аспект в разработке систем управления дорожным движением, поскольку позволяет выбрать наиболее эффективные подходы для конкретных условий эксплуатации. В основу данной классификации положены принципиальные отличия методов по принципам построения, алгоритмической реализации и области применения.

Одним из ключевых направлений являются алгоритмы на основе графов, которые позволяют моделировать транспортные системы в виде ориентированных или неориентированных графов, где вершинами служат узловые точки — перекрестки, пункты назначения, а рёбра — дороги или маршруты. Эти алгоритмы включают классы поиска кратчайшего пути, такие как алгоритм Дейкстры и более сложные методы, основанные на расширенных моделях с учетом времени и трафика. Их превосходство проявляется в высокой скорости вычислений и возможности адаптации к динамическим изменениям дорожной обстановки, что важно для систем реального времени.

Эвристические подходы основываются на использовании приближенных решений, которые достигаются за счет применения эвристических функций оценки, позволяющих быстрее получать приемлемые решения в сложных условиях. Классическими представителями являются методы жадного поиска, генетические алгоритмы, симуляция отжига и методы муравьиной колонии. Эти подходы характеризуются высокой гибкостью и применимостью в условиях, когда точное решение трудно найти или оно требует чрезмерных вычислительных затрат, что особенно актуально при глобальной оптимизации маршрутов с учетом множества факторов.

Методы оптимизации, включающие математические модели и численные процедуры, основаны на формулировках задачи планирования как задач целочисленного линейного программирования, нелинейного или динамического программирования. Они позволяют находить глобальные оптимальные решения с учетом различных ограничений, таких как пропускная способность, временные окна и безопасность, и широко используются в стратегическом и тактическом планировании.

В современных системах управления транспортом большинство методов комбинируют различные подходы, что обуславливает необходимость выбора оптимальных алгоритмов исходя из условий эксплуатации, требований

к скорости обработки данных и точности. При этом, критерии эффективности включают в себя сложность вычислений, степень адаптивности к изменениям дорожной обстановки, а также возможность интеграции в существующие системы автоматизированного управления, что обеспечивает высокую практическую ценность выбранных решений. Выбор конкретного метода зависит от условий эксплуатации, уровня автоматизации системы и целей планирования: при необходимости быстрого реагирования в реальном времени предпочтительнее алгоритмы на основе графов или эвристические методы, а при необходимости обеспечения максимально точных решений — методы оптимизации с высокой вычислительной сложностью.

Таким образом, грамотное сочетание классифицированных подходов позволяет создавать системы, способные эффективно управлять транспортными потоками и повышать безопасность и пропускную способность автомобильных дорог. В дальнейшем будут рассмотрены критерии оптимальности и области применения каждого из методов, что позволит более точно определить их роль в современных транспортных системах и определить направления дальнейших исследований. Оценка эффективности и применимости различных подходов должна базироваться не только на теоретических моделях, но и на практических тестированиях в реальных условиях, что обеспечит комплексный подход к выбору оптимальных решений. Интеграция современных технологий автоматизации и искусственного интеллекта открывает новые возможности для использования комплексных гибридных методов, что становится особенно актуальным в условиях динамично растущей транспортной нагрузки.

Для повышения эффективности планирования движения транспортных средств важно также учитывать ин-

теграцию различных методов и технологий, таких как системы геоинформационного обеспечения, интеллектуальные алгоритмы и датчики мониторинга.

Выводы

Обобщая результаты анализа современных методов управления транспортными потоками, можно отметить, что основными проблемами остаются недостаточная адаптивность существующих систем, ограниченные возможности учета динамических изменений дорожной ситуации и высокая степень зависимости от предварительно заданных алгоритмов. Значительная часть существующих подходов демонстрирует недостаточную эффективность при возникновении непредвиденных ситуаций, что негативно сказывается на пропускной способности транспортных систем и уровне безопасности.

Среди выявленных недостатков выделяется ограниченность возможностей регулярного оперативного реагирования на изменения условий движения и сложность интеграции новых информационных технологий в действующие системы управления. Важнейшей задачей является разработка более гибких и устойчивых алгоритмов, способных учитывать многофакторную оценку ситуации, включая такие параметры, как затраты на топливо, время прохождения пути и важность конкретного направления. Эффективное решение данной задачи предполагает внедрение методов интеллектуальной интеграции данных и автоматизированных систем, что позволит повысить степень адаптивности и точности управления движением.

В перспективе значительный потенциал имеет развитие автоматизированных систем мониторинга и обработки данных, а также применение современных методов моделирования, что значительно расширит возможности оптимизации транспортных процессов.

Литература:

- Горбачев А. М., Василенко П. А. Автоматизация городского скоростного легкорельсового транспорта. Транспорт Российской Федерации. Журнал о науке, практике, экономике. 2021.
- Лебедева О. А., Гозбенко В. Е. Стратегическое планирование грузопотоков на основе модели распределения продуктов. Современные технологии. Системный анализ. Моделирование. 2020.

Автоматизация водоучета как элемент реализации концепции умного города

Мухаматханова Снежана Владимировна, студент магистратуры

Научный руководитель: Муллоджанов Тахир Толибович, кандидат технических наук, доцент

Уфимский государственный нефтяной технический университет

Современные города развиваются в условиях цифровизации, глобальной урбанизации и роста требований к устойчивому развитию инфраструктуры. Одним из ключевых направлений интеллектуальной трансформации становится автоматизация систем водоучёта, обеспечивающая эффективное управление водными ресурсами, повышение качества обслуживания населения, снижение эксплуатационных затрат и создание условий для формирования интегрированной цифровой городской среды. В статье анализируется роль автоматизированного водоучёта в реализации концепции умного города, исследуются его технологические основы, социально-экономическое значение и стратегические перспективы

применения. Особое внимание уделяется влиянию интеллектуальных систем на устойчивость коммунального хозяйства, экологическую безопасность и эффективность взаимодействия между субъектами городского управления.

Ключевые слова: умный город, автоматизация, водоучёт, цифровизация, городская инфраструктура, IoT, водные ресурсы.

Стремительное развитие цифровых технологий и рост городского населения в XXI веке значительно меняют способы управления городской инфраструктурой. Традиционные методы планирования, контроля и обслуживания коммунальных систем постепенно уступают место интеллектуальным решениям, которые обеспечивают более гибкое, устойчивое и эффективное развитие городской среды. Концепция умного города (Smart City), которая сегодня активно реализуется как в крупных мегаполисах, так и в небольших городах, предполагает комплексную цифровую модернизацию всех сфер городской системы — транспорта, энергетики, жилищно-коммунального хозяйства, социальных услуг и природных ресурсов. Особое значение в этой структуре занимает управление водными ресурсами, поскольку вода является жизненно важным ресурсом и напрямую влияет на экономическое состояние региона, экологическую безопасность и качество жизни людей. Поэтому автоматизация водоучёта выступает важной составляющей интеллектуальной городской инфраструктуры.

Традиционные способы учёта расхода воды, несмотря на их широкое применение, имеют существенные ограничения. Они требуют ручного снятия показаний, не обеспечивают оперативной обратной связи, не позволяют своевременно обнаруживать утечки и незаконные подключения, а также не дают возможности проводить точный анализ потребления в динамике. В результате это приводит к нерациональному расходованию водных ресурсов, финансовым потерям коммунальных организаций, увеличению эксплуатационных затрат и снижению доверия со стороны пользователей. Автоматизированные системы водоучёта, напротив, используют интеллектуальные приборы измерения, технологии интернета вещей (IoT), беспроводные каналы передачи данных и цифровые аналитические платформы. Это позволяет обеспечивать непрерывный сбор информации о потреблении воды и управлять ею в режиме реального времени [1, с. 85].

Техническая основа автоматизации водоучёта заключается в использовании «умных» счётчиков, которые способны самостоятельно фиксировать объём потреблённой воды и передавать эти данные по радиоканалу, сотовой сети или через интернет на сервер коммунальной службы. Далее информация собирается и обрабатывается с применением технологий анализа больших данных и алгоритмов машинного обучения. Это позволяет не только видеть текущий уровень водопотребления, но и прогнозировать его изменения, выявлять отклонения от нормы и автоматически реагировать на возможные неисправности. Включение таких решений в единую цифровую платформу города обеспечивает их взаимодействие с другими город-

скими системами: управлением энергоснабжением, мониторингом климата, цифровыми сервисами обслуживания зданий и инженерных сетей. В результате муниципалитет получает эффективный инструмент управления ресурсами, основанный на объективных данных, а жители — точный, прозрачный и удобный механизм учёта.

Социально-экономическое значение автоматизированных систем водоучёта выходит далеко за рамки простой фиксации расхода воды. Такие системы способствуют повышению открытости тарифного регулирования, помогают снизить количество конфликтов между коммунальными службами и потребителями, формируют ответственное отношение населения к использованию водных ресурсов и уменьшают негативное воздействие на окружающую среду. Кроме того, внедрение интеллектуального учёта позволяет значительно сократить потери воды в сетях. Во многих городах России и других стран утечки достигают 30–40 % от общего объёма подачи, что приводит к серьёзным финансовым потерям для коммунальных предприятий и повышает экологические риски. Автоматизация помогает своевременно обнаруживать такие потери и снижать их, улучшая экономическую и экологическую устойчивость водохозяйственного комплекса [2, с. 44]. Экономический эффект от внедрения автоматизированных систем проявляется в снижении затрат на эксплуатацию сетей, оптимизации инвестиционных программ и повышении привлекательности коммунальной инфраструктуры для частных инвесторов в рамках государственно-частного партнёрства [3, с. 73].

Не менее важным направлением внедрения автоматизированных систем водоучёта является их влияние на управление коммунальными ресурсами. Современные цифровые платформы дают органам власти возможность осуществлять стратегическое планирование водопользования, прогнозировать потребности на долгий период, анализировать эффективность работы водопроводных сетей и оперативно реагировать на аварийные ситуации. В условиях изменения климата, роста численности населения и увеличения нагрузки на водные ресурсы такие инструменты становятся особенно необходимыми для поддержания водной безопасности и устойчивого развития городских территорий [4]. Кроме того, внедрение автоматизированных систем напрямую связано с реализацией концепции «умного управления». Эта концепция направлена на повышение открытости и прозрачности работы органов власти, расширение участия граждан в принятии решений, а также использование открытых данных для улучшения качества управленческих процессов. Таким образом, автоматизация водоучёта способствует формированию более эффективной, гибкой и ориентированной

на потребности общества системы управления коммунальными ресурсами.

Значительную роль автоматизация водоучёта играет и в развитии экосистем «умного дома» и «умного здания». Встраивание интеллектуальных водометров в системы диспетчеризации инженерного оборудования позволяет как жильцам, так и управляющим организациям не только отслеживать фактическое потребление воды, но и управлять им: задавать лимиты, формировать индивидуальные режимы использования и оперативно реагировать на возможные утечки или неисправности. Такие возможности постепенно меняют поведение пользователей, формируя более ответственное отношение к расходованию ресурсов и способствуя развитию экологической культуры, что является одним из ключевых принципов устойчивого развития.

Однако внедрение цифровых технологий в сферу водоучёта связано с рядом серьёзных трудностей. Среди основных проблем можно выделить высокие затраты на обновление и установку оборудования, необходимость унификации технических решений и протоколов передачи данных, обеспечение защиты информации и сохранности персональных данных, а также потребность в специалистах, обладающих соответствующей квали-

фикацией. Для эффективного преодоления этих проблем требуются согласованные усилия государства, муниципальных властей, бизнеса и научных организаций, направленные на совершенствование нормативной базы, стимулирование инноваций и создание механизмов инвестиционной поддержки цифровизации коммунального хозяйства. Международная практика показывает, что при комплексном подходе возможно достичь высокой степени автоматизации систем водоучёта в течение 5–7 лет и интегрировать их в общую цифровую инфраструктуру города.

Таким образом, автоматизация водоучёта представляет собой стратегическое направление развития городской инфраструктуры и важный компонент концепции умного города. Она обеспечивает рациональное использование водных ресурсов, способствует повышению эффективности коммунального хозяйства, улучшает качество жизни населения и создаёт основу для формирования устойчивой, экологически безопасной и экономически эффективной городской среды. Интеллектуальные системы водоучёта не только решают текущие задачи учёта и контроля, но и становятся платформой для развития новых сервисов и моделей взаимодействия в городской экосистеме, формируя фундамент цифрового будущего городов.

Литература:

1. Белозеров Д. Е. Сравнительный анализ информационных систем для автоматизации процесса учёта воды // Инновационные научные исследования: теория, методология, практика. — 2022. — № 4. — С. 85–92.
2. Долженко Е. В. Современные технологии, применяемые в узлах учёта водоснабжения // Научный вестник строительного комплекса. — 2021. — № 3. — С. 44–50.
3. Каландаров П. И. Инженерно-техническое обеспечение систем и автоматизация внутрихозяйственных оросительных сетей // Вестник Таджикского технического университета. — 2023. — Т. 32, № 2. — С. 73–79.
4. Учёт ресурсов по сетям LoRaWAN: решения от компании [Электронный ресурс] // Control Engineering Россия. — 6. г. — Режим доступа: <https://controleng.ru/besprovodnye-tehnologii/uchet-resursov-lorawan/> (дата обращения: 09.10.2025).

АРХИТЕКТУРА, ДИЗАЙН И СТРОИТЕЛЬСТВО

Современные организационно-технологические подходы к строительству подземных сооружений и метрополитенов

Василиц Димитрий Федорович, студент магистратуры

Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет

Современные города сталкиваются с нарастающей проблемой, которая связана с ограниченностью наземного пространства, перегруженностью транспортной системы и потребностью в развитии сложной инфраструктуры. В связи с этим, освоение подземного пространства становится не только рациональным решением, но и насущной необходимостью, которая позволяет решить проблемы градостроительства и развития городской среды. Среди всех видов подземных объектов особое место занимают метрополитены и другие крупные подземные сооружения, которые являются ключевыми элементами городской транспортной системы и обеспечивают быструю логистику и мобильность миллионов жителей.

Ключевые слова: метрополитен, строительство, подземные, сооружения.

Однако строительство таких объектов сопряжено с уникальными и чрезвычайно сложными задачами, которые отличаются от традиционного наземного строительства. В отличие от надземных работ на поверхности, при подземном строительстве проектировщикам и строителям приходится сталкиваться со сложными геологическими и гидрологическими условиями, высокой плотностью и давлением грунтов, подземными водами. При возведении таких объектов требуется минимизировать влияние на существующую городскую застройку и уже существующие подземные коммуникации, а также обеспечить высокий уровень безопасности, надежности и долговечности в условиях эксплуатации. Все перечисленные факторы требуют при изысканиях, проектировании и строительстве использования передовых технологий, глубоких инженерных знаний и точности в проведении работ.

Кроме того, не менее важным фактором, при строительстве подземных сооружений, а особенно метрополитена является поддержка со стороны государства. В Российской Федерации инвестиционная поддержка таких проектов обеспечивается через несколько государственных элементов.

Во-первых, действует распоряжение Правительства РФ от 27.11.2021 № 3363 «О транспортной стратегии Российской Федерации» до 2030 года с прогнозом на период до 2035 года [1]. Данный документ прямо ориентирует регионы на повышение транспортной доступности и связаннысти территорий, выделяет мероприятия, которые направлены на развитие метрополитена за счет предоставления субсидий на профильные объекты.

Во-вторых, с 2021 года регионы могут привлекать инфраструктурные бюджетные кредиты на льготных усло-

виях на длительный срок для крупных проектов транспортного строительства.

В-третьих, на уровне субъектов работают адресные инвестиционные программы, как например в Москве, где лимиты направляются на расширение линий и строительство новых станций метрополитена.

При поддержке государства, данные механизмы способствуют развитию подземных сооружений за счет их финансирования и постоянной координации.

Целью статьи является изучение проблем, которые возникают в рамках подземного строительства и рассмотрение современных организационно-технологических подходов к проектированию и строительству таких объектов, а в частности объектов метрополитена. Результаты исследования направлены на повышение эффективности, безопасности и снижение трудоемкости проектов в различных требованиях к городской инфраструктуре.

Специфика строительства подземных сооружений заключается в работе со средой, которая по своей структуре и природе является неоднородной и оказывает влияние на возводимые конструкции. В отличие от надземного строительства, где ключевыми факторами, оказывающими влияние на процесс строительства являются материалы, рабочие и погодные условия, при подземном строительстве возникает еще целый ряд факторов [2]. К ним относятся:

1. Геологические и геофизические свойства грунтов. Подземные работы всегда требуют проведения проектно-изыскательских работ, на основании которых определяется структура и состав грунтов, в которых будет осуществляться работа. При изысканиях на глубине устройства сооружения могут быть обнаружены слабые обводненные пески, пластиичные глины, крепкие скальные породы или

их комбинации. Каждый тип грунта обладает своими физико-механическими свойствами (прочность, деформируемость, твердость, упругость, пластичность, хрупкость, вязкость и т. д.), которые напрямую влияют на выбор методы разработки грунта.

2. Гидрологические условия. Наличие грунтовых вод значительно осложняет процесс строительства, поскольку воды могут существенно снижать прочность и устойчивость грунтов, вызвать подтопления и усложнить процесс проходки техники. Решение проблемы с грунтовыми водами довольно дорогостоящий и трудоемкий процесс, который требует мероприятий по водопонижению и устройству водонепроницаемых завес. Кроме того, агрессивность подземных вод также требует использования специализированных антикоррозийных материалов и защитных составов для покрытия конструкций [3].

3. Ограничения в условиях городской среды. Плотная застройка в городах осложняет процесс строительства, поскольку требует производить работы под жилыми домами, улицами и существующими коммуникациями. Это в свою очередь требует исключительной точности при проектировании и строительстве, чтобы минимизировать деформации поверхности и контролировать просадку фундаментов. Прокладка тоннелей и земляные работы могут создавать вибрации и шум, которые оказывают негативное влияние на жителей, что требует специальных мер по шумо- и виброзоляции.

4. Безопасность работ. Подземные работы сопряжены с повышенным риском обрушений, затоплений и прочих факторов влияющих на безопасность людей. Соответственно, это требует строжайшего соблюдения техники безопасности и мероприятий по охране труда.

Перечисленные факторы формируют высокую степень технологической сложности подземных объектов и требуют комплексного подхода, который бы учитывал сложные геологические и гидрологические условия, особенности городской застройки и повышенные требования к безопасности. В этих условиях традиционные решения не будет достаточно эффективными, поэтому возрастает необходимость применения инновационных методов, которые бы позволили обеспечить точность и высокую производственную эффективность строительства подземных сооружений [4].

В последние годы в практике отечественного и зарубежного подземного строения широкое распространение при разработке грунта получили современные и механизированные методы проходки и прокладки тоннелей. К числу таких решений относится тоннелепроходческие комплексы (ТПК) [5]. ТПК — это высокоавтоматизированные механизированные комплексы, которые предназначены для проходки тоннелей круглого сечения. Данные комплексы способны одновременно выполнять несколько операций, разрушать грунт при помощи роторного механизма, транспортировать разработанный грунт по конвейеру, отделять тоннель сборными железобетонными плитами, обеспечивать водоотведение и вентилировать сам тоннель.

Бывают несколько разных видов ТПК:

– Открытые ТПК (Open TBM): применяются для устойчивых скальных пород, не обеспечивают поддержку забоя.

– ТПК с открытой или закрытой грунтопригрузкой (EPB — Earth Pressure Balance): использует грунт в призабойном пространстве для создания противодавления, балансируя при этом внешнее давление грунта и грунтовых вод. Данный тип подходит для слабых, связанных грунтов и песков.

– Гидропригрузочные ТПК (Slurry TBM): используют бетонный раствор для поддержания устойчивости забоя. Разработанный грунт смешивается с раствором и откачивается на поверхность. Особо эффективна данная технология для водонасыщенных несвязанных грунтов.

– ТПК двойного назначения (Dual Mode TMB): Данный вид совмещает тип комплексов EPB и Slurry и дает возможность переключаться между открытым и закрытым забоем, что делает его универсальным для различных геологических условий.

Ключевыми преимуществами ТПК является:

1. Высокая скорость проходки, так как значительно превосходит традиционные методы;
2. Безопасность за счет защиты рабочих от обрушений и проникновения воды;
3. Точность при строгом соблюдении проектной трассы и профиля тоннеля;
4. Автоматизация и механизации, снижение доли ручного труда и человеческого фактора.

Практика показывает, что именно тоннелепроходческие комплексы позволяют обеспечить высокую скорость, безопасность и точность проходки тоннелей при минимальном воздействии на окружающую среду. В российской практике наиболее показательный опыт использования ТПК осуществлялся в рамках строительства Большой кольцевой линии (БКЛ) Московского метрополитена. На данном проекте использовались щиты диаметром порядка 6,3 метров, производства компаний Herrenknecht и Robbins. Данные комплексы позволили вести проходку в водонасыщенных и неоднородных грунтах, с большим содержание глины и песка. Благодаря использованию ТПК осуществляется бесперебойное прохождение тоннелей вблизи действующих линий метрополитена и инженерных сетей [6].

В северной столице нашей страны, городе Санкт-Петербурге, где строительство линий метро связано с сложнейшими гидрологическими условиями также использовались комплексы ТПК. При строительстве метро «Фрунзенская», применялись гидропригрузочные комплексы типа Slurry Shield, которые позволили работать в песчаных и плавучих грунтах, с высоким уровнем подземных вод.

В Казани на второй очереди строительства метрополитена применялись ТПК Robbins EPB, которые позволили вести проходку под историческим центром города в условиях глинистых и обводненных грунтах.

Приведенный опыт применения ТПК в России демонстрирует их высокую эффективность при строительстве в сложных и разнообразных геологических условиях. Эти

комплексы позволяют решить основные проблемы и на сегодняшний день являются неотъемлемым элементом

прогрессивных организационно-технологических решений в современном подземном строительстве.

Литература:

1. Распоряжение Правительства РФ от 27.11.2021 N 3363-р «О Транспортной стратегии Российской Федерации до 2030 года с прогнозом на период до 2035 года» URL: <https://www.consultant.ru/law/hotdocs/72217.html> (дата обращения: 23.10.2025).
2. Шуплик М. Н. Специальные способы строительства подземных сооружений // ГИАБ. 2013. № 1. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/spetsialnye-sposoby-stroitelstva-podzemnyh-sooruzheniy> (дата обращения 24.10.2025)
3. Шуплик М. Н. Анализ специальных способов строительства подземных сооружений в городских условиях // ГИАБ. 2014. № S1. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/analiz-spetsialnyh-sposobov-stroitelstva-podzemnyh-sooruzheniy-v-gorodskikh-usloviyah> (дата обращения: 25.10.2025).
4. Шашкин А. Г., Зенцов В. Н., Улицкий В. М. Развитие подземного пространства мегаполиса // Жилищное строительство. 2018. № 9. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/razvitiye-podzemnogo-prostranstva-megapolisa> (дата обращения: 26.10.2025).
5. Орехов В. В., Алексеев Г. В. Прогноз влияния строительства подземного комплекса на окружающую застройку // Вестник МГСУ. 2017. № 8 (107). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/prognoz-vliyaniya-stroitelstva-podzemnogo-kompleksa-na-okruzhayuschuyu-zastroyku> (дата обращения: 27.10.2025).
6. Деменков П. А., Беляков Н. А., Очкуров В. И. Прогноз безопасной зоны влияния строительства полузаглубленных подземных сооружений на окружающую среду // Известия ТулГУ. Науки о Земле. 2017. № 4. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/prognoz-bezopasnoy-zony-vliyaniya-stroitelstva-poluzaglublennyh-podzemnyh-sooruzheniy-na-okruzhayuschuyu-sredu> (дата обращения: 27.10.2025).

Методы строительства автомобильных дорог в зоне распространения многолетнемерзлых грунтов

Сатмухамбетов Ержан Булатбекович, студент магистратуры
Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет

В статье систематизированы и проанализированы принципы и современные методы строительства автомобильных дорог в сложных условиях многолетнемерзлых грунтов (ММГ). Рассмотрены основные принципы проектирования, проведено сравнение традиционных и инновационных подходов, применяемых в России и за рубежом, на примере опыта Китая при строительстве Цинхай-Тибетской железной дороги.

Ключевые слова: многолетнемерзлые грунты, дорожное строительство, проектирование, стабилизация грунта, термостабилизация, зарубежный опыт.

Около 65 % территории России представляет собой зону многолетнемёрзлых грунтов, освоение которой невозможно без создания надежной транспортной инфраструктуры. Многолетнемерзлый грунт является сложной и неустойчивой основой, теряющей несущую способность при оттаивании, что приводит к деформациям и разрушению дорожного полотна.

Многолетнемерзлым называется грунт, находящийся в мёрзлом состоянии более 1–2 лет. В зависимости от текстуры он подразделяется на массивный, слоистый и сетчатый. Для целей проектирования в зоне ММГ выделяют три типа местности: сухие, сырье и переувлажненные. Выбор трассы следует осуществлять по наиболее сухим участкам с устойчивыми грунтами.

В практике дорожного строительства на ММГ применяются три основных принципа проектирования земляного полотна:

— Сохранение грунтов в мерзлом состоянии на весь период эксплуатации.

— Расчет и допуск определенных деформаций при частичном оттаивании.

— Предварительное оттаивание и осушение грунта основания до начала строительства.

Выбор принципа зависит от типа местности, температурного режима ММГ и свойств грунта. Как влияет тип местности на использование принципов строительства на многолетнемерзлых грунтах можем увидеть по таблице 1.

Таблица 1. Сравнительная характеристика принципов строительства на ММГ

Критерий	Принцип I (Сохранение)	Принцип II (Допуск оттаивания)	Принцип III (Предоттаивание)
Тип местности	III (переувлажнённая)	II (сырая)	I (сухая)
Тип грунта	Глинистый, влажный	Глинистый/песчаный, менее влажный	Крупнообломочный, дренирующий
Температура ММГ	Низкотемпературные	Низкотемпературные	Высокотемпературные
Основные мероприятия	Теплоизоляция, сохранение покрова	Расчет допустимой осадки	Осушение, упрочнение техникой

Высоту насыпи следует назначать на основе расчетов на устойчивость и снегонезаносимость. На локальных по протяженности участках, проектируемых по первому и по второму принципам, где не представляется возможным обеспечить устойчивость насыпи традиционными способами, должны использоваться природные ресурсы холода: конструктивно-технологические решения с защитными навесами, ступенчатыми откосами, вертикальными ступенями, боковыми охлаждающими грунтовыми массивами, системой охлаждающих труб и т. д.

Водоотводные канавы следует проектировать на устойчивых основаниях, сложенных непросадочными грунтами. При этом дно и откосы канав (куветов), устраиваемых в легкоразмываемых грунтах, должны быть укреплены.

На участках с подземными льдами, а также с сильноупичинистыми грунтами, залегающими в пределах двойной мощности сезонно-тающего слоя, следует избегать применения водоотводных и нагорных канав. В таких случаях для отвода воды на косогорных участках следует предусматривать бермы или нагорные валики, а на равнинных участках — фильтрующие водоперепуски (дрены).

Дорожные одежды должны проектироваться с учетом стадийности строительства. Следует устраивать до-

рожную одежду в одну стадию при первом принципе проектирования и в две стадии — при втором принципе проектирования.

Для участков с особо сложными мерзлотно-грунтовыми условиями (наличие термокарста, крупных включений подземного льда, бугров пучения, солифлюкции, наледей, подтопляемых речных пойм и термокарстовых озер) следует разрабатывать варианты индивидуального проектирования. [1]

На особо сложных участках, помимо традиционных методов, применяются природные ресурсы холода: защитные навесы, ступенчатые откосы, системы охлаждающих труб и термосифоны.

Зарубежный опыт, в частности китайский проект Цинхай-Тибетской железной дороги, демонстрирует успешное применение современных технических решений. Для стабилизации земляного полотна использовались солнцеосадкозащитные навесы (рис. 1) и насыпи с поперечными охлаждающими трубами с автоматическими заслонками (рис. 2), что позволило понизить температуру грунта на 3–5°C. Однако массовая установка термосифонов (около 5 млн шт.) не всегда обеспечивает надежную стабилизацию из-за ограниченного радиуса их действия (1,5–2 м). [2]

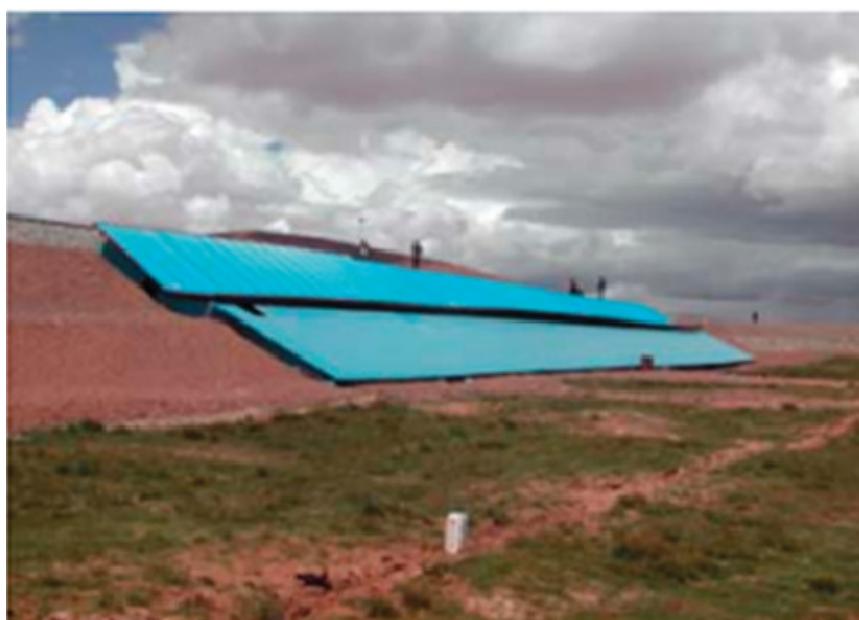


Рис. 1. Солнцеосадкозащитные навесы на откосах земляного полотна Цинхай-Тибетской ж. д. на участке льдистых грунтов в основании, 12 августа 2006 г.



Рис. 2. Поперечные вентилируемые трубы в основании земляного полотна Цинхай-Тибетской ж. д. на участках ладистых грунтов: а — пластиковые, б — железобетонные, автоматически закрывающиеся крышками (фото профессора Ню Фуджина)

Таким образом, развитие методов дорожного строительства в зоне ММГ является стратегически важной задачей для России. Накопленный отечественный и международный

опыт, включая как традиционные, так и инновационные подходы, создает прочную основу для надежного освоения арктических и северных регионов страны.

Литература:

1. ГОСТ 33149–2014. Дороги автомобильные общего пользования. Правила проектирования автомобильных дорог в сложных условиях. — Введ. 2015–12–01. — Москва: Стандартинформ, 2015. — 44 с.
2. Кондратьев В. Г. Опыт строительства и проблемы стабильности земляного полотна Цинхай-Тибетской железной дороги на участках вечной мерзлоты // Транспорт Российской Федерации. — 2009. — № 6 (25). — С. 52–55.

БИОЛОГИЯ

Наложение звука ацтекского «свистка смерти» на запись крика дельфина

Лысенко Татьяна Георгиевна, врач
ГУЗ «Поликлиника № 4» г. Волгограда

Валов Георгий Георгиевич, врач-психиатр
Волгоградская областная психиатрическая больница № 1

В статье описан эксперимент по наложению звука ацтекского «свистка смерти» на звук крика дельфина, проведённый с помощью компьютерной программы Audacity, и проанализированы полученные результаты.

Ключевые слова: звук ацтекского «свистка смерти», звук крика дельфина.

Superimposing the sound of an Aztec death whistle onto a recording of a dolphin's cry

The article describes an experiment on overlaying the sound of the Aztec death whistle on the sound of a dolphin's cry, conducted using the Audacity computer program. The obtained results are analyzed.

Keywords: Aztec death whistle, dolphin's vocalization.

Люди с древних времён интересовались разнообразными звуками природы (пением птиц, рычанием зверей, «музыкой космоса» и др.); пытались узнать, как, услышав определённые звуки, поведут себя собаки, птицы, насекомые; увеличивали, уменьшали громкость или видоизменяли звуки. Подобные исследования проводили многие отечественные и зарубежные учёные. Российские и советские исследователи внесли огромный вклад в изучение звука, акустики и смежных областей. Их работы посвящены как вопросам фундаментальной теории, так и практическим аспектам, однако нами не были обнаружены исследования, посвящённые возможному эксперименту по наложению звука ацтекского «свистка смерти» на звук крика дельфина.

В 1990 году исследователи обнаружили в Мексике глиняные свистки, выполненные в форме человеческого черепа. Эти артефакты, издающие звук, который напоминает крик, предположительно оказывали специфическое воздействие на психоэмоциональное состояние человека: в частности, усиливали чувство тревожности и страха. Примечательно, что место находки ассоциировалось с ритуальными практиками ацтеков, в том числе человеческими жертвоприношениями.

С целью изучения нейропсихологического воздействия так называемых свистков смерти учёные из Швейцарии провели серию экспериментальных исследований. Результаты продемонстрировали следующий ключевой

феномен: мозг воспринимает издаваемые свистками звуки одновременно как естественные и искусственные. Эта двойственность сигнала приводит к особому режиму обработки информации: внимание слушателя полностью захватывается звуковым стимулом; когнитивная система активизирует более тщательный анализ воспринимаемого сигнала; усиливается эмоциональное восприятие звука; стимулируется работа воображения, поскольку мозг стремится найти объяснение звуковому феномену, в том числе в символическом контексте. На основании полученных данных исследователи выдвинули обоснованное предположение о функциональном назначении данных артефактов: вероятно, «свистки смерти» использовались в религиозных ритуалах — прежде всего в церемониях, связанных с жертвоприношениями. Их акустические свойства могли играть ключевую роль в создании особой психоэмоциональной атмосферы, необходимой для проведения сакральных обрядов [1].

Дельфины — млекопитающие инфраотряда китообразных. В систематике выделяют две основные их группы: это морские дельфины, относящиеся к семейству дельфиновых, и их пресноводные собратья, объединяемые в нетаксономическую группу речных дельфинов. Основу рациона этих животных составляет мелкая рыба. В древности дельфины почитались как священные животные, в античной культуре выступали как символ мудрости, помощники богов и людей; их считали проводниками душ

умерших в загробный мир. Изображения дельфинов часто встречались на монетах, ювелирных изделиях и фресках, олицетворяя силу, справедливость, интеллект и тайные знания. Этих обитателей морей также изображали на геммах (цветных камнях узорчатой текстуры) и изделиях из глины или гипса. Отдельным примером художественного осмысливания данного образа служит красноглиняный светильник, на щите которого изображён Эрот, восседающий на дельфине [2].

Известно, что дельфины не боятся человека. Также эти животные способны издавать эхолокационные сигналы — с их помощью они исследуют окружающую обстановку и обнаруживают препятствия. Кроме того, дельфины используют так называемый свист. Посредством этих сигналов они передают друг другу информацию о своём состоянии. Среди их звуковых сигналов есть те, что обозначают приветствие, прощание или говорят о беспокойстве. Благодаря подобным звуковым сигналам дельфины могут распознавать членов своего клана. Научно доказано, что каждый дельфин имеет собственное имя, которое получает сразу после рождения, и откликается на него всю жизнь [3]. Акустические сигналы дельфинов разнообразны и являются основным средством, обеспечивающим осуществление их сложного согласованного социального поведения

(добыча корма, защита от хищников и т. п.), необходимым для навигации, поддержания связи между особями, которые находятся на расстоянии друг от друга, а также для получения информации об окружающей среде.

В исследовательских целях нами была предпринята попытка наложить искусственный звук ацтекского «свистка смерти» на естественный звук крика дельфина. Подобный эксперимент в доступной нам научной литературе описан не был. Материалом для исследования послужили 600 аудиозаписей звука ацтекского «свистка смерти» и 600 аудиозаписей крика дельфина. В среднем громкость ацтекского свистка колебалась в диапазоне 100–145 кГц при мощности 65 дБ, средняя громкость крика дельфина — в диапазоне 100–120 кГц при мощности 50 дБ. Для проведения эксперимента использовались: программа Audacity, установленная на персональном компьютере Fujitsu, а также два калиброванных шумомера: UNIT UT-353 и RGK SM-20. Эксперимент состоял из двух этапов: 1) в программу Audacity импортировалась для последующей обработки исходная аудиодорожка с криком дельфина; 2) на полученную запись накладывалась вторая аудиодорожка — со звуком ацтекского «свистка смерти»; результатом их суммирования стала совмещенная аудиодорожка для последующего анализа результирующего сигнала.



Рис. 1. Крик дельфина



Рис. 2. Звук ацтекского свистка смерти



Рис. 3. Наложение этих звуков

Полученные данные позволяют сделать вывод, что интенсивные звуки ацтекского свистка полностью маскируют более слабый звук крика дельфина. В результате воспринимаемый сигнал искажается и воспринимается как какофония, шум, скрежет, хрип. Ключевой вывод исследования таков: накладываемые звуковые волны суммируются, что приводит к двум типам интерференции: 1) конструктивной (наблюдается при сложении положительных амплитуд, когда гребни волн совпадают) и 2) деструктивной (возникает, когда гребень одной волны находится в противофазе относительно другой). В ходе эксперимента

были зафиксированы следующие параметры результирующего сигнала: частота — 135 кГц, мощность — 66 дБ. При анализе частотных колебаний выявлены биения волн — эффект, возникающий при сложении двух гармонических колебаний с близкими частотами. Киллинга в ходе эксперимента не наблюдалось.

Проведённое нами и описанное в данной статье исследование выявляет ключевые закономерности акустического взаимодействия разнородных сигналов и создаёт основу для дальнейших изысканий в области звуковой интерференции и маскировки.

Литература:

1. Писаренко, Д. Звуки ада. Учёные проверили, как ацтекские «свистки смерти» влияют на мозг / Д. Писаренко // Aif.ru. — URL: <https://aif.ru/society/science/zvuki-ada-uchyonye-proverili-kak-actekskie-svistki-smerti-vliyayut-na-mozg> (дата обращения: 19.11.2025).
2. Zhuravlev, D. Lamps from Chersonesos in the State Historical Museum / D. Zhuravlev, L. Chrzanovski. — Roma: L'Erma di Bretschneider, 1998. — 213 p. — URL: https://www.academia.edu/2087520/L_Chrzanovski_D_Zhuravlev_Lamps_from_Chersonesos_in_the_State_Historical_museum_Moscow_1998 (дата обращения: 19.11.2025).
3. Рябов, В. А. Изучение акустических сигналов и предполагаемого разговорного языка дельфинов / В. А. Рябов // Научно-технические ведомости СПбГПУ. Физико-математические науки. — 2016. — № 3 (248). — С. 88–100. — URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/izuchenie-akusticheskikh-signalov-i-predpolagaemogo-razgovornogo-yazyka-delfinov> (дата обращения: 19.11.2025).

Как микробы выживают в экстремальных условиях: жизнь в космосе и глубинах океана

Райимкулова Камилла Айдеркизи, студент
Научный руководитель: Шайкулов Хамза Шодиевич, зав. кафедрой
Университет Зармед (г. Самарканд, Узбекистан)

В статье рассматриваются особенности существования микроорганизмов в экстремальных условиях, таких как глубины океана и космическое пространство. Описаны типы экстремофильных бактерий, их адаптационные механизмы и биохимические особенности, обеспечивающие устойчивость к высоким температурам, давлению, радиации и вакууму. Особое внимание уделено видам, способным выживать при температурах выше 100 °С и сохранять жизнеспособность в открытом космосе. Показано значение изучения экстремофилов для биотехнологии, медицины и астробиологии, а также для понимания возможного происхождения жизни во Вселенной [1, с. 1; 2, с. 98].

Ключевые слова: экстремофилы, микроорганизмы, космос, глубины океана, термофильные бактерии, барофильные микроорганизмы, выживание, адаптация, панспермия, биотехнология, астробиология.

Введение: Микроорганизмы являются древнейшими формами жизни на Земле и способны существовать в самых разнообразных условиях окружающей среды. Особенно удивляют те из них, кто способен выживать там, где жизнь человека невозможна: в кипящей воде, при огромном давлении, в условиях радиации или полного отсутствия кислорода [3, с. 206]. Такие организмы называются экстремофилами.

Изучение экстремофильных микроорганизмов актуально для биотехнологии, медицины и космических исследо-

ваний [7, с. 2]. Особое внимание уделяется жизни в глубинах океана, где преобладает высокая температура и давление, и существованию микробов в космосе, где царят радиация, вакуум и резкие перепады температур [1, с. 2; 8, с. 3].

Цель исследования: Целью исследования является изучение механизмов выживания микроорганизмов в экстремальных условиях — в глубинах океана и в космосе, а также определение биологических особенностей, обеспечивающих их устойчивость к высоким температурам, давлению, радиации и вакууму [3, с. 210].

Материалы и методы:

Исследование основано на анализе современных публикаций и экспериментальных данных по выживанию экстремофильных микроорганизмов в глубинах океана и космосе [4, с. 88; 6, с. 1].

Методы исследования включают:

1. Анализ и обобщение научной литературы по теме экстремофильных микробов.
2. Сравнительный метод для выявления общих и отличительных черт адаптаций микробов.
3. Систематизацию данных о механизмах устойчивости бактерий к физико-химическим факторам.
4. Обзор экспериментальных результатов космических миссий и глубоководных экспедиций [2, с. 100; 9, с. 75].

Результаты и обсуждение:**1. Микроорганизмы в глубинах океана**

Вблизи гидротермальных источников океанов были обнаружены термофильные и барофильные микроорганизмы, способные выживать при температурах от 80 до 120 °C и давлениях до 300 атмосфер [3, с. 212; 5, с. 214].

Примеры:

- *Pyrolobusfumarii* — архея, способная расти при температурах до 113 °C [3, с. 215].
- *Thermococcusbarophilus* — бактерия, устойчившая к высоким давлениям [3, с. 218].
- *Methanopyruskandleri* — метанообразующая архея, обитающая в экстремально горячих источниках [4, с. 88].

Эти микроорганизмы используют хемосинтез для получения энергии из неорганических соединений, таких как сера или водород, и имеют мембранные и ферменты, устойчивые к высокой температуре и давлению [5, с. 215].

2. Выживание микроорганизмов в космосе**Литература:**

1. Kawaguchi E., et al. Molecular repertoire of *Deinococcusradiodurans* after one year of exposure outside the International Space Station within the Tanpopo mission // *Microbiome*. 2020. Vol. 8, Article 150.
2. Kobayashi Y., Kikuchi M., Nagaoka S., Watanabe H. Recovery of *Deinococcusradiodurans* from radiation damage was enhanced under microgravity // *Biological Sciences in Space*. 1996. Vol. 10, No. 2, P. 97101.
3. Zeng X., Alain K., Shao Z. Microorganisms from deep-sea hydrothermal vents // *Mar Life Sci Technol*. 2023. Vol. 5, No. 2, P. 204230.
4. Grosche A., Selci M., Smedile F. et al. The chemosynthetic biofilm microbiome of deep-sea hydrothermal vents across space and time // *Environmental Microbiome*. 2025. Vol. 20, Article 88.
5. Girguis P. R., Holden J. F. On the potential for bioenergy and biofuels from hydrothermal vent microbes // *Oceanography*. 2012. Vol. 25, P. 213217.
6. Cooper K., SPACE.com. Earthly Microbes Might Survive on Mars for Hundreds of Millions of Years // *Scientific American*. 2022. Oct 27.
7. Milojevic T., Weckwerth W. Molecular Mechanisms of Microbial Survivability in Outer Space: A Systems Biology Approach // *Front. Microbiol*. 2020. Vol. 11.
8. Mora M., Perras A., Alekhova T. A. et al. Resilient microorganisms in dust samples of the International Space Station — survival of the adaptation specialists // *Microbiome*. 2016. Vol. 4, Article 65.
9. Liu R., Wei X., Song W. Novel Chloroflexi genomes from the deepest ocean reveal metabolic strategies for the adaptation to deep-sea habitats // *Microbiome*. 2022. Vol. 10, Article 75.
10. Kaur J., Kaur J., Nigam A. Extremophiles in Space Exploration // *Indian J. Microbiol*. 2024. Vol. 64, No. 2, P. 418428.
11. Patel S. Microbes in extreme environments: Life finds a way // *J Micro Curr Res*. 2023. Vol. 7, No. 6, P. 181.
12. Kato C., Takai K. Piezophiles: Microbial Adaptation to the Deep-Sea Environment // in *EOLSS Encyclopedia*. 2019.

Эксперименты на Международной космической станции показали, что споры *Bacillussubtilis* и бактерии *Deinococcusradiodurans* сохраняют жизнеспособность в открытом космосе до нескольких лет [1, с. 1; 8, с. 3].

Механизмы устойчивости включают:

- Восстановление ДНК с помощью специализированных ферментов [1, с. 2].
- Формирование многослойных клеточных стенок [7, с. 4].
- Переход в состояние анабиоза с минимальной активностью метаболизма [8, с. 5].

Результаты подтверждают гипотезу панспермии — возможности переноса жизни между планетами [6, с. 1; 12, с. 2].

3. Научное и практическое значение

Изучение экстремофильных микроорганизмов важно для:

- Разработки устойчивых ферментов для биотехнологии [9, с. 75].
- Создания новых антибиотиков и препаратов [10, с. 419].
- Моделирования условий возможной жизни на Марсе и спутниках Юпитера [13, с. 2; 14, с. 1].

Выводы: Микроорганизмы демонстрируют удивительные способности адаптироваться к экстремальным условиям: высокой температуре, давлению, радиации и вакууму [1, с. 2; 3, с. 218].

Изучение экстремофильных бактерий и архей важно для биотехнологии, медицины и астробиологии, расширяет понимание границ жизни на Земле и даёт основания предполагать существование жизни за её пределами [4, с. 88; 7, с. 4].

13. Fujita K., Kurosawa K., Genda H. Assessment of the probability of microbial contamination for sample return from Martian moons I: Departure of microbes from Martian surface // arXiv. 2019.
14. Correll R. R., Worden S. P. Engineering Microbial Symbiosis for Mars Habitability // arXiv. 2025.
15. Carter S. Microbes in Extreme Environments: Life at the Limits and Its Biotechnological Applications // J MicrobioCurr Res. 2025. Vol. 9, No. 1, P. 248.

МЕДИЦИНА

Оценка уровня мертворождений у детей в возрасте до одного года и анализ причин их возникновения

Абдигапар Зарина Балкыбайкызы, интерн;

Дулат Зарина Куандыккызы, интерн;

Мусанова Актилек Мырзаликкызы, интерн;

Нурлан Алибек Нурланулы, интерн;

Сарманова Аяулым Максаткызы, интерн;

Серикбай Дарина Серикбайкызы, интерн;

Тынысбекова Айдана Бауыржанкызы, интерн

Научный руководитель: Зрячев Владимир Михайлович, ассистент профессора

Казахский национальный медицинский университет имени С. Д. Асфендиярова (г. Алматы, Казахстан)

Ключевые слова: младенческая смертность, мертворождение, перинатальная смертность, неонатальная смертность, здоровье ребенка, перинатальная статистика.

Актуальность исследования

Мертворождение и смертность детей в возрасте до одного года остаются одними из ключевых проблем современной перинатальной медицины. По данным международных источников, значительная часть случаев перинатальной смертности относится к категориям, которые потенциально можно было бы предотвратить при своевременном антенатальном наблюдении, раннем выявлении факторов риска и проведении профилактических мероприятий [1]. Доказано, что такие биологические и поведенческие факторы, как курение во время беременности, возраст матери старше 35 лет, ожирение, железодефицитная анемия, а также короткий интервал между беременностями существенно повышают вероятность мертворождения и ранней неонатальной смерти [2, 3].

В последние годы международные эпидемиологические тенденции лишь подчеркивают значимость проблемы. Так, в 2023 году в мире зарегистрировано около 1,9 млн случаев мертворождения, и примерно 40 % из них приходились на период родоразрешения [11, 12]. Дополнительным негативным фактором стал COVID-19: установлено, что у беременных, инфицированных SARS-CoV-2, риск мертворождения увеличивается до 1,8 раза [10].

Несмотря на то что в Казахстане наблюдается снижение смертности детей первого года жизни, сохраняются значительные региональные различия, социально-экономические диспропорции и влияние факторов, связанных с состоянием здоровья беременных женщин. Все перечис-

ленное подтверждает актуальность научного изучения смертности детей в возрасте до одного года.

Цель исследования

Оценить уровень смертности детей в возрасте до одного года и выявить ведущие причины и детерминанты, влияющие на данный показатель.

Задачи исследования

1. Провести аналитический обзор зарубежной научной литературы о факторах, определяющих смертность детей первого года жизни, и сопоставить мировые тенденции с актуальными данными.

2. Изучить динамику младенческой смертности в Казахстане за последние семь лет, включая показатели перинатальной, ранней неонатальной и постнеонатальной смертности, а также выполнить межрегиональное сравнительное исследование.

3. Определить основные причины перинатальной и ранней неонатальной смертности детей первого года жизни.

4. Проанализировать эпидемиологические характеристики младенческой смертности, оценить причины и последствия выявленных тенденций, сопоставив их с международными данными.

Использованные данные:

— Статистические сведения, предоставленные Городским перинатальным центром № 4 г. Алматы;

— Аналитические материалы международных организаций, применённые для сопоставления национальных показателей с глобальными трендами.

Период и масштаб исследования

В исследование включены следующие категории данных:

- случаи мертворождения;
- показатель смертности детей в возрасте до одного года;
- информация о новорождённых с гестационным сроком 22 недели и более.

Основной временной интервал исследования:
01.01.2025–30.09.2025.

Дополнительно была изучена **динамика за предыдущие 7 лет** для определения устойчивых тенденций и временных изменений.

Географическое покрытие:

— **Национальный уровень** — Республика Казахстан, сравнительный анализ региональных различий;

— **Локальный уровень** — статистические данные № 4 Городского перинатального центра г. Алматы.

Критерии отбора данных

Критерии включения:

— данные, официально зарегистрированные в государственных реестрах;

— подтверждённые сведения о мертворождениях и смертности детей до 1 года;

— информация о новорождённых с гестационным возрастом ≥ 22 недель;

— статистические материалы за 2025 год и архивные данные за последние семь лет.

Критерии исключения:

- записи с неполной или сомнительной информацией;
- случаи, не относящиеся к возрастной категории (дети старше 1 года);
- сведения, не подтверждённые официальными источниками;
- данные частных медицинских организаций, отсутствующие в государственном реестре.

Тип исследования

Ретроспективное исследование, основанное на анализе статистических данных.

Компоненты исследования

Представленное исследование направлено на комплексную оценку частоты мертворождений и смертности детей в возрасте до одного года, а также на выявление ключевых факторов, влияющих на формирование этих показателей. Работа выполнена в ретроспективном формате и основана на анализе официально зарегистрированной статистической информации.

При подготовке материалов использовались следующие источники данных:

— ежегодные официальные государственные отчёты «Здоровье населения Республики Казахстан и деятельность организаций здравоохранения», публикуемые Ко-

Таблица 1. Материалы и методы исследования

Задачи исследования	Методы	Используемые материалы
Провести аналитический обзор международных научных работ по детерминантам смертности детей до одного года и сопоставить мировые тенденции с актуальными данными.	Библиографический анализ	Обзор выполнен на основе 16 источников литературы. Поисковый анализ проводился в базах PubMed, Scopus, "Вестник КазНМУ", Google Scholar и CyberLeninka. Период поиска — последние 5 лет (2020–2025). Ключевые слова: младенческая смертность, мертворождение, перинатальная смертность, неонатальная смертность, здоровье ребёнка, перинатальная статистика.
Исследовать динамику младенческой смертности в Казахстане за последние семь лет, включая перинатальную, раннюю неонатальную и постнеонатальную смертность, а также провести межрегиональный сравнительный анализ.	Информационно-аналитический метод, сравнительный анализ	Ежегодные официальные отчёты «Здоровье населения Республики Казахстан и деятельность организаций здравоохранения», публикуемые Комитетом по статистике Министерства здравоохранения РК.
Определить ведущие причины перинатальной и ранней неонатальной смертности детей первого года жизни.	Информационно-аналитический метод, ретроспективный анализ	Статистические данные Городского перинатального центра № 4 г. Алматы.
Проанализировать эпидемиологические характеристики младенческой смертности, оценить причины и последствия выявленных тенденций, сопоставить результаты с международными данными.	Статистическая обработка данных	Информация международных организаций, использованная для сравнения национальных показателей с глобальными тенденциями.

митетом по статистике Министерства здравоохранения Республики Казахстан.

Результаты исследования и обсуждение

Современные научные данные показывают, что показатели мертворождений и смертности детей первого года жизни формируются под влиянием различных взаимосвязанных факторов. Основу этих факторов составляют биологические механизмы, состояние здоровья матери, социально-экономические условия и особенности её образа жизни. Международные исследования подтверждают, что значительную часть перинатальной смертности можно предотвратить при своевременном медицинском наблюдении, раннем выявлении осложнений беременности и контроле устранимых факторов риска [2].

Доказано, что курение женщины во время беременности значительно повышает вероятность антенатальной гибели плода — примерно на 47 % (OR 1,47; 95 % CI 1,37–1,57) [1]. Это связано с нарушением плацентарного кровотока, хронической гипоксией и снижением доставки кислорода к плоду.

Возраст матери старше 35 лет также рассматривается как значимый фактор риска. Возрастные изменения сосудистой системы и особенности метаболизма могут ухудшать плацентарное кровообращение и негативно отражаться на состоянии плода [3].

Избыточная масса тела и ожирение повышают вероятность акушерских и перинатальных осложнений, таких как гестационный диабет, преэклампсия, плацентарная недостаточность. Эти состояния увеличивают риск мертворождений и ранней детской смертности [4].

Согласно результатам исследований, железодефицитная анемия у беременных повышает риск ранней неонатальной смертности, что объясняется гипоксией и повышенной восприимчивостью к инфекциям [5].

Короткий интервал между беременностями (менее 6 месяцев) является неблагоприятным фактором, поскольку организм женщины не успевает полностью восстановиться. Это повышает вероятность перинатальных осложнений, мертворождений и повышенной смертности детей до одного года [6].

Наличие мертворождения в анамнезе значительно увеличивает риск повторения неблагоприятного исхода при последующих беременностях, поэтому информация о предыдущих родах является важным прогностическим показателем [7].

Влияние метаболических нарушений также подтверждено: особенно высок риск при гестационном диабете, если отсутствует адекватный контроль уровня глюкозы и присутствует беременная гипертензия. Такие состояния увеличивают вероятность антенатальной гибели плода [8].

Социальные факторы также играют значительную роль. Низкий уровень жизни, ограниченный доступ к медицинской помощи и недостаточная информированность беременных женщин приводят к росту перинатальных потерь [9].

Пандемия COVID-19 в последние годы также оказалась влияние на показатели перинатального здоровья. По данным мета-анализа Clinical manifestations, risk factors, and maternal and perinatal outcomes of COVID-19 in pregnancy, у беременных, инфицированных SARS-CoV-2, риск мертворождения повышается до 1,8 раза (95 % CI 1,38–2,37). Это связано с нарушениями системы коагуляции, эндотелиальной дисфункцией и воспалительными изменениями в плаценте [10].

Обзор литературы показывает, что многие причины мертворождений и ранней детской смертности связаны с факторами, которые поддаются профилактике. Регулярное антенатальное наблюдение, своевременный скрининг осложнений, лечение хронических заболеваний у беременных, ограничение курения и социально ориентированные меры являются ключевыми инструментами снижения перинатальной смертности.

По данным мировых отчётов, несмотря на снижение показателей мертворождений и смертности детей с 1990 года, доля смертей среди новорождённых остаётся значительной. В 2023 году большинство смертей детей до пяти лет приходилось именно на возраст до одного года [13].

В том же году в мире зарегистрировано около 1,9 млн случаев мертворождений, что соответствует уровню 14,3 на 1000 рождений. Большая часть этих случаев относится к категории предотвратимых. Установлено, что свыше 40 % мертворождений происходит во время родов. В связи с этим ВОЗ обозначила цель — к 2030 году снизить показатель мертворождений до уровня 12 на 1000 рождений [11, 12].

Несмотря на то, что в последние годы в Казахстане отмечается снижение смертности детей в возрасте до одного года, по регионам наблюдаются существенные различия. Согласно международным статистическим сводкам, уровень смертности по годам выглядел следующим образом: 2020 г. — 8,0 на 1000, 2021 г. — 7,9 на 1000, 2022 г. — 7,7 на 1000, 2023 г. — 7,6 на 1000. По данным национальной статистики, в 2023 году зарегистрировано 2 998 случаев смерти детей первого года жизни, а рассчитанный показатель составил примерно 7,67 на 1000 [13,14].

Открытые данные за 2024 год демонстрируют дальнейшее уменьшение показателя до уровня 6,4–6,5 на 1000, что, вероятно, связано с усилением профилактических мероприятий и улучшением качества медицинской помощи [15].

Анализ, проведённый на клиническом уровне, показывает наличие межрегиональных и межурожденческих различий в уровне перинатальной и ранней неонатальной смертности. Например, отчёты отдельных крупных перинатальных центров фиксируют снижение перинатальной смертности в 2021–2023 годах (с 8,2 до 7,2), что может свидетельствовать о повышении качества медицинских услуг и эффективности скрининговых программ [15]. Однако, в ряде регионов значения по-прежнему остаются высокими и существенно различаются между областями [12,14].



Рис. 1. Соотношение случаев мертворождения по данным ВОЗ

Систематические мета-анализы подтверждают, что употребление табачных изделий во время беременности повышает риск антенатальной гибели плода — в среднем на 47 % ($OR \approx 1,47$; 95 % CI 1,37–1,57) [1]. Отечественные исследования также указывают на негативное влияние табакокурения на исходы беременности, хотя величина риска может варьировать с учётом региональных особенностей [1, 14].

Кроме того, перенесённая во время беременности инфекция SARS-CoV-2 повышает вероятность мертворождения примерно в 1,8 раза (95 % CI 1,38–2,37) [10,11].

Согласно аналитическому обзору World Development Indicators Database, возраст матери старше 35 лет статистически значимо увеличивает вероятность перинатальных осложнений и мертворождений; этот фактор признан важным в большинстве международных исследований [13].

На основании проведённого анализа можно утверждать, что для Казахстана приоритетными направлениями остаются усиление перинатального наблюдения, расширение программ скрининга, улучшение контроля хронических заболеваний у беременных, активизация профилактики табакокурения и внедрение специали-

зированных протоколов на случай инфекционных заболеваний, включая COVID-19. Международный опыт показывает, что качественная перинатальная помощь и своевременное акушерское вмешательство способны предотвратить более 40 % случаев мертворождения, происходящих непосредственно во время родов [12, 11].

На втором этапе научной работы был выполнен анализ статистических данных Министерства здравоохранения Республики Казахстан, представленных в официальных ежегодных отчётах «Здоровье населения Казахстана и деятельность организаций здравоохранения» за период 2017–2024 гг. Основной задачей являлось исследование изменений уровней мертворождений и перинатальной смертности, а также выявление особенностей их динамики. Использование унифицированных отчётных форм позволило обеспечить сопоставимость и объективность данных [16].

При анализе статистики выявлено устойчивое снижение уровня антенатальных мертворождений. В 2017 году показатель составлял 7,9‰ на 1000 живых и мёртвых рождений, а к 2024 году снизился до 5,9‰, что свидетельствует о положительных тенденциях в системе перинатального наблюдения и оказания медицинской помощи.



Рис. 2. Антенатальный уровень мертворождений в Казахстане за 2017–2024 гг. по данным МЗ РК (число случаев на 1000 живых и мёртвых рождений)

Пандемия 2020 года характеризовалась временным ростом показателя антенатальной гибели плода до 8,4%. Вероятно, это связано с затруднённым доступом беременных женщин к медицинской помощи, ограничением плановых консультаций, поздним выявлением осложнений беременности и высокой нагрузкой на стационары в период COVID-19. Начиная с 2021 года уровень антенатальных мертворождений вновь начал снижаться. В 2022–2024 гг. отмечается выраженное улучшение, и к 2024 году показатель достиг минимального значения за последние восемь лет — 6,6%. Этот положительный результат отражает улучшение качества перинатальной помощи, обновление клинических протоколов ведения беременности, расширение пренатальных скринингов и усиление работы с группами риска.

В целом за анализируемый период снижение антенатальной смертности плода превысило 25 %. Это свидетельствует об эффективности государственных программ в сфере охраны материнства и детства, повышении качества перинатальной помощи и совершенствовании системы наблюдения за беременными.

Официальные статистические отчёты Министерства здравоохранения Республики Казахстан за 2017–2024 годы также демонстрируют стабильную тенденцию к снижению общего уровня мертворождений. Если в 2017 году показатель составлял 9,3% на 1000 живых и мёртвых рождений, то к 2024 году он уменьшился до 6,6%.

Снижение уровня мертворождений за восемь лет составило около 29 %, что отражает улучшение качества перинатальных услуг, повышение эффективности национальных программ по защите здоровья матерей и детей, а также укрепление материально-технической базы учреждений.

Временное повышение показателя в 2020 году до 9,3% объясняется влиянием пандемии COVID-19. Ограничение доступности плановой и экстренной акушерской помощи, затруднённое наблюдение беременных и нарушения в маршрутизации медицинских услуг могли способствовать ухудшению перинатальных исходов.

С 2021 года уровень мертворождений вновь стал снижаться. Наиболее заметная положительная динамика на-

блодалась в 2022–2024 годах, и к 2024 году показатель достиг 6,6% — минимального значения за оценочный период. Улучшения обусловлены расширением скрининговых программ, совершенствованием ведения беременных, повышением качества работы с группами риска и модернизацией перинатальных учреждений.

Следующим этапом анализа стал комплексный показатель, включающий мертворождённых и умерших в первые 0–6 суток жизни новорождённых.

В период 2017–2019 годов наблюдалось постепенное, хотя и умеренное снижение показателя — с 11,6% до 11,4%. В 2020 году произошло временное увеличение до 11,9%, что, вероятно, связано с ограничениями в доступе к медицинской помощи беременным в условиях пандемии COVID-19.

С 2021 года началось постепенное улучшение, а в 2022–2024 гг. отмечена выраженная положительная динамика: к 2024 году показатель снизился до 8,2%. В целом за восемь лет снижение составило около 29 %. Улучшение связано с повышением качества наблюдения беременных, внедрением современных перинатальных технологий, расширением скрининга и совершенствованием алгоритмов работы с пациентками групп риска.

Особое внимание удалено показателю ранней неонатальной смертности — числу умерших в возрасте 0–6 суток на 1000 живорождённых.

В 2017–2019 годах отмечалось небольшое повышение, и в 2019 году показатель достиг 2,7%. В 2020–2021 годах уровень ранней неонатальной смертности оставался высоким, что связано с влиянием пандемии COVID-19 на качество ведения беременности, родов и доступность неонатальной помощи.

В 2021 году показатель увеличился до 3,0%, что стало максимальным значением за весь период анализа.

С 2022 года ситуация значительно улучшилась: уровень ранней неонатальной смертности последовательно снизился с 2,7% до 2,2%, а затем до 1,6%. Значение 2024 года — 1,6% — является самым низким за восемь лет. Общая динамика показывает снижение на 33 %. Эти достижения связаны с улучшением качества реанимационной помощи новорождённым, обновлением обору-

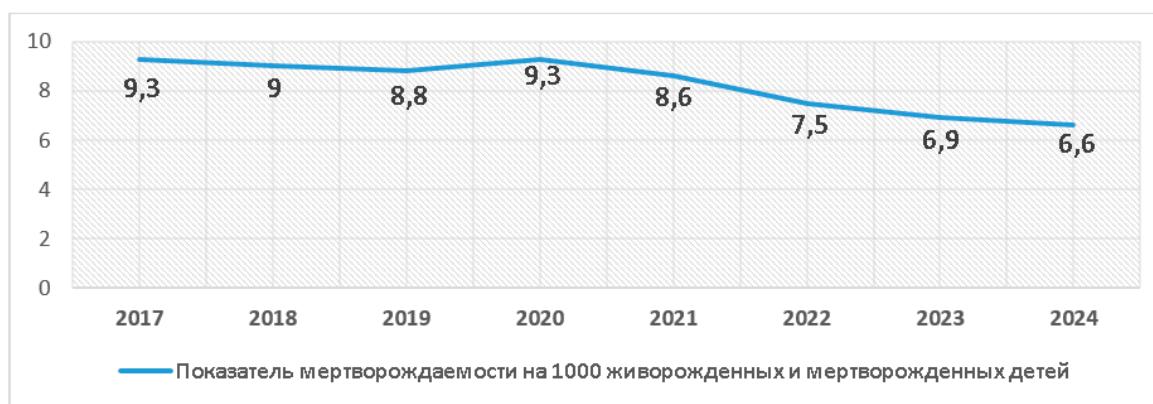


Рис. 3. Показатель мертворождений на 1000 живых и мёртвых рождений в 2017–2024 гг. (по данным МЗ РК)



Рис. 4. Показатель мертворождений и ранней неонатальной смертности (0–6 суток) на 1000 живых и мёртвых рождений в 2017–2024 гг. (по данным МЗ РК)

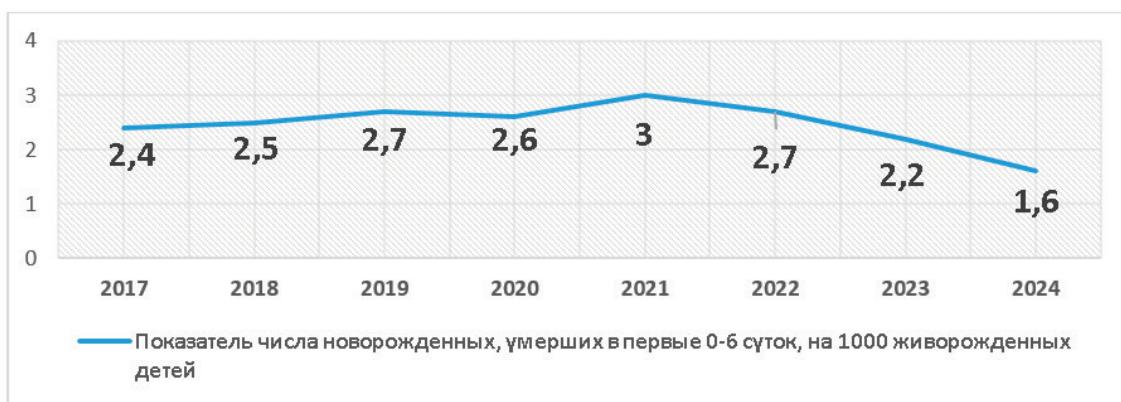


Рис. 5. Показатель смертности новорождённых 0–6 суток на 1000 живорождённых в 2017–2024 гг. (по данным МЗ РК)

дования перинатальных центров, совершенствованием маршрутизации новорождённых с момента рождения и внедрением современных клинических стандартов.

Имеющиеся статистические данные также показывают значительные изменения в абсолютном количестве умерших среди живорождённых. Этот показатель является ключевым индикатором эффективности оказания медицинской помощи в первые дни и месяцы жизни ре-

бёнка, а также отражает социальные факторы, эпидемиологическую ситуацию и качество перинатальной службы.

В период с 2017 по 2020 годы абсолютное число случаев младенческой смертности постепенно увеличивалось, достигнув своего пика в 2020 году — 1877 случаев. Подобный рост может быть обусловлен распространённостью перинатальной патологии, различиями в развитии



Рис. 6. Динамика абсолютного числа умерших детей в 2017–2024 гг. (по данным МЗ РК)

региональных систем здравоохранения и социально-экономическими особенностями отдельных территорий.

В 2021 году зарегистрировано самое высокое количество случаев за весь анализируемый период — 2223. Этот показатель объясняется последствиями пандемии COVID-19, включающими ограничение доступа беременных женщин и новорождённых к медицинской помощи, высокую нагрузку на стационары, рост числа инфекционных осложнений и нарушение своевременности антенатального наблюдения.

С 2022 года начала формироваться устойчивая положительная динамика, и количество случаев младенческой смертности стало заметно снижаться. В 2024 году зафиксировано 1171 случай, что является минимальным значением за последние восемь лет. Снижение почти на 47 % по сравнению с 2021 годом свидетельствует об улучшении качества перинатальной и неонатальной помощи, укреплении материально-технической базы учреждений, расширении скрининговых программ, а также о совершенствовании государственных инициатив, направленных на охрану здоровья матери и ребёнка.

Следующий показатель статистического анализа — уровень младенческой смертности на 1000 живорождённых, позволяющий объективно оценивать эффективность перинатальной и неонатальной помощи, а также влияние социальных и организационных факторов в системе здравоохранения.

С 2017 по 2020 годы уровень младенческой смертности удерживался на относительно стабильном уровне — от 4,4‰ до 4,6‰. Несмотря на отсутствие резких колебаний, прослеживалась тенденция к незначительному снижению.

В 2021 году показатель увеличился до 5,0‰ — это максимальное значение за изученный период. Рост связан с последствиями пандемии COVID-19: снижением доступности медицинского наблюдения, увеличением числа осложнений беременности и родов, а также перегрузкой лечебных организаций.

Начиная с 2022 года вновь отмечается снижение:

- 2022 год — 4,9‰
- 2023 год — 4,4‰
- 2024 год — 3,2‰

Показатель 2024 года — самый низкий за последние восемь лет, что подтверждает значительное улучшение исходов среди новорождённых. Наиболее вероятные причины положительной динамики включают:

- укрепление технического обеспечения перинатальных и неонатальных центров;
- расширение возможностей реанимационной и интенсивной терапии новорождённых;
- совершенствование систем дородового и послеродового скрининга;
- повышение качества маршрутизации беременных группы риска;
- эффективную реализацию государственных программ в сфере защиты здоровья матери и ребёнка.

В целом за 2017–2024 годы относительный показатель младенческой смертности снизился на 29 % (с 4,5‰ до 3,2‰). Это подтверждает устойчивое улучшение качества перинатальной помощи и успешность проводимых реформ в сфере здравоохранения.

Региональные различия

Дальнейшая оценка показателей выявила значительные различия в уровне младенческой смертности между регионами Казахстана. Абсолютное количество случаев отражает совокупность нескольких факторов: численность населения, уровень рождаемости, доступность и качество медицинской помощи, состояние перинатальной инфраструктуры, а также социально-экономические условия.

Наибольшее количество случаев зарегистрировано в следующих регионах:

— **Алматинская область** — 1587 случаев. Свидетельствует о высокой рождаемости и большом числе беременных из группы риска.

— **г. Алматы** — 1561 случай. Как крупный мегаполис, город принимает значительную долю пациентов, включая межрегиональные маршрутизации.

— **г. Астана** — 1297 случаев. Высокая рождаемость и концентрация перинатальных учреждений определяют абсолютный показатель.



Рис. 7. Уровень младенческой смертности на 1000 живорождённых в 2017–2024 гг. (по данным МЗ РК)

— **Туркестанская область — 1207 случаев (2018–2024).** Регион традиционно входит в число территорий с максимальной рождаемостью.

— **Мангистауская область — 1132 случая.** Высокий уровень рождаемости и распространённость перинатальных рисков существенно влияют на итоговый показатель.

— **Кызылординская область — 1305 случаев.** Социально-экономические факторы в сочетании с высокой рождаемостью усиливают нагрузку на систему здравоохранения.

— **Атырауская область — 801 случай.** Специфика региона, связанная с промышленным развитием и миграцией, также влияет на показатели.

— **Жамбылская область — 817 случаев.** Характеризуется высокой рождаемостью, что определяет уровень абсолютных значений.

— **Карагандинская область — 774 случая.** Индустриальный регион с высокой степенью урбанизации.

— • г. Шымкент — 1129 случаев (2018–2024). Один из наиболее многодетных мегаполисов страны.

Регионы с относительно низкими показателями:

- Акмолинская область — 497
- Западно-Казахстанская область — 449
- Костанайская область — 447
- Павлодарская область — 353
- Северо-Казахстанская область — 278

Здесь уровень рождаемости заметно ниже, что отражается на общем числе случаев.

Самые низкие показатели:

- Актюбинская область — 74
- Восточно-Казахстанская область — 64
- Абайская область — 104 (2022–2024)
- Жетысуская область — 172 (2022–2024)
- Ульятау — 54 (2022–2024)

Низкая рождаемость и демографические особенности объясняют такие значения.

Эти различия указывают на необходимость повышения качества перинатальной помощи в регионах, эффективного управления группами риска и реализации региональных программ, направленных на охрану здоровья матери и ребёнка.

Сравнение уровня младенческой смертности (на 1000 живорождённых) по регионам Казахстана за период 2017–2024 гг. выявляет заметные региональные различия и свидетельствует о стабильной положительной динамике в большинстве регионов. Анализ данных за 2017 и 2024 годы показал значительное снижение младенческой смертности в ряде областей. Наибольшее снижение зарегистрировано в Кызылординской области — показатель упал с 8,1‰ до 4,5‰, что составляет около 44 %. В Мангистауской области также отмечено существенное улучшение — с 7,4‰ до 4,2‰ (-43 %). В Западно-Казахстанской области уровень смертности снизился с 4,4‰ до 2,4‰ (-45 %). Аналогичная положительная динамика наблюдается в Жамбылской области — снижение с 4,1‰ до 2,1‰ (-49 %). Кроме того, улучшения зафиксированы в Атырауской (4,1→3,3‰), Павлодарской (5,1→3,0‰), Астане (5,3→3,8‰), Алматы (4,7→3,3‰), Северо-Казахстанской (5,1→4,1‰) и Карагандинской (3,7→3,5‰) областях. В Костанайской области показатель остался на уровне 4,1‰. В Алматы области наблюдается рост с 4,0‰ до 4,9‰ (+22 %). Особенностью являются нулевые показатели в 2024 году в Акмолинской (0,6→0‰) и Восточно-Казахстанской (0,4→0‰) областях. В период 2018–2024 гг. в Туркестанской области уровень младенческой смертности снизился с 3,8‰ до 2,0‰ (-47 %), что указывает на выраженную положительную динамику, а в Шымкенте — с 5,3‰ до 4,3‰ (-19 %). Среди новых регионов 2022–2024 гг. максимальное снижение зафиксировано

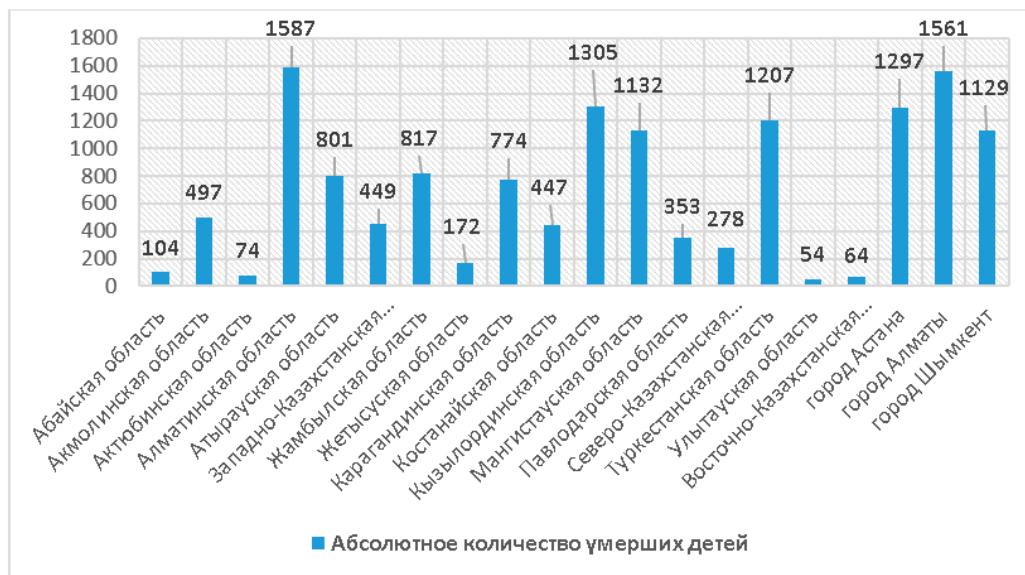


Рис. 8. Абсолютное число умерших новорождённых по всем регионам Казахстана в 2017–2024 гг.
(по данным МЗ РК)

в Ульятау — с 6,9‰ до 2,7‰ (-61 %). В Жетысуской области показатель снизился с 4,8‰ до 3,8‰ (-21 %), тогда как в Абайской области наблюдается рост с 3,6‰ до 4,0‰ (+11 %).

В целом региональная динамика младенческой смертности показывает устойчивое и постепенное снижение в Казахстане за последние годы. Снижение на 30–50 % в многих регионах связано с улучшением качества перинатальных услуг, расширением реанимационной помощи новорождённым, эффективным дородовым наблюдением, ранним выявлением и маршрутизацией беременных из групп риска, а также успешной реализацией национальных программ по охране здоровья матери и ребёнка. Вместе с тем существенные региональные различия подчеркивают необходимость равномерного распределения ресурсов здравоохранения и адаптации перинатальной помощи к региональным особенностям.

В Казахстане уровень обеспечения медицинскими кадрами различается по регионам, что отражается на следующем графике:

Эти данные подтверждают актуальность мер по снижению межрегионального неравенства в обеспечении медицинскими кадрами в системе здравоохранения.

Далее проведён ретроспективный анализ данных № 4 перинатального центра города Алматы, касающихся мертворождений и младенческой смертности до года. Рассматривались частота перинатальной смертности, её динамика, распределение по гестационным срокам и клинические причины. Анализ охватывал период с января 2023 года по 30 сентября 2025 года.

Результаты исследования показывают постепенный рост показателя мертворождений в рассматриваемый период. В 2023 году зарегистрировано 13 случаев, что соответствует 2,5‰ на 1000 живорождённых. В 2024 году число случаев возросло до 22, относительный показатель составил 4,7‰. За первые 9 месяцев 2025 года зафиксировано также 22 случая, что соответствует 6,2‰.

Рост показателя мертворождений за последние три года может быть связан с клиническими и организационными факторами. Особенно высокие показатели в 2024–2025 годах, вероятно, обусловлены учащением перинатальных факторов риска, ростом заболеваемости беременных, увеличением числа незапланированных беременностей, а также увеличением числа беременных с тяжелыми состояниями, обращающихся в перинатальный центр. Данные за первые 9 месяцев 2025 года, когда показатель достиг 6,2‰,

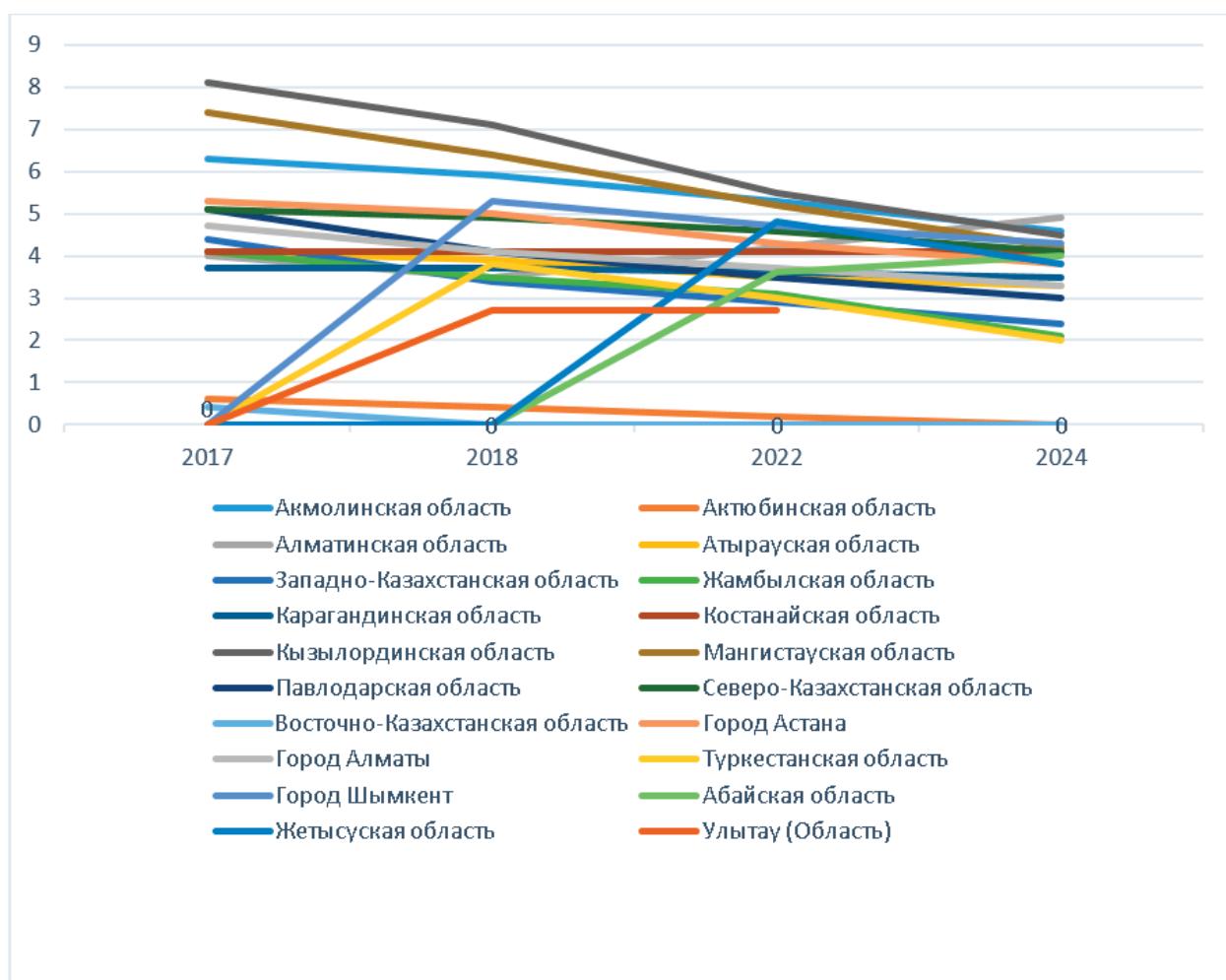


Рис. 9. Региональная динамика уровня младенческой смертности на 1000 живорождённых в 2017–2024 гг.
(по данным МЗ РК)

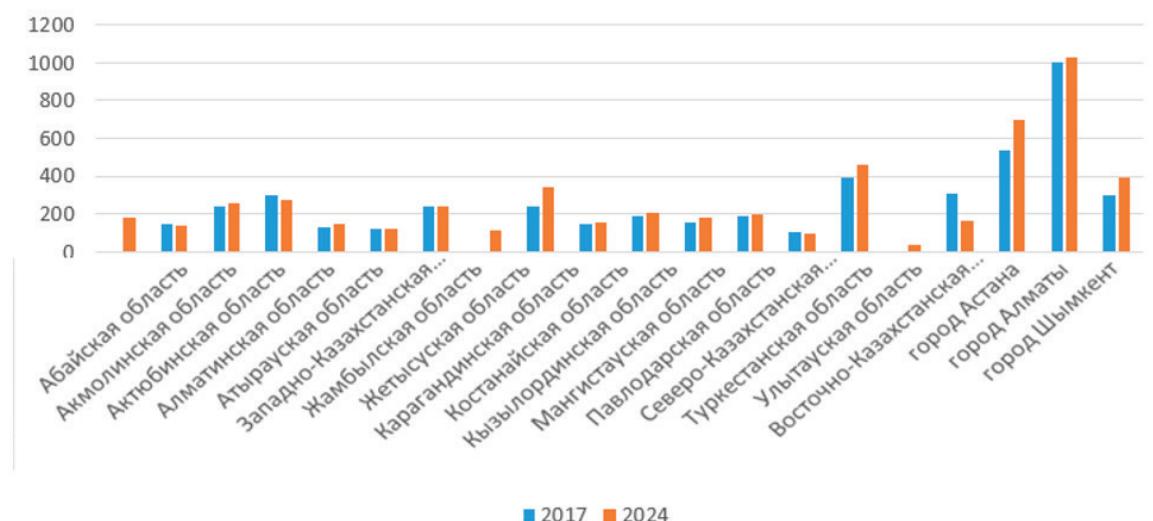


Рис. 10. Уровень обеспечения медицинскими кадрами по всем регионам Республики Казахстан

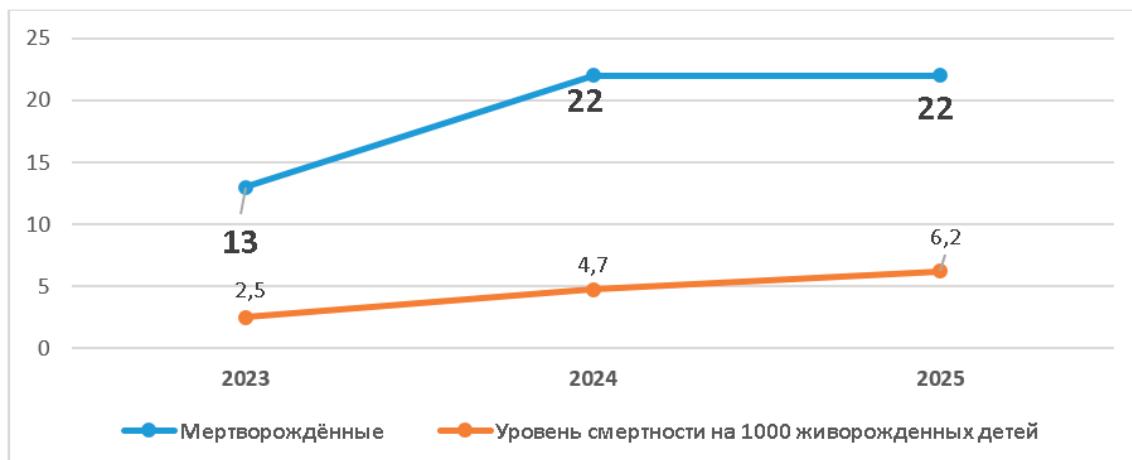


Рис. 11. Динамика числа мертворождений и показателя на 1000 живорожденных в Перинатальном центре № 4 города Алматы

свидетельствуют о вероятном дальнейшем росте к концу года и требуют дополнительного контроля и анализа в перинатальной службе. Повышение уровня мертворождений — важный клинический индикатор, поэтому необходимо пересмотреть качество перенатального скрининга, алгоритмы управления группами риска, организацию акушерской помощи, а также меры по ранней диагностике осложнений беременности. Кроме того, высокий показатель в центрах, принимающих тяжелые перинатальные случаи, может отражать их статус региональных референтных центров, что нужно учитывать при анализе статистики.

В Перинатальном центре наблюдается рост показателя мертворождений примерно на 48 % (с 2,5‰ до 6,2‰), наиболее выраженный в 2024–2025 годах. Это неблагоприятное явление может быть связано с:

- увеличением числа беременных из группы риска;
- поздней диагностикой осложнений беременности;
- учащением антенатальной гипоксии и плацентарной недостаточности;

— тяжелым течением акушерских факторов риска.

Большинство случаев мертворождений зарегистрированы при сроке беременности более 37 недель, что соответствует преобладанию поздних антенатальных смертей. Также отмечены случаи антенатальной гибели плода на сроках 22–32 недели, то есть в очень ранний период беременности, что свидетельствует о двух критических временных интервалах перинатального риска. За первые 9 месяцев 2025 года зафиксированы также случаи домашних родов. Согласно научным данным, домашние роды являются независимым и значительным фактором риска перинатальной смертности и тяжелых осложнений. Родильный процесс без медицинского наблюдения непосредственно угрожает жизни плода и может быть одной из основных причин его смерти. Основными патогенетическими причинами мертворождений считаются плацентарная недостаточность, инфекционные осложнения и отсутствие адекватного контроля беременности. Также несвоевременное учёты акушерско-гинекологического анамнеза, соматиче-

ского фона и социального статуса женщин из группы риска может косвенно способствовать росту показателя мертворождений. Эта тенденция требует пересмотра мер по профилактике мертворождений, уделения особого внимания беременным из группы риска и усиления многоуровневой организации перинатальной помощи.

Данные показывают значительное снижение уровня смертности детей до 1 года. В 2023 году зарегистрировано 7 случаев смерти детей до 1 года, показатель составил 1,4%. В 2024 году число снизилось до 4 случаев, уровень смертности составил 0,85%. В первые 9 месяцев 2025 года зарегистрировано 2 случая, что соответствует 0,56%.

В целом с 2023 года уровень детской смертности снизился более чем в 2,5 раза, что свидетельствует о заметном улучшении и эффективности перинатальной и неонатальной помощи. Положительная динамика последних трех лет связана с:

- повышением эффективности неонатальных реанимационных мероприятий, включая улучшение интенсивной помощи в первые минуты жизни;

- своевременной диагностикой и мониторингом, расширением возможностей раннего выявления патологий у новорожденных;

- правильной маршрутизацией новорожденных, своевременным направлением тяжелых неонатальных случаев в высококвалифицированные центры;

- ранним выявлением инфекционных и гипоксических состояний, что значительно улучшает выживаемость детей.

Общая тенденция снижения смертности в 2023–2025 годах отражает улучшение качества перинатальной и неонатальной помощи в Перинатальном центре № 4, эффективное внедрение клинических протоколов и положительные изменения в организации работы.

Анализ причин смерти детей до 1 года выявил явную структуру. Основную долю смертности составляют инфекционные причины — 53,3 %. В эту группу входят врожденная пневмония, внутриутробные инфекции и токсоплазмоз. Преобладание инфекционной этиологии подчеркивает

важность раннего выявления и контроля инфекционных процессов у беременных. Гипоксические причины составили 13,3 %, став второй по значимости причиной смерти. В эту категорию входят асфиксия при родах и тяжелая дыхательная недостаточность. Аспирационные причины также внесли значительный вклад — 20 %. Врожденные пороки развития составили 6,7 % (один случай смерти), с множественными врожденными аномалиями. Гематологические причины (ДВС-синдром) также составили 6,7 %.

В целом структура причин смерти отражает преобладание инфекционных процессов, значительную роль гипоксических и аспирационных синдромов, а также клиническую значимость врожденных пороков и гематологических нарушений. Эти данные указывают на необходимость усиления антенатального контроля, ранней диагностики инфекционных рисков, правильного ведения родов и эффективной помощи новорожденным в первые минуты жизни для снижения перинатальных рисков.

Эпидемиологический анализ уровня смертности детей до 1 года за 2023–2025 годы показывает четкую тенденцию к снижению. Абсолютное число смертей и относительный показатель на 1000 живорожденных уменьшились. Положительная динамика связана с ростом эффективности неонатальной реанимации, совершенствованием перинатальных протоколов, ранним выявлением групп риска и своевременной маршрутизацией новорожденных в высококвалифицированные центры. Снижение доли инфекционных, гипоксических и аспирационных случаев свидетельствует о повышении качества первичной и интенсивной терапии новорожденных. Сравнение с международными данными показывает, что уровень детской смертности в Казахстане приближается к показателям ряда развитых стран, однако инфекционные и антенатальные факторы продолжают играть значимую роль. В целом выявленные данные подтверждают улучшение качества перинатальной помощи, но также указывают на необходимость дальнейшего усиления мер по инфекционному контролю, ведению беременности и управлению родовым процессом

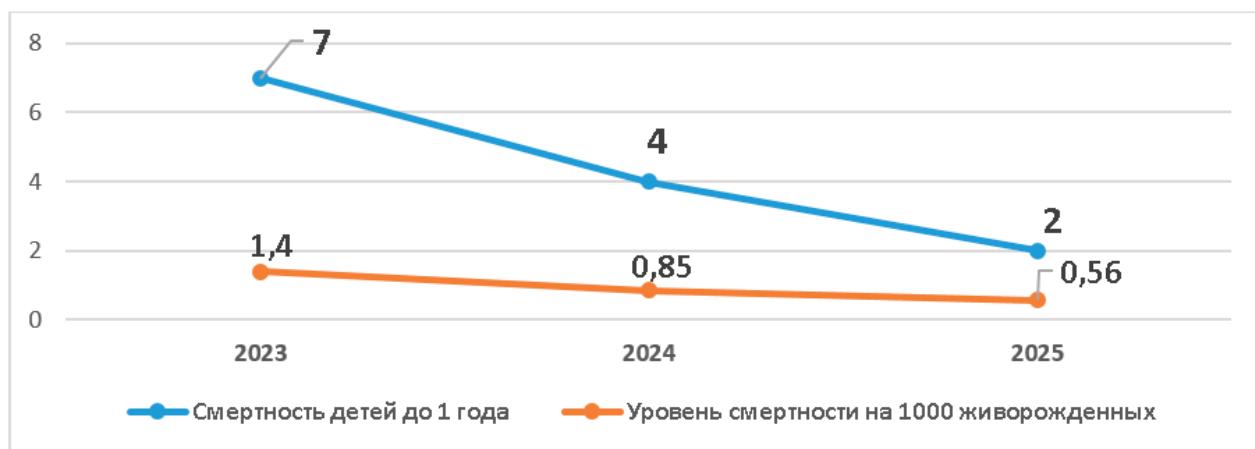


Рис. 12. Динамика смертности детей до 1 года и показателя на 1000 живорожденных в Перинатальном центре № 4 города Алматы



Рис. 13. Соотношение причин смерти детей до 1 года

Выходы

1. Обзор зарубежной научной литературы показал, что значительная часть случаев мертворождений и смертности детей до одного года связана с факторами, которые можно предотвратить. К основным детерминантам относятся курение матерью (повышение риска на 47 %), возраст ≥ 35 лет, ожирение, анемия, короткий интервал между беременностями, а также инфекция COVID-19, которая увеличивает риск мертворождения в 1,8 раза. Международные данные совпадают со статистикой Казахстана и подчеркивают необходимость усиления пренатального наблюдения для улучшения перинатальных показателей.

2. За последние семь лет в Казахстане наблюдается явная тенденция к снижению младенческой смертности. Уровень антенатальной смертности снизился с 7,9‰ в 2017 году до 5,9‰ в 2024 году (-25 %); общий показатель мертворождений уменьшился с 9,3‰ до 6,6‰ (-29 %); ранняя неонатальная смертность сократилась на 33 %, достигнув 1,6‰ в 2024 году. Коэффициент младенческой смертности снизился с 4,5‰ до 3,2‰, что составляет общее улучшение на 29 %. Региональный анализ показал, что во многих областях снижение составляет 30–50 %, однако в Алматинской и Абайской областях наблюдается рост показателей.

3. Выявлены основные причины перинатальной и ранней неонатальной смертности. Согласно данным перинатального центра № 4, в структуре смертности лидирующую позицию занимают инфекционные причины — 53,3 %. Остальные случаи распределяются следующим образом: гипоксические осложнения — 13,3 %, аспирация — 20 %, врожденные пороки развития — 6,7 %, гематологические нарушения — 6,7 %. Большинство мертворождений зарегистрировано при гестационном сроке свыше 37 недель, что свидетельствует о преобладании поздней антенатальной смертности. Это подчеркивает важность повышения качества наблюдения за беременностью.

4. Комплексный анализ эпидемиологических показателей демонстрирует устойчивое снижение уровня младенческой смертности на национальном уровне и тенденцию к сближению с международной статистикой. Однако высокий удельный вес инфекционных причин, региональные различия и рост числа беременных в группах перинатального риска требуют дополнительных стратегических мер. Полученные результаты подтверждают эффективность национальных программ по повышению качества перинатальной помощи, но одновременно указывают на необходимость дальнейшего укрепления мероприятий по инфекционному контролю, управлению ролями и раннему выявлению женщин группы риска.

Литература:

- Marufu TC, Ahankari A, Coleman T, Lewis S. Maternal smoking and the risk of stillbirth: systematic review and meta-analysis. *BMC Public Health*. 2015;15:239. doi:10.1186/s12889-015-1552-5.
- Gardosi J, Madurasinghe V, Williams M, Malik A, Francis A. Maternal and fetal risk factors for stillbirth: population based study. *BMJ*. 2013;346:f108. doi:10.1136/bmj.f108.
- Huang L, Yu VY, Ngan HY, et al. Maternal age and risk of stillbirth: a systematic review. *CMAJ*. 2008;178(2):165–172. doi:10.1503/cmaj.070705.
- Reed J, Case S, Rijhsinghani A. Maternal obesity: perinatal implications. *SAGE Open Medicine*. 2023;11:20503121231176128. doi:10.1177/20503121231176128.
- Rahman MM, Khan MN, Rahman AE, et al. Maternal anaemia and risk of adverse obstetric and neonatal outcomes in South Asian countries: a systematic review and meta-analysis. *Public Health Pract (Oxf)*. 2020;1:100021. doi:10.1016/j.puhp.2020.100021.

6. Regan AK, Ahrens KA, et al. Interpregnancy interval and risk of perinatal death: a systematic review and meta-analysis. BJOG / Obstet Gynecol. 2020;127(11): (see article). doi:10.1111/1471-0528.16303.
7. Lamont K, Scott JR, et al. Risk of recurrent stillbirth: systematic review and meta-analysis. BMJ. 2015;350:h3080. doi:10.1136/bmj.h3080.
8. Mackin ST, Nelson SM, Kerssens JJ, et al. Factors associated with stillbirth in women with diabetes. Diabetologia. 2019;62(10):1938–1947. doi:10.1007/s00125-019-4943-9.
9. Seaton SE, Field DJ, Draper ES, et al. Socioeconomic inequalities in the rate of stillbirths by cause: a population-based study. BMJ Open. 2012;2:e001100. doi:10.1136/bmjopen-2012-001100.
10. Allotey J, Stallings E, Bonet M, et al.; PregCOV-19 Living Systematic Review Consortium. Clinical manifestations, risk factors, and maternal and perinatal outcomes of coronavirus disease 2019 in pregnancy: living systematic review and meta-analysis. BMJ. 2020;370:m3320. doi:10.1136/bmj.m3320.
11. UNICEF, WHO, World Bank Group, UN-DESA Population Division. Levels & Trends in Child Mortality 2023: Estimates developed by the UN Inter-agency Group for Child Mortality Estimation (UN IGME). New York: UNICEF; 2023.
12. UNICEF. A Neglected Tragedy: The global burden of stillbirths. New York: UNICEF; 2020. doi:10.18356/3f2f0ala-en.
13. The World Bank. Infant mortality rate — Kazakhstan, 2019–2024. World Development Indicators Database. Available from: <https://data.worldbank.org>
14. Бюро национальной статистики Республики Казахстан. Демографический ежегодник Казахстана, 2023. Нұр-Сұлтан: БНС РК; 2024.
15. Macrotrends LLC. Kazakhstan Infant Mortality Rate 2000–2024. Available from
16. ҚР Денсаулық сақтау министрлігінің «Қазақстан халқының денсаулығы және денсаулық сақтау үйімдарының қызыметі» ресми жинақтамалық есептері (2017–2024)

Влияние энергетических напитков на метаболизм и здоровье молодого поколения

Алекбар Алуа, интерн;
 Жумабай Марал, интерн;
 Рахмаулла Арайым, интерн;
 Сапарали Аида, интерн;
 Таймас Аида, интерн;
 Шамши Гульнур, интерн;
 Сенбек Султан, интерн

Научный руководитель: Зрячев Владимир Михайлович, ассистент профессора
 Казахский национальный медицинский университет имени С. Д. Асфендиярова (г. Алматы, Казахстан)

Энергетические напитки (ЭН) занимают лидирующие позиции среди молодых людей по частоте употребления. Мотивом употребления выступает стремление к временному увеличению концентрации и выносливости. Но с ростом потребления ЭН появились новые проблемы со здоровьем молодого поколения, связанные с нарушением метаболизма. Содержащиеся в энергетиках кофеин, сахар, таурин вмешиваются в нормальное течение обменных реакций организма: повышают уровень глюкозы и адреналина в крови, усиливают нагрузку на печень и поджелудочную железу, способствуют формированию метаболических нарушений, включая ожирение и диабетические состояния.

Ключевые слова: энергетический напиток, кофеин, таурин, побочные эффекты, метаболизм.

Вводная часть

Несмотря на маркетинговые утверждения о пользе и эффективности энергетиков, их регулярное употребление вызывает все больше беспокойство среди специалистов в области медицины, и в связи с этим в Казахстане с января 2025 года введен запрет на продажу энергетических напитков лицам младше 21 года, что является важным шагом по защите общественного здоровья. Их доступность, привлекательная упаковка и умеренная стоимость способствует особой популярности среди подростков и молодежи.

Энергетические напитки вредят метаболизму, вызывая перегрузку организма и истощение, заставляя организм работать на «ускоренных оборотах». Это истощает внутренние резервы организма и ускоряет его «износ».

Также способствуют развитию ожирения из-за высокого содержания сахара. Стимуляторы (кофеин, таурин) ускоряют работу всех систем, что ведет к нарушениям сна и работы сердца, а также кофеин обладает мочегонным эффектом, что приводит к выведению избыточной жидкости из организма.

Энергетические напитки не содержат кальций наоборот, могут снижать его усвоение и вымывать из о-

ганизма из-за высокого содержания кофеина. Кофеин в больших дозах стимулирует высвобождение кальция из костей и увеличивает его выведение с мочой, что может навредить почкам.

Иллюзия пользы витаминов, их большое содержание в напитке и регулярное употребление приводят к повышению свертываемости

Кроме кофеина и таурина, к напиткам добавляют пищевые добавки в виде красителей и вкусов как маркетинговый ход и придают напиткам привлекательный вид, но их влияние на метаболизм, если и есть, то скорее отрицательное, так как они являются искусственными компонентами.

Энергетические напитки представляют собой комбинацию биологически активных веществ, направленных на стимуляцию центральной нервной системы и повышение энергетического обмена: кофеин, таурин, глюкуронолактон, витамины группы В, сахар или подсластители.

Кофеин — является главным психостимулятором в энергетических напитках. Его содержание варьируется от 30 до 160 мг на порцию при норме 400 мг в сутки. Основной эффект кофеина на метаболизм:

— Стимуляция ЦНС и термогенез. Кофеин блокирует аденоzinовые рецепторы, повышая уровень дофамина и норадреналина. Это приводит к бодрствованию, снижению усталости и усилинию основного обмена.

— Липолиз. Через активацию β -адренорецепторов кофеин стимулирует симпатическую нервную систему, усиливая мобилизацию жирных кислот и кратковременно увеличивая энергозатраты.

— Инсулиновая чувствительность и углеводный обмен. Острый прием может незначительно снижать чувствительность к инсулину, однако при регулярном употреблении этот эффект исчезает. Наблюдательные исследования указывают на снижение риска диабета 2 типа у потребителей кофе, вероятно, за счет полифенолов.

— Кофеин обладает мочегонным эффектом при высоких дозах, но у постоянных потребителей развивается толерантность.

— Кальциевый обмен и сердечно-сосудистые эффекты. Высокие дозы кофеина повышают уровень цАМФ за счет ингибирования фосфодиэстеразы, усиливая кальциевый транспорт. Активация рианодиновых рецепторов в сердце вызывает кардиостимулирующий эффект, который при передозировке может привести к аритмиям, тахикардии и фибрилляции желудочков.

Глюкоза из энергетиков быстро повышает уровень сахара в крови и даёт кратковременный энергетический эффект, но при регулярном употреблении:

— нарушает углеводный и жировой обмен: при умеренном потреблении глюкоза обеспечивает клетки энергией (АТФ). При избытке — вызывает перегрузку инсулиновой системы, повышая риск инсулинорезистентности и сахарного диабета 2 типа.

— повышает риск ожирения и диабета. Излишки глюкозы превращаются в жирные кислоты в печени. Это

ведёт к накоплению жира в печени (жировой гепатоз), повышению триглицеридов и ожирению.

— дестабилизирует общий метаболизм: высокий уровень инсулина тормозит расщепление жиров и белков, замедляя липолиз и усиливая анаболизм (накопление). После резкого всплеска энергии наступает резкое падение (гипогликемия), что вызывает сонливость, раздражительность и усталость.

Суточная допустимая доза глюкозы около 25–50 г сахара в сутки. В энергетиках 1 банка (250 мл) содержит 25–35 г сахара = почти вся дневная норма. То есть одна банка энергетика уже покрывает или превышает допустимую суточную дозу глюкозы.

L-карнитин — компонент энергетических напитков, участвующий в жировом и энергетическом обмене. Он способствует транспортировке жирных кислот в митохондрии, где они превращаются в энергию, повышая выносливость и физическую активность.

Однако в энергетиках его количество недостаточно для выраженного метаболического эффекта:

— в 1 банке (250–500 мл) содержится всего 200–500 мг L-карнитина,

— в то время как эффективная суточная доза для активации обмена веществ составляет 1000–3000 мг.

Но сочетания с кофеином и сахаром может вызывать дисбаланс обмена веществ. Например, блокировка жирового обмена приводит к тому, что организм:

— теряет способность эффективно использовать жир как источник энергии,

— накапливает жир в тканях и органах,

— нарушает гормональный и углеводный баланс,

— увеличивает риск ожирения, диабета и сердечно-сосудистых заболеваний.

Глюкуронолактон — это природное органическое соединение, которое образуется в организме человека как продукт обмена глюкозы. Оно участвует в процессах детоксикации, связывает и помогает выводить из организма вредные вещества через печень.

Глюкуронолактон широко используется в составе энергетических напитков благодаря предполагаемому влиянию на обмен веществ и способности повышать общий тонус организма.

Превышение этой дозы (например, при употреблении нескольких банок энергетика подряд) может привести к повышенной нагрузке на печень и почки. Количество глюкуронолактона варьируется в от 500 мг до 1200 мг.

Суточная доза, признанная безопасной для здорового человека, до 1000 мг/день.

Таким образом, 1–2 банки стандартного энергетика в сутки не считаются токсичными, но регулярное употребление не рекомендуется. Избыточное употребление может вызвать: бессонницу, раздражительность, учащенное сердцебиение, повышенную нагрузку на печень и почки. В печени глюкуронолактон превращается в глюкуроновую кислоту, которая связывает токсины и лекарства.

Если этих веществ поступает слишком много, ферментные системы печени работают на пределе. Из-за этого возможно повышение печёночных ферментов

Таурин — серосодержащая аминокислота, участвующая в конъюгировании желчных кислот, а также обладающая антиоксидантными, противовоспалительными и мембраностабилизирующими свойствами. Он регулирует ионный обмен (в частности, кальция), водно-солевой баланс, активность фоторецепторов, нейрогенез и синаптическую передачу в ЦНС.

Содержание таурина в энергетических напитках составляет 300–400 мг на 100 мл, что при стандартном объёме может достигать 750–2000 мг за один приём.

В терапевтических дозах таурин демонстрирует положительное влияние на обмен веществ. Однако при длительном или избыточном потреблении, особенно в сочетании с кофеином и сахарами, возможны негативные метаболические эффекты.

Потенциальные риски:

- Нарушение энергетического обмена. Модуляция митохондриальной активности может нарушать окислительное фосфорилирование и синтез АТФ у предрасположенных лиц.

- Инсулинорезистентность. При сочетании с кофеином и сахарами возможно снижение глюкозной толерантности и чувствительности к инсулину при хроническом употреблении.

- Дестабилизация липидного обмена. Высокие дозы таурина могут влиять на регуляцию липогенеза и β-окисления, особенно при избыточном потреблении углеводов.

- Электролитный дисбаланс. Избыток таурина способен нарушать водно-электролитный баланс, особенно при нарушении функции почек или ССС.

Витамины группы В — вещества, необходимые организму для многих биохимических реакций; в обычном рационе современного человека содержатся в достаточных количествах. Они не обладают «энергетиче-

скими» свойствами, не участвуют в синтезе АТФ. Но добавляют, чтобы усилить эффект бодрости, улучшить метаболизм и сделать продукт «привлекательнее» для покупателя, создавая масочный эффект полезности энергетических напитков.

Норма В6 ~1.3–1.7 мг/день

В одной банке энергетика может содержаться до 5 мг, что в 3–4 раза больше дневной нормы.

В12 около 2–3 мг/день Но в энергетиках обычно около 5 мкг, что примерно в 2 раза выше нормы.

Нормальные дозы В6 помогают ферментам работать правильно. Но если его слишком много (долгое время более 25–50 мг в день, при норме 1,3–1,7 мг):

- баланс ферментативных реакций нарушается,
- метаболизм аминокислот (белков) замедляется,
- организм теряет способность эффективно использовать питательные вещества.

Участвует в обмене нейромедиаторов — веществ, которые передают сигналы в нервной системе.

При избытке:

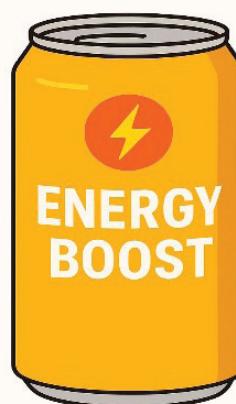
- возникает периферическая невропатия (покалывание, онемение рук и ног (симптом «чулок» и «перчаток»;)),

- нарушается регуляция обмена веществ нервной системой.

Витамин В12 (кобаламин) — один из ключевых витаминов для обмена веществ, особенно жиров, белков и углеводов, а также для кроветворения и нервной системы.

Он нужен для:

- синтеза ДНК и клеточного роста,
- образования энергии из пищи,
- нормального обмена аминокислот и жирных кислот.
- избыток может иметь вредные последствия для сосудов головного мозга. К числу последствий употребления энергетиков на сердечно-сосудистую систему относится повышенная агрегация тромбоцитов и эндотелиальная дисфункция, приводящая к риску тромбоза.



ЭФФЕКТ:

- Повышает бодрость и концентрацию
- Уменьшает чувства усталости
- Стимулирует обмен веществ

СОСТАВ:

- Вода очищенная
- Сахар — 10.6 г / 100 мл
- Кислоты: лимонная, яблочная
- Таурин — 1000 мг
- Кофеин — 32 мг / 100 мл
- Л-карнитин — 400 мг
- Витамины группы В:
 - В3 (ниацин) — 8 мг
 - В5 (пантотеновая кислота)
 - В6 — 0.5 мг
 - В12 — 1 мкг
- Ароматизаторы (натуралистические и идентичные натуральным)
- Краситель: карамель
- Консерванты: сорбат калия, бензоат

ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ЦЕННОСТЬ (на 100 мл):

Энергия	— 45 ккал
Белки	0 г
Жиры	0 г
Углеводы	11 г

Метаболические эффекты компонентов энергетических напитков

Таблица 1 отражает влияние основных компонентов энергетических напитков на метаболические процессы, их рекомендуемые дозы, содержание в продуктах и потенциальные риски при избыточном потреблении.

Хотим добавить исследование, которое было опубликовано на сайте Темная сторона энергетических напитков: комплексный обзор их влияния на организм человека — PubMed и в котором участвовало в общем количестве 86 пациентов, из них у 41 пациента выявлены сердечные осложнения, у 12 пациентов — желудочно-кишечные, у 22 пациентов — неврологические, у 7 пациентов — почечные, у 2 пациентов — гинекологические и у 2 пациентов дерматологические осложнения.

В приведённой публикации рассматривались отдельные клинические случаи, демонстрирующие негативное влияние энергетических напитков на различные органы и системы. Так, у 24-летнего мужчины, употреблявшего энергетические напитки в сочетании с алкоголем, диагностирован острый тромбоз левой коронарной артерии. 25-летняя женщина погибла вследствие фибрилляции желудочков, развившейся после приёма энергетического напитка.

Со стороны желудочно-кишечного тракта описан случай 46-летнего мужчины с сахарным диабетом, у ко-

торого после двух недель ежедневного употребления 3–4 банок энергетиков развился острый панкреатит.

Неврологические осложнения также отмечались: у 20-летнего мужчины, потреблявшего по 4–6 банок в день на протяжении 5 месяцев, наблюдались тонико-клонические судороги; у 21-летнего пациента после комбинации энергетиков и алкоголя возникли галлюцинации и параноидные расстройства.

Со стороны мочевыделительной системы зарегистрирован случай 27-летнего мужчины, у которого сочетанное употребление энергетиков и алкоголя привело к развитию гипонатриемии и комы.

Кожные реакции проявлялись в виде эритемы и ангионевротического отёка губ, что связывалось с содержанием таурина в составе напитков.

В целом, согласно представленным данным, наиболее уязвимой оказалась сердечно-сосудистая система — около половины всех зарегистрированных случаев имели кардиологический характер. Энергетические напитки способны провоцировать аритмии, ишемические эпизоды, тромбозы и даже внезапную сердечную смерть.

Кроме того, неврологические осложнения (судорожные приступы, психозы, галлюцинации, инсульты) указывают на выраженный нейротоксический потенциал энергетических напитков, особенно при их совместном

Таблица 1

Компонент	Рекомендуемая суточная доза	Содержание в энергетиках	Основное метаболическое действие	Потенциальные риски при избытке
Кофеин	До 400 мг/сутки	30–160 мг/порция (до 320 мг/банку)	Стимулирует ЦНС, повышает термогенез, активирует ли-полиз, снижает усталость	Аритмии, тахикардия, бессонница, повышение АД, тревожность, дегидратация
Глюкоза (сахар)	25–50 г/сутки	25–35 г/банку	Источник быстрой энергии (АТФ), кратковременное повышение глюкозы и инсулина	Инсулинорезистентность, ожирение, диабет 2 типа, гипогликемия после всплеска
L-карнитин	1000–3000 мг/сутки	200–500 мг/банку	Транспорт жирных кислот в митохондрии, усиление жирового обмена	При сочетании с кофеином и сахарами — нарушение жирового обмена, гормональный дисбаланс
Глюкуронолактон	До 1000 мг/сутки	500–1200 мг/банку	Участвует в детоксикации, связывает токсины, поддерживает печёночный обмен	Перегрузка печени, повышение печёночных ферментов, бессонница, раздражительность
Таурин	500–2000 мг/сутки (терапевт.)	750–2000 мг/банку	Регулирует обмен кальция, электролитов, антиоксидант, стабилизирует мембранны клеток	Электролитный дисбаланс, нарушение митохондриального обмена, инсулинорезистентность
Витамин В6 (пиридоксин)	1.3–1.7 мг/сутки	до 5 мг/банку	Участвует в белковом обмене, работе ферментов и нервной системы	При хроническом избытке >25–50 мг/сут — невропатия, нарушение аминокислотного обмена
Витамин В12 (ко-балимин)	2–3 мкг/сутки	до 5 мкг/банку	Синтез ДНК, жиров и белков, участие в кроветворении и энергетическом обмене	Избыток может повышать риск тромбозов и сосудистой дисфункции

Распределение побочных эффектов по системам органов



употреблении с алкоголем, психоактивными веществами или на фоне психических расстройств.

Поражения ЖКТ и почек нередко протекали тяжело, чему способствовали высокие концентрации кофеина, сахара и других компонентов с потенциальной нефро- и гепатотоксичностью.

Особое внимание заслуживают гинекологические и дерматологические эффекты, свидетельствующие о необходимости дальнейшего изучения влияния энергетических напитков на беременность, гемостаз и иммунные реакции.

Следует отметить, что исследование имело ряд ограничений — отсутствие контрольной группы, неточные данные о дозировках и сочетанных воздействиях. Тем не менее, полученные результаты подчеркивают, что врачи должны сохранять настороженность, учитывая возможную роль энергетических напитков при жалобах на аритмии, психические расстройства, панкреатит и другие патологические состояния.

Для оценки особенностей потребления энергетических напитков среди молодежи был проведен социологический опрос, в котором приняли участие 32 респондента в возрасте 18–30 лет. Гендерное распределение участников показало преобладание женщин — 68,8 %.

Полученные данные демонстрируют, что более половины опрошенных (53,1 %) употребляют энергетические

напитки. Среди тех, кто ответил утвердительно, частота потребления распределилась следующим образом:

- 32,3 % употребляют напитки редко,
- 25,8 % — примерно 1 раз в месяц,
- 12,9 % — 1 раз в неделю.

Объёмы потребления также варьировались:

- 38,7 % респондентов предпочитают порцию объёмом 250 мл,
- 25,8 % выбирают порцию 500 мл.

При анализе мотивации респондентов к употреблению энергетических напитков были выявлены следующие причины:

- 16,1 % — стремление повысить уровень энергии,
- 12,9 % — улучшение концентрации,
- 35,5 % — удовольствие от вкуса напитка.

Примечательно, что большинство участников (59,4 %) осознают возможное негативное влияние энергетических напитков на здоровье.

На вопрос о наличии негативных эффектов после употребления энергетиков 32,3 % респондентов отметили увеличение частоты сердечных сокращений, что является значимым показателем риска для сердечно-сосудистой системы.

Кроме того, участники указали, какую информацию об энергетических напитках им хотелось бы получать:

- 37,5 % — нормы безопасного употребления,

- 25 % — данные о влиянии на здоровье;
- 28,1 % — сведения об альтернативных продуктах, способных заменить энергетические напитки.

Полученные результаты отражают актуальность проблемы потребления энергетических напитков среди молодёжи и подчёркивают необходимость информирования о допустимых нормах и потенциальных рисках.

Заключение

В современном обществе энергетические напитки остаются одним из самых распространённых стимуляторов среди молодёжи. По данным различных исследований, каждый третий молодой человек хотя бы раз употреблял энергетик для повышения бодрости, концентрации и выносливости. Однако многочисленные клинические наблюдения подтверждают, что избыточное употребление таких напитков негативно влияет на обмен веществ и общее состояние организма.

Отказ от энергетических напитков представляет собой шаг к восстановлению естественного баланса организма. Конечно, такие изменения требуют времени и усилий, но они могут значительно улучшить качество жизни и обес-

печить устойчивое ощущение бодрости и хорошего самочувствия.

Чтобы снизить риск негативных последствий, по нашему мнению рекомендуется:

- ограничить или полностью отказаться от употребления энергетических напитков;
- соблюдать режим сна и отдыха для естественного восстановления энергии;
- употреблять достаточное количество воды и сбалансированное питание;
- заниматься умеренной физической активностью для повышения выносливости без стимуляторов.

Не стоит забывать, что сочетание энергетиков с алкоголем или интенсивными физическими нагрузками многократно усиливает их вредное воздействие. Осознание молодыми людьми опасности этих напитков и формирование культуры здорового образа жизни являются важными шагами к сохранению здоровья и долголетия. Забота о собственном организме сегодня — это залог активного и безопасного будущего.

Таким образом, отказ от энергетических напитков — это осознанный шаг к здоровому образу жизни, сохранению природных ресурсов организма и формированию ответственного отношения к собственному здоровью.

Литература:

1. «The Dark Side of Energy Drinks A Comprehensive Review of Their Effects on the Human Body» (Авторы: Андреа Константино, Аниелло Майезе, Джуллия Лаццари, Кьяра Казула, Эмануэла Туриллаззи, Паола Фрати, Витторио Финески) www.mdpi.com/2072-6643/15/18/3922
2. Seifert, S.M., Schaechter, J.L., Hershorin, E.R., Lipshultz, S. E. Health Effects of Energy Drinks on Children, Adolescents, and Young Adults. *Pediatrics*, 2011;127(3):528.<https://publications.aap.org/pediatrics/article/127/3/511/64987/Health-Effects-of-Energy-Drinks-on-Children>
3. Энергетические напитки — реальная опасность для здоровья детей, подростков, молодежи и взрослого населения. Состав энергетических напитков и влияние на организм их отдельных компонентов Л. Д. ШАЛЫГИН, Р. А. ЕГАНЯН <https://mediasphera.ru> doi: 10.17116/profmed201619156-63
4. Acute Cardiovascular Effects of Simultaneous Energy Drink and Alcohol Consumption in Young Adults: A Review of Case Reports Victor Azarm, Jan-Philipp Link, Guido Mandilaras Nikolaus Alexander Haas, Felix Sebastian Oberhoffer and Meike Schrader, Pengzhu Li, Robert Dalla-Pozza, André Jakob Pediatr. Rep. 2024, 16, 618–630. <https://doi.org/10.3390/pediatric16030052>
5. Schuster, R., Schaefer, S., Engeli, S., et al. Chronic Intake of Energy Drinks and Their Sugar Free Substitution Induce Metabolic Syndrome-Like Effects in Young Men. *Nutrients*, 2021;13(4):1202. <https://publications.aap.org>
6. Kristjansson, A.L., Sigfusdottir, I.D., Thorlindsson, T., et al. Associations between Adolescents' Energy Drink Consumption and Negative Health Indicators: Results from a Nationwide Health Behaviour Study. *BMC Public Health*, 2023; <https://bmcpublichealth.biomedcentral.com/articles/10.1186/s12889-023-15055-6>

Медико-генетическое консультирование как метод профилактики наследственных заболеваний

Бедокурова Кристина Валерьевна, преподаватель
Магнитогорский медицинский колледж имени П. Ф. Надеждина

Ключевые слова: медицинская генетика, медико-генетическое консультирование, профилактика, пренатальная диагностика.

Medical and genetic counseling as a method of prevention of hereditary diseases

Bedokurova Kristina Valeryevna, lecturer
Magnitogorsk Medical College named after P. F. Nadezhdin

Keywords: medical genetics, medical and genetic counseling, prevention, and prenatal diagnostics.

Введение

Не менее 30 % перинатальной и неонатальной смертности обусловлено врожденными пороками развития, половина спонтанных абортов происходит под влиянием генетических причин, поэтому медицинский работник должен просвещать население.

Объект исследования: медико-генетическое консультирование.

Предмет исследования: изучение профилактики наследственных заболеваний с точки зрения медико-генетического консультирования.

Методы исследования:

1. Научно-теоретический анализ медицинской литературы по данной теме.

2. Обобщение — метод исследования, прим котором вывод о существующих явлениях или предметах делается на основании большого количества отдельных свойств и признаков.

Сколько отцов с надеждой смотрят на жену, умоляя подарить им сына. И сколько разочарований. С древних времен в каждой семье, ожидающей ребенка, пытаются угадать: мальчик или девочка? Помочь решить данную задачу помогут генетики.

Рассматривая опыт работы медико-генетических консультаций понятно, что большое число обращений связано с вопросом прогноза рождения здорового ребенка, а также с оценкой генетического риска. Если генетический риск не превышает 5 %, то он низок, до 20 % — повышен и более 20 % — высокий.

Медико-генетическая консультация состоит из четырех этапов: диагноз, прогноз, вывод и совет. Первый этап консультирования начинается с уточнения диагноза болезни. Это требует близкого контакта между генетиком и врачом-специалистом в области той патологии, что является предметом консультирования (акушер, педиатр, невропатолог и др.).

В начале диагностики ставится клинический диагноз. В медико-генетических консультациях диагноз выявляют при помощи генетического анализа (явная отличительная черта генетика от других специалистов). Для этого широко используют генеалогический и цитогенетический методы, а также специфические методы биохимической генетики, которые специально разработаны для диагностики наследственных заболеваний и не часто применяются в клинической практике.

На втором этапе консультации врач-генетик оценивает вероятность рождения ребенка с заболеванием. Основой для

этого служит изучение семейной истории (родословной). Генетический риск — это вероятность возникновения конкретной аномалии у пациента или его будущих детей. Его определяют либо теоретически, опираясь на законы наследственности, либо на основе статистических данных.

В рамках третьего этапа консультации на врача-генетика возлагается ответственность за оценку риска развития заболеваний у обследуемых детей и выработку соответствующих рекомендаций. При формировании заключения специалист анализирует степень тяжести наследственной патологии, вероятность появления на свет ребенка с данным заболеванием, а также принимает во внимание морально-этические аспекты ситуации.

Заключительный этап консультирования (совет врача-генетика) требует самого внимательного отношения.

Не стоит упускать и возможность пренатальной диагностики — это совокупность диагностических методов, которые могут быть применены для выявления заболеваний плода. Цель пренатальной диагностики — это профилактика рождения детей с наследственными и врожденными патологиями, выделение и регистрация беременных женщин, имеющих риск рождения детей с наследственными дефектами. Самым распространенным методом является амниоцентез, с помощью которого на 15–16-й неделе беременности получают амниотическую жидкость, содержащую продукты жизнедеятельности плода и клетки его кожи и слизистых. Изучение амниотической жидкости и клеток плода с помощью биохимических методов позволяет обнаружить дефект белковых продуктов генов, однако не дает возможности определять локализацию мутаций в структурной или регуляторной части генома.

Современная фетоскопия, благодаря использованию гибкой оптики, является относительно простой процедурой, позволяющей визуально осмотреть плод. Тем не менее, этот метод диагностики врожденных аномалий применяется строго по медицинским показаниям и проводится на 18–19 неделе беременности. Важно отметить, что пренатальная диагностика должна быть завершена до 20–22 недели беременности, когда прерывание беременности не приведет к рождению жизнеспособного плода. Прерывание беременности на более поздних сроках сопряжено с риском рождения живого ребенка и может быть опасным для здоровья матери. В любом случае, решение о прерывании беременности принимается исключительно с согласия родителей.

Широкое применение пренатальной диагностики позволяет стране успешно реализовывать программы по сокращению случаев инвалидизирующих заболеваний.

Ключевыми факторами успеха в этой области являются техническая оснащенность для диагностики и профессионализм медицинских работников.

Исследования подчеркивают исключительную значимость медико-генетического консультирования, особенно в контексте неонатального скрининга. Внедрение передовых технологий в скрининг новорожденных открывает возможности для раннего обнаружения болезней. Это, в свою очередь, ведет к своевременному лечению, про-

филактике инвалидизации и предотвращению развития серьезных клинических осложнений, а также к снижению уровня смертности от наследственных патологий.

В связи с расширением неонатального скрининга до 36 нозологий, Министерство здравоохранения внесло изменения в порядок оказания помощи детям с наследственными и врожденными заболеваниями. Ожидается, что это нововведение позволит ежегодно спасать до 1000 детских жизней.

Литература:

- Бочков, Н. П. Медицинская генетика: Учебник для медицинских училищ и колледжей / под ред. Н. П. Бочки — М.: «ГЭОТАР- Медиа», 2010 г. 224 с.
- Горбунова В. Н. Генетика человека с основами медицинской генетики ОИЦ 2012 г. 198 с.
- Медицинская генетика: учебник / Н. П. Бочков, А. Ю. Асанов, Н. А. Жученко и др.; под ред. Н. П. Бочки. — М.: Мастерство; Высшая школа, 2006. 192 с.
- Смирнова З. М. Генетика человека с основами медицинской генетики : электронное учебно-методическое пособие. СМК им.Ж. Дерюгиной, 2014 г.

Современные возможности диагностики меланомы кожи с помощью искусственного интеллекта

Сухнат Анастасия Егоровна, студент
Шанхайский университет (Китай)

Актуальность: Ранняя диагностика меланомы кожи остается одной из важнейших задач в онкологии, поскольку прогноз напрямую зависит от стадии, на которой поставили диагноз. В России показатель поздней выявляемости меланомы значительно превышает данные по странам ЕС и США, что связано с необходимостью внедрения современных высокоточных методов диагностики.

Цель: проанализировать современные возможности и эффективность систем искусственного интеллекта (ИИ) для ранней диагностики меланомы кожи.

Материалы и методы: Проведен обзор научной литературы за последние 5 лет (2019–2024 гг.) с использованием баз данных PubMed, Scopus и eLIBRARY. Ключевыми словами для поиска служили: «искусственный интеллект», «меланома», «диагностика», «сверточные нейронные сети», «компьютерное зрение».

Выводы: Современные системы ИИ, в том числе на основе глубоких сверточных нейронных сетей (CNN), демонстрируют диагностическую точность, превышающую 85–90 %, что в некоторых исследованиях превосходит результаты визуальной оценки дерматологов. ИИ-алгоритмы позволяют автоматически анализировать дерматоскопические изображения, выявляя сложные паттерны, невидимые невооруженным глазом, и интегрируются в виде веб-платформ и мобильных приложений, повышая доступность скрининга.

Ключевые слова: меланома, искусственный интеллект, диагностика, сверточные нейронные сети, машинное обучение, раннее выявление.

Введение

Меланома кожи представляет собой одну из наиболее агрессивных и метастазирующих форм злокачественных новообразований. Прогноз для пациента напрямую зависит от стадии, на которой было выявлено заболевание: при диагностике на I стадии пятилетняя выживаемость достигает 95 %, тогда как на IV стадии этот показатель снижается до 53 % [1]. Несмотря на это,

в России сохраняется тревожная статистика поздней диагностики, что приводит к ежегодной гибели около 3 тысяч пациентов.

Традиционные методы диагностики, основанные на визуальном осмотре и дерматоскопии, в значительной степени подвержены субъективному фактору и требуют высокой квалификации специалиста, что создает дополнительные барьеры для массового скрининга в условиях первичного звена здравоохранения [2].

В последние пять лет технологии искусственного интеллекта, в особенности машинное обучение и глубокие нейронные сети, открыли новые перспективы для решения этой проблемы. Способность ИИ анализировать огромные массивы визуальных данных и выявлять сложные диагностические паттерны позволяет создавать системы, которые не только работают с точностью, сопоставимой с опытными дерматологами, но в ряде случаев превосходят их. Алгоритмы на основе сверточных нейронных сетей (CNN), такие как ResNet50 и Inception v3, демонстрируют высочайшую эффективность в классификации изображений кожных образований, достигая точности диагностики меланомы более 86–91 % [3].

Разработка и внедрение таких систем принимает различные формы — от специализированных веб-платформ для врачей поликлиник до мобильных приложений, позволяющих проводить предварительный анализ в реальном времени [4]. Данный обзор посвящен анализу современных возможностей, преимуществ и вызовов, связанных с применением технологий ИИ для диагностики меланомы кожи, а также оценке их потенциального влияния на улучшение ранней выявляемости и снижение смертности от этого опасного заболевания.

Классификация и дифференциация пигментных поражений представляет сложную диагностическую задачу для дерматологов и онкологов в силу вариабельности клинических и гистологических проявлений. Традиционные диагностические методы, включая визуальный осмотр и дерматоскопию, показывают ограниченную эффективность, которая при визуальной оценке без применения дерматоскопии составляет порядка 65–80 % [5]. В этом контексте объективизация диагностического процесса с применением технологий ИИ становится основным направлением для повышения его точности и эффективности.

Современные алгоритмы на основе сверточных нейронных сетей демонстрируют способность не только распознавать стандартные дерматоскопические критерии, но и выявлять сложные, невидимые человеческому глазу паттерны в архитектонике кожи. Это подтверждается исследованиями, в которых модель с архитектурой Inception v.3, дообученная на 10 тысячах фотографий кожных образований, продемонстрировала точность диагностики в 91 %, что существенно превышает эффективность традиционного ABCDE-анализа, составляющую около 70 % [6].

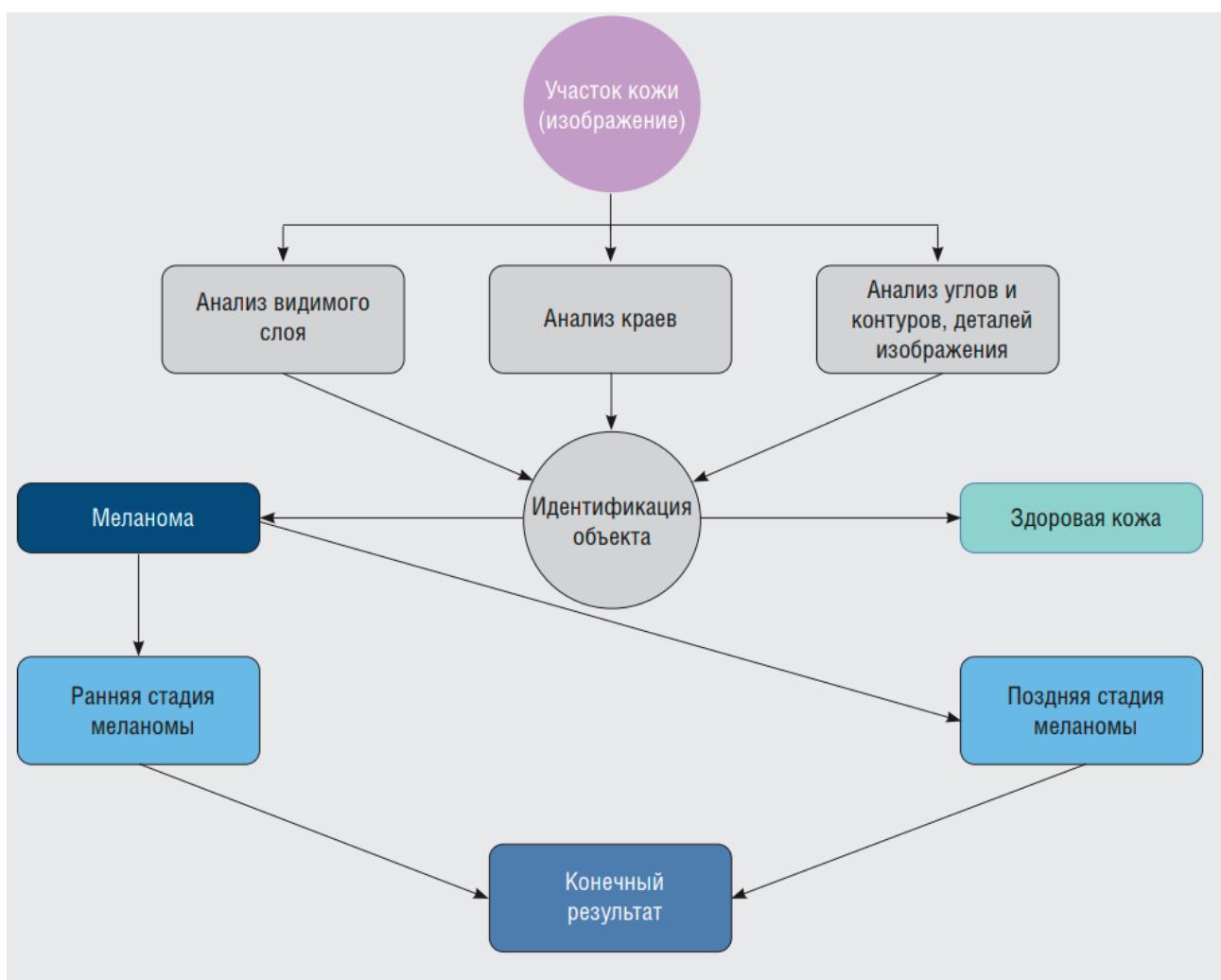


Рис. 1. Принцип работы обученных систем распознавания искусственного интеллекта по заданному алгоритму

Перспективным направлением является разработка двухступенчатых диагностических систем, сочетающих анализ изображений с клинико-анамнестическими данными. Как показано в исследовании Aghajani, A., и соавт., такая система, основанная на остаточной нейронной сети ResNet50, достигла диагностической точности в 86 % при тестировании на архиве ISIC, содержащем изображения 8000 пациентов с гистологически верифицированными диагнозами [7]. При этом рекомендательная модель второго этапа, использующая колаборативную фильтрацию TensorFlow Recommenders, позволяет на основе анализа больших данных онкологических центров формировать персонализированные планы лечения с учетом индивидуальных параметров пациента.

Важно подчеркнуть, что внедрение ИИ-систем в клиническую практику направлено не на замену врача, а на усиление его диагностических возможностей. По мнению H. Haenssle и соавт., алгоритмы CNN служат эффективным инструментом для помощи врачам в выявлении меланомы независимо от их индивидуального опыта и уровня подготовки [8]. Последующие исследования должны быть сфокусированы на повышении интерпретируемости решений ИИ, валидации алгоритмов на разнообразных популяциях и интеграции этих систем в рабочие процессы медицинских учреждений.

Внедрение искусственного интеллекта в дерматологическую практику открывает новый этап в диагностике онкологических заболеваний кожи. Ядром этой инновации являются алгоритмы компьютерного зрения, которые проходят сложный процесс анализа изображений.

Механизм работы системы ИИ для диагностики рака кожи

Этап предобработки данных. Исходное изображение подвергается цифровой обработке для устранения дефектов (артефактов) и улучшения качества. Это ключевой шаг, включающий фильтрацию, нормализацию и корректировку контрастности, который закладывает основу для последующего точного анализа [9].

Этап идентификации диагностических признаков. Происходит автоматизированное выделение клинически

значимых характеристик каждого поражения: его морфологии (форма, границы), цвета, размеров и текстурных особенностей. Данный этап фильтрует информационный шум, позволяя алгоритму сконцентрироваться на релевантных для малигнизации дескрипторах.

Этап классификации с применением глубокого обучения. Для итоговой диагностики используются сложные архитектуры нейронных сетей. Эти модели, обученные на обширных датасетах, демонстрируют высокую эффективность в распознавании визуальных паттернов, характерных для различных типов опухолей, и присваивают изображению вероятностную оценку.

Этап оптимизации. Диагностическая модель не статична — ее алгоритмы непрерывно усовершенствуются и обучаются по мере накопления новых данных, что ведет к прогрессивному росту точности и надежности ее прогнозов [10].

Клиническая ценность. Использование глубоких нейронных сетей позволяет выявлять субклинические признаки злокачественности, что зачастую невозможно при рутинном визуальном осмотре. Таким образом, ИИ становится незаменимым ассистентом дерматолога, значительно повышающим точность, скорость и объективность диагностического процесса.

Выводы. Проведенный анализ показывает, что современные системы искусственного интеллекта, в особенности сверточные нейронные сети (CNN), стали высокоэффективным инструментом для ранней диагностики меланомы кожи. Доказана их способность достигать диагностической точности, превышающей 85–90 %, что в ряде случаев превосходит результаты визуальной оценки дерматологов. Главными преимуществами являются автоматизация анализа дерматоскопических изображений, выявление сложных, невидимых глазу паттернов и минимизация субъективного фактора.

Интеграция ИИ в виде веб-платформ и мобильных приложений повышает доступность скрининга, выступая мощным вспомогательным инструментом для врача. Дальнейшие усилия должны быть направлены на валидацию алгоритмов на разнородных популяциях, повышение интерпретируемости решений и бесшовное внедрение в клиническую практику для реального улучшения показателей ранней выявляемости и снижения смертности.

Литература:

1. Jones OT, Matin RN, van der Schaar M, Prathivadi Bhayankaram K, Ranmuthu CKI, Islam MS, et al. Artificial intelligence and machine learning algorithms for early detection of skin cancer in community and primary care settings: a systematic review. Lancet Digit Health. 2022;4(6):e466– e476. doi: 10.1016/S2589-7500(22)00023-1
2. Wen D, Khan SM, Xu AJ, Ibrahim H, Smith L, Caballero J, et al. Characteristics of publicly available skin cancer image datasets: a systematic review. Lancet Digit Health. 2022;4(1):e64–e74. doi: 10.1016/s2589-7500(21)00252-1
3. Lee, J. R. H., Pavlova, M., Famouri, M. et al. Cancer-Net SCa: tailored deep neural network designs for detection of skin cancer from dermoscopy images. BMC Med Imaging 22, 143 (2022). <https://doi.org/10.1186/s12880-022-00871-w>
4. Никитаев В. Г., Проничев А. Н., Тамразова О. Б., Сергеев В. Ю., Гуров Д. В., Зайцев С. М., и др. Сверточные нейронные сети в диагностике новообразований кожи. Безопасность информационных технологий. 2021;28(4):118–126. [Nikitaev VG, Pronichev AN, Tamrazova OB, Sergeev VYu, Gurov DV, Zaitsev SM, et al. Convolutional neural networks in the diagnosis of skin neoplasms. IT Security (Russia). 2021;28(4):118–126. (In Russ.)] doi: 10.26583/bit.2021.4.09

5. Wells A, Patel S, Lee JB, Motaparthi K. Artificial intelligence in dermatopathology: Diagnosis, education, and research. *J Cutan Pathol.* 2021;48(8):1061–1068. doi: 10.1111/cup.13954
6. Хабарова Р. И., Кулева С. А. Искусственный интеллект в диагностике доброкачественных новообразований кожи у пациентов детского возраста. Интеграция нейронной сети в мобильное приложение. Вопросы онкологии. 2022;68(6):820–826. [Khabarova RI, Kuleva SA. Artificial intelligence in the diagnosis of benign skin neoplasms in pediatric patients. Integration of neural network into mobile application. Voprosy onkologii. 2022;68(6):820–826. (In Russ.)] doi: 10.37469/0507-3758-2022-68-6-820-826
7. Aghajani, A., Rajabi, M.T., Rafizadeh, S.M. et al. Comparative analysis of deep learning architectures for thyroid eye disease detection using facial photographs. *BMC Ophthalmol* 25, 162 (2025). <https://doi.org/10.1186/s12886-025-03988-y>
8. Ранняя диагностика злокачественных новообразований кожи с помощью технологий искусственного интеллекта / С. О. Самохин, А. В. Патрушев, Ю. И. Акаева [и др.] // Вестник дерматологии и венерологии. — 2024. — Т. 100, № 1. — С. 38–46. — DOI 10.25208/vdv16746. — EDN IUQSMN.
9. Келлониеми А. Р. Искусственный интеллект в медицине: как он помогает диагностировать и лечить заболевания // Вестник науки. 2024. № 1. С. 652–655;
10. Ковров, Д. А. Анализ вопросов использования нейронных сетей для раннего диагностирования и исследования меланом / Д. А. Ковров, Н. А. Борсук, С. М. Задоркин // Современная техника и технологии: исследования, разработки и их использование в комплексной подготовке специалистов: Сборник материалов XIV Международной научно-практической конференции, Невинномысск, 21–25 апреля 2025 года. — Невинномысск: Невинномысский государственный гуманитарно-технический институт, 2025. — С. 176–180. — EDN LNDMEI.

Использование нанотехнологий в микробиологии и инфекционном контроле

Улмасов Темуржон Шохдавлатович, студент

Научный руководитель: Шайкулов Хамза Шодиевич, зав. кафедрой

Университет Зармед (г. Самарканд, Узбекистан)

В статье представлен обзор современных исследований и разработок в области применения нанотехнологий для решения задач микробиологии и инфекционного контроля. Рассмотрены различные типы наноматериалов и наноструктур, используемых для разработки антимикробных агентов, диагностических систем и методов дезинфекции. Особое внимание уделено механизму действия наноматериалов на микроорганизмы, а также перспективным направлениям исследований и вызовам, связанным с внедрением данных технологий.

Ключевые слова: нанотехнологии, микробиология, инфекционный контроль, антимикробные наноматериалы, нанодиагностика, биопленки, устойчивость к антибиотикам.

Введение: Микробиология и инфекционный контроль являются критически важными областями для поддержания здоровья человечества. Растущая проблема устойчивости микроорганизмов к антибиотикам и появление новых инфекционных заболеваний делают поиск инновационных подходов к борьбе с ними крайне актуальным. Нанотехнологии, благодаря уникальным физическим и химическим свойствам наноматериалов, открывают новые перспективы в решении этих сложных задач. Возможность манипулировать материей на атомном и молекулярном уровнях позволяет создавать эффективные антимикробные агенты, высокочувствительные диагностические системы и современные методы дезинфекции.

Цель исследования: Целью данного исследования является систематический анализ современной научной литературы и патентной информации, посвященной применению нанотехнологий в микробиологии и инфек-

ционном контроле. Исследование направлено на выявление перспективных направлений разработок, оценку эффективности и безопасности наноматериалов, а также определение основных вызовов, препятствующих широкому внедрению нанотехнологий в этой области.

Материалы и методы: Проведен поиск и анализ научной литературы в базах данных PubMed, Scopus, Web of Science, а также патентной информации в базах данных USPTO и Espacenet по ключевым словам, связанным с нанотехнологиями, микробиологией и инфекционным контролем. Критериями отбора статей и патентов являлись: оригинальность исследования, новизна представленных результатов, научная значимость и актуальность для данной области. На основе анализа отобранный информации был проведен систематический обзор и обобщение данных об использовании нанотехнологий в микробиологии и инфекционном контроле.

Результаты и обсуждение:

Антибиотические наноматериалы. Одним из наиболее активно развивающихся направлений является разработка антибиотических наноматериалов. К ним относятся: наночастицы металлов, такие как серебро, золото, и медь, оксиды металлов, включая (TiO_2 , ZnO , MgO), углеродные нанотрубки и нанокомпозиты, а также другие наноструктуры.

Механизмы антибиотического действия наноматериалов многообразны:

Высвобождение ионов — Наночастицы металлов (особенно серебра) высвобождают ионы, которые обладают высокой токсичностью для бактерий. Эти ионы разрушают клеточные мембранны, связываются с ДНК и белками, и ингибируют ферментативные процессы.

Генерация активных форм кислорода (АФК) — Наночастицы оксидов металлов (TiO_2 , ZnO) при облучении ультрафиолетовым или видимым светом генерируют АФК. Эти АФК окисляют органические молекулы, включая клеточные компоненты микроорганизмов, что приводит к их гибели. Данный эффект используется в фотокаталитической дезинфекции.

Механическое повреждение — Углеродные нанотрубки и другие наноструктуры с острыми краями могут физически повреждать клеточные мембранны бактерий, вызывая их лизис.

Интерференция с адгезией и образованием биопленок — Наноструктурированные поверхности способны предотвращать адгезию бактерий и формирование биопленок. Это существенно снижает риск инфекций, связанных с медицинскими устройствами и имплантатами.

Борьба с устойчивостью к антибиотикам. Наноматериалы предлагают новые подходы к борьбе с устойчивостью к антибиотикам. Это может достигаться двумя путями:

- Прямое уничтожение устойчивых микроорганизмов;
- Повышение эффективности существующих антибиотиков.

Например, введение антибиотиков в наночастицы может улучшить их проникновение через клеточные мембранны бактерий и, соответственно, снизить необходимость в высоких дозах препарата.

Нанодиагностика. Нанотехнологии позволяют создавать высокочувствительные и быстрые методы диагностики инфекционных заболеваний. К ним относятся:

Наносенсоры: Они основаны на различных принципах (оптический, электрохимический, пьезоэлектрический) и способны обнаруживать микроорганизмы и их метаболиты в биологических образцах с высокой чувствительностью и специфичностью.

Молекулярная визуализация: Наночастицы, коньюгированные с антителами или другими лигандами, могут использоваться для визуализации микроорганизмов в тканях и органах с помощью методов микроскопии и томографии.

Лабораторные анализы на чипе (Lab-on-a-Chip): Нанотехнологии позволяют создавать микрофлюидные устройства, объединяющие несколько этапов анализа (выделение, амплификация, детекция) в одном чипе. Это значительно ускоряет процесс диагностики и снижает затраты.

Дезинфекция и стерилизация. Наноматериалы используются для разработки новых методов дезинфекции и стерилизации помещений, медицинского оборудования и воды:

Фотокаталитическая дезинфекция: Наночастицы TiO_2 могут быть использованы для дезинфекции воздуха и поверхностей в помещениях под воздействием ультрафиолетового или видимого света.

Нанофильтрация: Нанопористые мембранны позволяют эффективно удалять бактерии и вирусы из воды, обеспечивая ее обеззараживание.

Вызовы и перспективы. Несмотря на значительный прогресс, существует ряд вызовов, которые необходимо преодолеть для успешного внедрения нанотехнологий:

Токсичность наноматериалов: Необходимо тщательно изучать их токсичность для здоровья человека и окружающей среды и разрабатывать методы снижения негативного воздействия.

Стандартизация и регулирование: Требуется разработка стандартов и нормативных документов, регулирующих использование нанотехнологий в медицине и здравоохранении.

Масштабирование производства: Необходимо разработать экономически эффективные методы производства наноматериалов в промышленных масштабах.

Будущие исследования должны быть направлены на:

- Разработку новых наноматериалов с улучшенными антибиотическими свойствами и низкой токсичностью;
- Создание персонализированных методов диагностики и лечения инфекционных заболеваний с использованием нанотехнологий;
- Разработку антибиотических наноструктур, устойчивых к развитию резистентности;
- Внедрение нанотехнологий в системы мониторинга и контроля инфекций в медицинских учреждениях и общественных местах.

Вывод: Нанотехнологии обладают огромным потенциалом для решения задач микробиологии и инфекционного контроля. Использование наноматериалов позволяет создавать эффективные антибиотические агенты, высокочувствительные диагностические системы и современные методы дезинфекции. Дальнейшее развитие нанотехнологий в этой области требует междисциплинарного подхода, объединяющего усилия химиков, биологов, медиков и инженеров, для разработки безопасных, эффективных и экономически доступных решений, которые помогут в борьбе с инфекционными заболеваниями и поддержании здоровья населения.

Литература:

1. Артемов А. В. Разработка методов и средств обеспечения микробиологической безопасности объектов ветеринарного надзора: дис. — 2012.
2. Деревянко А. С., Агеев В. А. Биологические свойства бактерий *Bacillus subtilis* под действием наночастиц TiO₂ //Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук. — 2013. — №. 12–3. — С. 28–30.
3. Маллаходжаев А. А. и др. Гемолитические эшерихии в этиологии кишечных расстройств у детей и генетическом механизме их формирования //volgamedscience. — 2021. — С. 588–589.
4. Малышев И. В., Паршина Н. В. Установка для многочастотного электромагнитно-резонансного терапевтического (мчэмрт) воздействия //Известия Южного федерального университета. Технические науки. — 2015. — №. 9 (170). — С. 190–199.
5. Нарзиев Д. У., Шайкулов Х. Ш. Течение острой пневмонии у детей раннего возраста в зависимости от выделенной микрофлоры //Экономика и социум. — 2024. — №. 2–1 (117). — С. 1636–1642.
6. Полетаев А. Б., Крылов О. В. Медицинские нанотехнологии: биомолекулярные технологии или наноинженерия? //Вестник восстановительной медицины. — 2016. — Т. 1. — №. 71. — С. 37–42.
7. Саидинов П. и др. Клинико-эпидемиологическая характеристика стафилококковых энтероколитов у детей раннего возраста //Журнал проблемы биологии и медицины. — 2014. — №. 3 (79). — С. 151–152.
8. Шайкулов Х. Ш., Худаярова Г. Н. Развитие кишечных расстройств у детей грудного возраста, вызванных различными микроорганизмами и гельминтами //Педиатр. — 2017. — Т. 8. — №. S.
9. Шахова В. Н. и др. Применение нанотехнологий для разработки новых лекарственных форм антибактериальных средств в борьбе с устойчивостью к полирезистентным штаммам микроорганизмов //Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. — 2023. — №. 7. — С. 129–133.
10. Sh S. K. et al. Of *Pseudomonas Aeruginosa* In Infectious Pathology Of Humans, Animals And Birds //Galaxy International Interdisciplinary Research Journal. — 2022. — Т. 10. — №. 3. — С. 237–240.

Тиреогастральный синдром: новое понимание и практическое значение

Чаус Мария, студент

Российский университет дружбы народов имени Патриса Лумумбы (г. Москва)

Данная статья посвящена анализу взаимосвязи аутоиммунных заболеваний щитовидной железы и желудка. Термин «тиреогастральный синдром» был введен в начале 1960-х годов для описания патогенетической связи между аутоиммунным тиреоидитом и хроническим аутоиммунным гастритом. Позже эта взаимосвязь была включена в концепцию аутоиммунного полиглангулярного синдрома типа 3В, где аутоиммунный тиреоидит является обязательным компонентом. Развитие обоих заболеваний обусловлено взаимодействием генетических, эмбриональных, иммунологических и экологических факторов, что определяет необходимость глубокого понимания их механизмов и взаимосвязи. В статье подробно рассматриваются клинический и патогенетический аспекты этого взаимодействия, подчеркивается важность комплексной диагностики для своевременного выявления заболеваний и эффективного ведения пациентов. Работа актуальна для повышения уровня диагностической и лечебной грамотности в современной эндокринологии.

Ключевые слова: аутоиммунный тиреоидит, аутоиммунный атрофический гастрит, аутоиммунный полиглангулярный синдром, пернициозная анемия, взаимосвязь эндокринных заболеваний.

Введение

Еще в 60-е годы прошлого столетия стало известно о взаимосвязи между такими аутоиммунными заболеваниями, как тиреоидит и атрофический гастрит. У пациентов с аутоантителами к щитовидной железе или аутоиммунным заболеванием щитовидной железы (АЗЩЖ) была выявлена пернициозная анемия, возникающая на поздней клинической стадии аутоиммунного атрофического гастрита. Так был введен термин «тиреогастральный синдром», отражающий клиническую картину

данной взаимосвязи, а уже позднее, после внедрения современных методов диагностики в клиническую практику, эти данные подтвердились.

На сегодняшний день более подходящая классификация предлагает нам термин «аутоиммунный полиглангулярный синдром 3-го типа» (АПС 3-го типа), обозначающий сочетание аутоиммунного поражения щитовидной железы с одним или несколькими аутоиммунными эндокринными или неэндокринными заболеваниями. Синдром представлен тремя подтипами — АПС ЗА (болезнь Грейвса или тиреоидит Хашимото и сахарный диабет 1-го

типа), АПС 3В (автоиммунное заболевание щитовидной железы и пернициозная анемия), АПС 3С (автоиммунное заболевание щитовидной железы и витилиго, алопеция и (или) другие органоспецифические аутоиммунные заболевания).

Аутоиммунный тиреоидит (АИТ) — это группа органоспецифических аутоиммунных тиреопатий, причиной которых служит генетически обусловленный дефект иммунной толерантности к антигенам щитовидной железы, вследствие чего происходит ее аутоиммунное повреждение. АИТ является обязательным компонентом всех подтипов АПС 3-го типа.

Аутоиммунный атрофический гастрит — это органоспецифическое иммуноопосредованное заболевание, которое характеризуется атрофией тела и дна желудка, что приводит к гипо- или ахлоргидрии, гипергастринемии и дефициту внутреннего фактора Касла. Из-за постоянной воспалительной инфильтрации происходит прогрессирующее разрушение клеток слизистой оболочки желудка, следствием которого является анемия, дефицит витамина В₁₂, нарушение всасывания лекарственных препаратов, повышенный риск злокачественных опухолей желудка.

В настоящей статье рассматривается взаимосвязь двух заболеваний, которая по сей день остается недостаточно изученной. Особое внимание уделяется практической значимости данной связи в клинической практике и перспективам диагностики аутоиммунного атрофического гастрита у пациентов с АИТ.

Современные данные о коморбидности аутоиммунных заболеваний

Современные исследования подтверждают высокую частоту коморбидных аутоиммунных патологий у пациентов с аутоиммунным гастритом, достигающую 40 % и более. Так, в крупном исследовании продемонстрировано, что среди пациентов с аутоиммунным гастритом АИТ встречался в 45,05 % случаев, а сахарный диабет 1-го типа (СД1) — у 7,69 % [6]. Эти данные согласуются с результатами международных исследований: при обследовании 319 пациентов с атрофическим гастритом у 40 % была выявлена сопутствующая аутоиммунная патология щитовидной железы [3]. В другом проспективном исследовании у 13,3 % (32 из 240) пациентов с тиреоидитом обнаружены аутоиммунные поражения желудочно-кишечного тракта, в частности аутоиммунный гастрит. В то же время бактерия *Helicobacter pylori* вовлечена в патогенез аутоиммунного гастрита в 16 % выявленных случаев [5]. Эти данные подчеркивают необходимость проведения скрининга на аутоиммунные эндокринопатии у всех пациентов с аутоиммунным гастритом.

Патогенез

Данные аутоиммунные заболевания обусловлены взаимодействием генетической предрасположенности

и факторов окружающей среды, что ведет к потере иммунной толерантности к аутоантигенам: нарушается центральная (выход реактивных Т-клеток из тимуса) и периферическая (дефект Т-регуляторных лимфоцитов) толерантность. Генетическая предрасположенность подтверждена для обоих заболеваний, поскольку их частота выше среди однояйцевых близнецов и родственников первой степени родства, а также их присутствие может наблюдаться в сочетании с другими аутоиммунными заболеваниями [2].

Основным патогенетическим звеном при аутоиммунных заболеваниях щитовидной железы считаются нарушения дифференцировки Т-клеток (снижение супрессивной активности и повышение их хелперной функции). При АИТ количество Т-супрессоров уменьшается, что в свою очередь приводит к избыточному образованию В-клеток и увеличению образования антител. В повреждении клеток щитовидной железы ключевую роль играют цитокины, вырабатываемые лимфоцитарным инфильтратом. Цитокины способны стимулировать клетки щитовидной железы к высвобождению провоспалительных медиаторов, тем самым усиливая и поддерживая аутоиммунный ответ. Исследования показали, что при АИТ, как и при многих других аутоиммунных заболеваниях, в крови и щитовидной железе увеличивается количество Th17-клеток, которые секрецируют цитокин IL-17.

Патогенез аутоиммунного гастрита недостаточно изучен. Он связан с антителами к париетальным клеткам и внутреннему фактору — обнаруживаются у 60–90 % и 50–70 % пациентов соответственно. Некоторые исследования указывают, что антитела могут быть следствием повреждения H⁺/K⁺-АТФазы аутореактивными Т-клетками, а не прямой причиной болезни. Также исследуется роль инфекции *H. pylori*: у инфицированных пациентов с атрофическим гастритом уровень антител к париетальным клеткам обычно высок и снижается после эрадикации бактерии, что указывает на возможную роль *H. pylori* в инициировании аутоиммунных процессов через молекулярную мимикрию, особенно у генетически предрасположенных лиц.

Роль йода в организме: от регуляции гормонов до защиты желудка

Как известно, тиреотропный гормон побуждает щитовидную железу вырабатывать T4 (тироксин). T4 — это неактивная форма гормона щитовидной железы, которая сначала должна быть преобразована в активную форму T3 (трийодтиронин). Наш организм вырабатывает фермент йодтиронин-дегидрогеназу, который отвечает за это преобразование. Йод, помимо своей ключевой роли в синтезе гормонов щитовидной железы, имеет важное значение в поддержании целостности и функционировании слизистой оболочки желудка. Научные исследования показывают, что йод регулирует

процессы пролиферации и дифференцировки клеток желудочного эпителия, способствуя поддержанию нормальной структуры слизистой оболочки. В присутствии желудочной пероксидазы (фермента, экспрессируемого в слизистой желудка) йод выступает в качестве донора электронов, участвуя в нейтрализации свободных кислородных радикалов. Таким образом, он оказывает мощное антиоксидантное действие, защищая клетки от окислительного стресса, который является одним из ключевых факторов повреждения тканей и канцерогенеза. Достаточное поступление йода способствует снижению риска воспалительных и атрофических изменений в желудке. Более того, эпидемиологические наблюдения подтверждают взаимосвязь между дефицитом йода, развитием эндемического зоба и повышенной частотой рака желудка в регионах с недостаточным йодным обеспечением [7].

Ряд научных работ также указывает на то, что йод может влиять на активность *H. pylori* — бактерии, ассоциированной с гастритом, язвенной болезнью и раком желудка: адекватный уровень йода в организме способствует снижению колонизации этой бактерии и уменьшению ее патогенного воздействия. Однако уже имеющееся нарушение функциональной активности слизистой оболочки желудочно-кишечного тракта может нарушать поступление экзогенного йода в системный кровоток: бактерии подавляют или блокируют ферментные системы, которые обеспечивают транспорт йода в щитовидную железу, снижая его биодоступность [4].

Практическое значение тиреогастрального синдрома

Сопутствующее течение аутоиммунного тиреоидита и гастрита требует внимательного долгосрочного наблюдения. В центре мониторинга — риск развития железодефицитной и B_{12} -дефицитной анемии, а также возможные нарушения всасывания при заместительной терапии левотироксином натрия.

Аутоиммунный гастрит (АИГ) зачастую протекает бессимптомно или сопровождается неспецифическими желудочно-кишечными симптомами [8]. С прогрессированием заболевания и развитием атрофии слизистой оболочки могут возникать гематологические и неврологические нарушения. Дефицит железа и пернициозная анемия являются характерными компонентами тиреогастрального синдрома [1]. Железодефицитная анемия у пациентов с аутоиммунным тиреоидитом, резистентная к пероральному приему железа, зачастую связана с хроническим атрофическим гастритом. Клинические признаки развиваются спустя годы после начала заболевания и обусловлены снижением или исчезновением париетальных клеток, что ведет к атрофии слизистой оболочки и нарушению всасывания железа, витаминов B_{12} и B_9 (фолиевой кислоты). В норме кислотность желудочного сока (pH 1,5–2) способствует превращению трехвалентного же-

леза в двухвалентное благодаря аскорбиновой кислоте, что облегчает его всасывание в тонком кишечнике. При начальных стадиях атрофического гастрита единственным эффектом повреждения париетальных клеток может быть микроцитарная железодефицитная анемия. Помимо выделения соляной кислоты, париетальные клетки продуцируют внутренний фактор Касла, необходимый для всасывания кобаламина в последнем отделе подвздошной кишки. При прогрессировании атрофии интервал внутреннего фактора сокращается, что приводит к нарушению всасывания витамина B_{12} . Клинически дефицит B_{12} проявляется макроцитарной анемией и неврологическими симптомами — парестезиями и невритами, характерными для пернициозной анемии.

Левотироксин натрия — предпочтительный препарат для заместительной терапии гипотиреоза благодаря высокой эффективности, биодоступности и простоте применения. Однако его всасывание зависит от таких факторов, как режим приема, взаимодействие с препаратами (например, ингибиторами протонной помпы), а также наличие заболеваний желудочно-кишечного тракта (гастрит, ассоциированный с *H. pylori*, целиакия и аутоиммунный гастрит). Важным этапом является растворение таблетки в желудке, которое зависит от физикохимических характеристик препарата и условий среды, среди которых выделяются pH и вязкость желудочного сока. В связи с этим разработаны новые формы левотироксина натрия — жидкие и гелевые капсулы, показавшие повышение эффективности его применения у пациентов с условиями, нарушающими всасывание, включая гастропарез и атрофический гастрит, что позволяет быстрее достигать компенсации гипотиреоза и преодолеть рефрактерный гипотиреоз.

Заключение

Данный обзор подчеркивает важность тщательного обследования и повышения осведомленности врачей-эндокринологов о возможности сочетания аутоиммунных поражений щитовидной железы и желудка — явления, которое следует рассматривать как вариант аутоиммунного полиэндокринного синдрома, получившего название «тиреогастральный синдром».

В клинической практике выявление железодефицитной анемии, нарушение всасывания левотироксина натрия и другие признаки заболеваний желудка у пациентов с аутоиммунными патологиями щитовидной железы должны служить поводом к проведению комплексной диагностики, включающей оценку маркеров аутоиммунного гастрита и пернициозной анемии (антитела к париетальным клеткам желудка). Эти подходы позволяют своевременно выявлять и учитывать вариации проявлений, что способствует более эффективной и персонализированной терапии пациентов с тиреогастральным синдромом.

Литература:

1. Тиреогастральный синдром: современный взгляд на проблему / Е. А. Трошина, М. Х. Боташева, Н. В. Мазурина [и др.] // Клиническая и экспериментальная тиреоидология. — 2025. — Vol. 21, № 1. — P. 23–29. — DOI: <https://doi.org/10.14341/ket12827>
2. Hashimoto's Thyroiditis and Autoimmune Gastritis / M. Cellini, M. G. Santaguida, C. Virili [et al.] // Frontiers in Endocrinology. — 2017. — Vol. 8. — P. 92. — DOI: 10.3389/fendo.2017.00092
3. Occurrence and Risk Factors for Autoimmune Thyroid Disease in Patients with Atrophic Body Gastritis / E. Lahner, M. Centanni, G. Agnello [et al.] // The American Journal of Medicine. — 2008. — Vol. 121, № 2. — P. 136–141. — DOI: 10.1016/j.amjmed.2007.09.025
4. Панюшкина, Г. М. Эффективность лечения зоба в сочетании с субклиническим гипотиреозом при хеликобактериозе / Г. Н. Панюшкина, Э. В. Минаков, Т. Н. Петрова // Клиническая и экспериментальная тиреоидология. — 2008. — Т. 4, № 4. — С. 51–54. — DOI: 10.14341/ket20084451-54
5. Le syndrome auto-immun thyro-gastrique: ses effets sur les micronutriments et la tumorigenèse gastrique / H. Valdes Socin, L. Lutteri, E. Cavalier [et al.] // Revue medicale de liege. — 2013. — Vol. 68, № 11. — P. 579–584.
6. Аутоиммунный гастрит: от диагностики к эффективной терапии / С. В. Щелоченков, Д. С. Бордин, М. В. Чеботарева [и др.] // РМЖ. Медицинское обозрение. — 2024. — Т. 8, № 5. — С. 299–306. — DOI: 10.32364/2587-6821-2024-8-5-9
7. Molecular Effects of Iodine-Biofortified Lettuce in Human Gastrointestinal Cancer Cells / O. Sularz, A. Koronowicz, C. Boycott [et al.] // Nutrients. — 2022. — Vol. 14, № 20. — P. 4287. — DOI: 10.3390/nu14204287
8. Современные подходы в фармакотерапии хронического гастрита / В. В. Скворцов, Л. В. Заклякова, Б. Н. Левитан [и др.] // Медицинский совет. — 2021. — № 15. — P. 40–47. — DOI: 10.21518/2079-701X-2021-15-40-47

Эпонимы в медицинской терминологии

Шевелева Ксения Антоновна, студент

Научный руководитель: Лидохова Олеся Владимировна, кандидат биологических наук, доцент
Воронежский государственный медицинский университет имени Н. Н. Бурденко

В статье рассматриваются эпонимические термины в медицине, их классификация и функционирование в современной медицинской терминологии. Также освещаются особенности применения эпонимов в различных подсистемах медицинской лексики и определяются роли эпонимических терминов в формировании практической и научной медицинской терминологии.

Ключевые слова: эпонимические термины, медицинская терминология, классификация эпонимов.

Эпонимические термины занимают важное место в медицинской науке и практике, отражая исторические, клинические и культурные аспекты развития медицины. Они служат средством передачи уникальных клинических знаний, закрепленных за именами выдающихся исследователей, врачей и открытий. В современной медицинской практике эпонимы продолжают играть значительную роль, однако их использование требует системного анализа и классификации для оптимального функционирования в терминологической системе. Лексико-семантические характеристики эпонимов и их влияние на развитие профессиональной медицинской лексики требует дальнейшего изучения, при этом особое внимание следует уделить распространению мифологических образов в профессиональные сферы.

Слово «эпоним» пришло к нам из греческого языка. Оно состоит из двух частей «эпи», что можно перевести как «над, в дополнении» и «оним», что означает «имя». Таким образом, эпоним — это имя человека, реального или выдуманного, на основе которого создано другое слово или словосочетание [6]. В связи с развитием когни-

тивного направления в языкознании пристальное внимание уделяется эпонимическим терминам. Трудно представить область медицины, где бы не использовались эпонимические названия. Большинство классических эпонимов, вошедших в употребление в XVI–XIX веках, активно используются и в настоящее время, несмотря на предложения ограничить их употребление [3].

Некоторые медицинские, чаще клинические термины происходят от имен вымышленных художественных персонажей. Например, сифилис — хроническая венерическая болезнь, получившая своё название по имени пастуха Сифилюса из поэмы Джироламо Фракасторо «Сифилис, или О гаальской болезни»; синдром Вертера — предсуицидальное состояние по имени главного героя романа И. В. Гёте «Страдания юного Вертера»; синдром Мюнхаузена (син. лапаротомофилия) — психическое расстройство [3].

Классификация. В статье А. А. Гаранина и Р. М. Гараниной [1] выделяются пять номинативных моделей образования эпонимических терминов.

1. Номинации по имени автора, впервые совершившего научное открытие, описавшего болезнь или ее признак: Дауна синдром, Бехтерева рефлекс, Щеткина — Блюмберга симптом, Базедова болезнь и т. д.

2. Номинации, образованные от названия географического или архитектурного объекта, где впервые описано явление, выделен возбудитель болезни, произошла вспышка заболевания: Портсмута синдром, Меледа синдром, австралийский клещевой риккетсиоз Шнееберга рак, Гуам болезнь, Конго-Крымская геморрагическая лихорадка, Сикстинской капеллы синдром и т. д.

3. Номинации по имени какого-либо легендарного героя, божества, мифического существа, известной исторической личности, героя литературных произведений: пиквикский синдром (назван по роману Ч. Диккенса «Записки Пиквикского клуба»; «проклятья Ундины» синдром (Ундин — в германской мифологии русалка, проклявшая неверного мужа: он должен был постоянно помнить о необходимости дышать и умер во сне); Янус синдром (Янус — двуликий бог древних римлян, покровитель дверей, входа и выхода, всех начал); бертранизм (назван по имени французского сержанта, фигурировавшего в скандальном уголовном процессе) и т. д.

4. Наименования по названию возбудителя заболевания, получившего, в свою очередь, название от эпонима: шагома, дальтонизм, евстахиит, паркинсонизм, бартонеллез, бруцеллез, сальмонеллез и т. д.

5. Номинации по имени пациентов, у которых впервые было выявлено данное заболевание: Стюарта — Прауэра синдром, Хагемана синдром, Кауден синдром, Хартнапа синдром, Маста синдром и т. д.

Также существуют эпонимические термины, обозначающие анатомические образования. Ахиллово сухожилие (пяточное) — самое крепкое сухожилие человеческого тела, которое присоединяется к пятончному бугру. Мотиватором к образованию термина послужил миф об Ахилле. Субарахноидальное пространство (паутинообразная оболочка головного мозга, внешним видом напоминающая паутину). Термин образован от онима Арахна — дерзкая героиня, бросившая вызов богам. За это Афина превратила ее в паука. Атлант — первый шейный позвонок, при помощи которого череп соединяется с позвоночником. Мотивацией к образованию термина послужила функция, выполняемая мифологическим героем. Атлант держал на себе весь небесный свод, равнозначно как первый шейный позвонок держит на себе череп.

Сложные эпонимические термины: Никтофобия — боязнь ночи. Мотиватором к образованию сложного термина послужили онимы героев античной мифологии — Нюкты (богини ночи) и Фобоса (бога страха).

Литература:

- Гаранин А. А., Гаранина Р. М. // О месте эпонимов в современной медицинской терминологии. // Вопросы ономастики. — 2019. — Т.16. — № 3. — С. 112–113.

Эпонимический термин, образованный путем метафорического переноса: Голова Медузы — расширение подкожных вен передней брюшной стенки со змеевидным ответвлением вокруг пупка, напоминающим голову античной Медузы Горгоны [4].

Психические расстройства, состояния и симптомы, названные в честь известных личностей: синдром Van Gogh (англ. Van Gogh Syndrome) — проявляется в навязчивом желании наносить себе увечья в виде обширных порезов или даже самостоятельно проведенных хирургических операциях. Расстройство было названо в честь всемирно известного художника Винсента Van Gога, вероятно страдавшего этим расстройством, из-за которого он ампутировал самому себе ухо во время одного из обострений заболевания [5]. Симптом Фреголи (англ. Fregoli Syndrome) или бред положительного двойника. Назван в честь итальянского актера Леопольдо Фреголи, который умел менять свою внешность по ходу действия.

Синдромы, расстройства и психопатологические состояния, названные в честь литературных персонажей: синдром Дориана Грея (англ. Dorian Gray Syndrome) или «культ молодости» представляет собой панический страх перед старением во всех его проявлениях. Назван в честь героя романа Оскарда Уайльда «Портрет Дориана Грея». Синдром Мюнхгаузена (лат. Sindrom Saduka) — описан как своеобразная любовь к болезням. Существует также Делегированный синдром Мюнхгаузена. Он проявляется в приписывании несуществующих болезней другим людям, чаще всего детям или супругам. Синдром Алисы в стране чудес (англ. Alice in Wonderland Syndrome, AIWS). Является состоянием, при котором происходит нарушение восприятия формы, пространства и времени. Назван в честь главной героини произведения Льюиса Кэрролла «Алиса в стране чудес» [2].

Исследование эпонимических терминов в медицине раскрывает их многоаспектную природу и важность для медицинской науки и практики. Классификация и лексико-семантический анализ эпонимов способствуют более глубокому пониманию их места в современной медицинской терминологии. Продолжающееся распространение эпонимических терминов, включая мифологические образы, подчеркивает необходимость дальнейших исследований в этой области для поддержания точности и эффективности медицинской коммуникации. Использование эпонимов в кругу узких специалистов обеспечивает быстрое понимание сложившейся картины, передает преемственность знаний, отражает основные этапы развития науки, борьба мнений и взглядов, становление научного мировоззрения человека [3]. Таким образом, эпонимы остаются важным инструментом в формировании как научного знания, так и практических навыков в медицине.

2. Ефремова Л. В., Пушкарева С. Ю., Соломатина О. С. // Эпонимические термины в психиатрии // Рязанский государственный медицинский университет имени академика И. П. Павлова. Рязань. — 2021. — С. 230–231.
3. Извекова Т. Ф., Грищенко Е. В., Пуртов А. С. // Эпонимы в медицинской терминологии // Journal of Siberian Medical Sciences. — 2014. — № 3. — С. 18.
4. Кошкина Е. И. / Эпонимические мифологизмы в медицинской терминологии // Сборник трудов конференции. III Фирсовские чтения лингвистика в XXI веке. Междисциплинарные парадигмы: взгляд молодых ученых. Москва. 2017. — С. 37–41.
5. Табакеев А. Синдром Van Гога [Электронный ресурс]: Медицинский журнал «Medach». Режим доступа: <https://medach.pro/>
6. Чикильдин Д. В. // Важность эпонимии в медицинском дискурсе // European research. — 2016. — № 3. — С. 41–44.

ЭКОЛОГИЯ

Концепции формирования глобального потепления и роль человека в изменении климата

Стрельникова Арина Викторовна, студент

Научный руководитель: Иашвили Мириан Вахтангович, кандидат биологических наук, доцент
Новосибирский государственный педагогический университет

В статье раскрывается роль антропогенного и астрономического влияний на изменение климатических условий планеты Земля, обобщается сущность образования и развития глобальных изменений климата.

Ключевые слова: глобальное потепление, климат, изменение, цикл, выбросы, температура, парниковый эффект.

В современном мире с постоянным ростом численности населения и его потребностями, с целью их удовлетворения растут и масштабы добычи исчерпаемых невозобновимых природных ресурсов для функционирования промышленных производств. Данная закономерность образовала ряд экологических проблем. Одной из таких является проблема ресурсообеспеченности, которая частично решается работой альтернативных источников энергии и энергией атома, заменяя сжигание горючих полезных ископаемых таких как нефть, природный газ, каменный уголь и т. д. Развитие науки и техники позволяет в процессе работы различного рода производств получать новые материалы, нанося минимальный ущерб природным ресурсам.

Но немало важной и острой является проблема огромных промышленных выбросов в атмосферу. В их число входят парниковые газы (оксид углерода, метан, оксид азота), различного рода мелкодисперсные пыли. Как известно первые усиливают действие парникового эффекта — удержание тепла (инфракрасного излучения) в атмосфере, отраженного от поверхности Земли, парниковыми газами. А усиление действия парникового эффекта приводит к формированию глобального потепления — его антропогенная концепция.

Исходя из большинства литературных и Интернет источников, глобальное потепление — это экологическая проблема, которая характеризуется длительным повышением средней температуры воздуха из-за изменения баланса тепла в атмосфере, которое связано с усилением парникового эффекта. Как правило, современными признаками глобального потепления являются: рост среднегодовой температуры воздуха, частое образование природных катаклизмов, увеличение концентрации углекислого газа в атмосфере, подъем уровня Мирового

океана, таяние ледников и многолетней мерзлоты, а также нарушение целостности экосистем. В ответ на это в течение нескольких десятилетий осуществляется деятельность по предотвращению развития глобального потепления путем минимизации и исключения попадания промышленных выбросов, парниковых газов в атмосферу.

Это реализуется путем внедрения очистных установок на промышленные объекты, по типу углеродных мембран, биофильтров, рукавных фильтров, фильтров на основе аминов; перехода на «зеленую» электроэнергетику, при использовании которой не происходит сжигание горючих полезных ископаемых, формирующих выбросы. Улучшение экологической обстановки в плане попадания вредных веществ в атмосферу доказывает восстановление озонового слоя.

По данным доклада Всемирной метеорологической организации (ВМО), в 2024 году уровень озона в атмосфере был выше среднего показателя за период с 2003 по 2022 год для большей части планеты. Над Антарктикой истощение озонового слоя было значительно менее выраженным по сравнению с предыдущими тремя годами. Озоновая дыра в 2024 году формировалась относительно медленно и закрылась достаточно быстро. По прогнозам учёных, при сохранении текущих темпов восстановления озоновый слой над тропиками и средними широтами вернётся к уровню 1980 года к 2040 году, над Арктикой — к 2045 году, а над Антарктидой — примерно к 2066 году [2].

Но, несмотря на это, глобальное потепление продолжает свое развитие, об этом свидетельствует ежегодное повышение средней температуры планеты, которое отражается на интенсивном таянии многолетней мерзлоты. Исходя из сказанного, антропогенное влияние исключается как основной фактор развития глобального потепления, играя в этом процессе незначительную роль.

Существует также сейсмогенно-триггерная концепция потепления климата, выдвинутая Леопольдом Исаевичем Лобковским. Данная концепция объясняет наблюдаемые климатические изменения и их связь с сильнейшими землетрясениями (Алеутская дуга, конец 1950-х — первая половина 1960-х), генерирующими деформационные волны, которые за счет триггерного воздействия на газонасыщенные осадочные слои приводят к усилению эмиссии метана и неантропогенному парниковому эффекту [3].

Но это лишь раскрывает сущность глобального потепления, но как известно, существуют и глобальные похолодания позднепротерозойской, палеозойской и кайнозойской эр, морфоскульптуру последнего можно наблюдать и по сей день. Исходя из этого, на данном этапе человеческого развития более корректно употреблять термин не «глобальное потепление», а словосочетание «глобальные изменения климата», которые могут включать в себя как потепления, так и похолодания.

Ученые считают, что глобальные изменения климата происходят из-за влияния космоса — астрономическая концепция. Середина XIX века знаменовалась тем, что учёный мир был уже уверен — климат Земли не оставался постоянным на протяжении веков и тысячелетий. Швейцарский учёный Ж. Л. Агасси (Jean Louis Agassiz) ещё 1837 году высказал смелую для того времени догадку, что похолодания и ледниковые периоды цикличны, а шотландский учёный Джеймс Кроль (James Croll) предположил, что цикличность оледенений связана с солнцем. Француз-

ский математик Ж. Адемар (Joseph Adhemar) в середине XIX века предпринял первую попытку рассчитать продолжительность периода климатического цикла. У него получилось 10500 лет [5].

Огромный вклад в климатологию внес сербский ученый Милутин Миланкович. В своей работе «Астрономическая климатология и астрономическая теория колебаний климата» рассчитал и описал изменения земной орбиты, что позволило ему сделать вывод о том, что максимальный эксцентриситет (степень отличия эллипса от круга) земной орбиты меняется от нуля до шести процентов, а продолжительность такого цикла — примерно 100 тысяч лет (первый цикл) [1].

При увеличении эксцентриситета, по третьему закону Кеплера Земля, отдаляясь от Солнца, будет двигаться значительно медленнее, чем когда она находится в перигелии (минимальное расстояние до Солнца) [1]. В таких условиях уменьшается приход солнечной радиации, а из-за длительности данного положения это приводит к становлению похолодания на планете. Помимо этого угол наклона земной оси непостоянен и меняется в пределах от 22.1 до 24.5 градусов. Из-за того, что материальная поверхность на нашей планете распределена неравномерно — в северном полушарии материк составляет 39 %, а в южном только 19 %, это вызывает циклические колебания температуры. Продолжительность такого цикла — 41 тысяча лет (второй цикл).

Третий цикл, расчёта которого произвёл Миланкович, это циклы, обусловленные прецессией (изменение на-

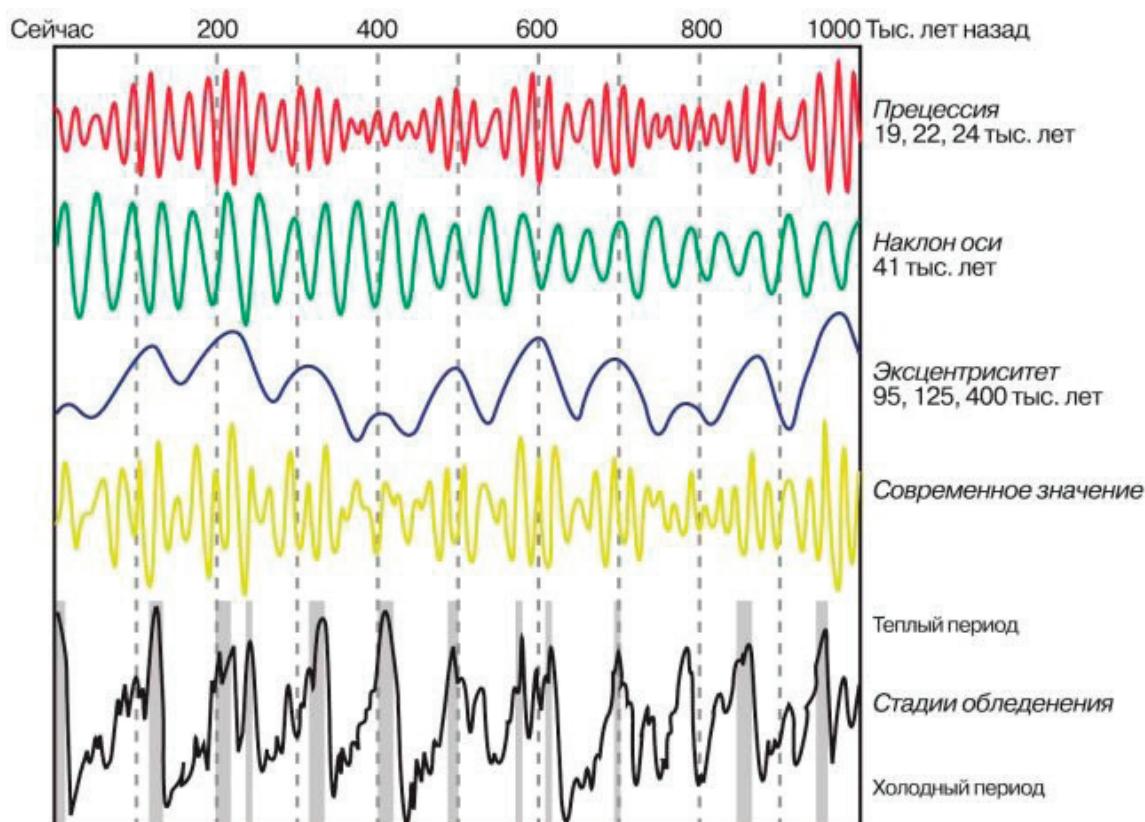


Рис. 1. Циклы М. Миланковича [5]

правления в пространстве) земной оси. Продолжительность такого цикла 26 тысяч лет. Каждый из циклов не зависит от других. По расчётом Миланковича, на долю 100-тысячелетнего цикла приходится 50 % климатических изменений, на долю 42-тысячелетненго — 25 %, и на долю 26-тысячелетнего — 10 % климатических изменений. Рассуждая, пики циклы могут совпадать, а могут оказываться и в противофазе. В первом случае температурные экстремумы будут усиливаться, во втором случае — сглаживаться. Это и объясняло разную силу и продолжительность ледниковых периодов [1, 5]. Чтобы определить какой цикл имеет главенствующую роль в настоящее время, обратимся к рисунку 1, на котором графически изображены циклы М. Миланковича [5].

Данная схема нам показывает, что Земля находится в стадии теплого периода, при этом наблюдается уменьшение эксцентриситета, что свидетельствует об увеличении температуры атмосферы.

Литература:

1. Бушуев, В. В. На пути к космопланетарной цивилизации / В. В. Бушуев, Д. А. Соловьев // Энергия: экономика, техника, экология. — 2023. — № 10(466). — С. 49–59. — EDN WRKDEL;
2. Всемирная метеорологическая организация: [веб-сайт]. — Обновляется в течение суток. — URL: <https://wmo.int/ru/news/media-centre/byulleten-vmo-svidetelstvuet-ob-uspeshnom-vosstanovlenii-ozonovogo-sloya-dannye-nauchno>. (дата обращения: 12.11.2025). — Текст: электронный;
3. Лобковский Л.И., Семилетов И.П., Баранов А.А., Владимирова И.С. Трудности обоснования антропогенной концепции глобального потепления и сейсмогенно-триггерный механизм климатических изменений // Вестн. ДВО РАН. 2024. № 4. С. 44–59. — URL: <http://dx.doi.org/10.31857/S0869769824040022>. (дата обращения: 12.11.2025);
4. Миланкович, М.. Математическая климатология и астрономическая теория колебаний климата [Текст] / Пер. с нем. А. Х. Хриана; под ред. проф. С. Л. Бастамова; С добавлением А. Х. Хриана «Климаты геологических эпох и перемещение материков» [с. 195–207]. — Москва, Ленинград: ГОНТИ, Ред. тех.-теорет. лит-ры, 1939. — 208 с.: черт.: 22 см;
5. Смолович В.. Циклы Миланковича и глобальное потепление // Проза.ру. — URL: <https://proza.ru/2019/07/27/457?ysclid=mg9fwzewys566014041>. (дата обращения: 12.11.2025). — Текст: электронный;

Таким образом, глобальные изменения климата напрямую связаны с астрономической активностью, развитие и популяризация антропогенной концепции, вероятно, имеет цель получения экономической выгоды. Это не значит, что стоит выражать безразличие к промышленным выбросам, но и не стоит вкладывать больше, чем нужно средств государственного бюджета в то, что мы не в силах остановить, а именно глобальные изменения климата, так как по расчетам ученых они не зависят от человека. Это окончательно доказывают исследования кернов льда, в которых выявлено, что в разные временные отрезки жизненного цикла Земли, атмосфера планеты имела разную температуру, а соответственно и климат. На температурный режим может влиять и вулканическая активность, как считает Л. И. Лобковский, но это очередной раз доказывает, что роль человека в изменении климата мала, так как промышленность и рост выбросов в атмосферу начали свое активное развитие только в конце XX века.

Молодой ученый

Международный научный журнал
№ 47 (598) / 2025

Выпускающий редактор Г. А. Письменная

Ответственные редакторы Е. И. Осянина, О. А. Шульга, З. А. Огурцова

Художник Е. А. Шишков

Подготовка оригинал-макета П. Я. Бурьянов, М. В. Голубцов, О. В. Майер

За достоверность сведений, изложенных в статьях, ответственность несут авторы.

Мнение редакции может не совпадать с мнением авторов материалов.

При перепечатке ссылка на журнал обязательна.

Материалы публикуются в авторской редакции.

Журнал размещается и индексируется на портале eLIBRARY.RU, на момент выхода номера в свет журнал не входит в РИНЦ.

Свидетельство о регистрации СМИ ПИ № ФС77-38059 от 11 ноября 2009 г., выдано Федеральной службой по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций (Роскомнадзор).

ISSN-L 2072-0297

ISSN 2077-8295 (Online)

Учредитель и издатель: ООО «Издательство Молодой ученый». 420029, Республика Татарстан, г. Казань, ул. Академика Кирпичникова, д. 25.

Номер подписан в печать 03.12.2025. Дата выхода в свет: 10.12.2025.

Формат 60×90/8. Тираж 500 экз. Цена свободная.

Почтовый адрес редакции: 420140, Республика Татарстан, г. Казань, ул. Юлиуса Фучика, д. 94А, а/я 121.

Фактический адрес редакции: 420029, Республика Татарстан, г. Казань, ул. Академика Кирпичникова, д. 25.

E-mail: info@moluch.ru; <https://moluch.ru/>

Отпечатано в типографии издательства «Молодой ученый», 420029, Республика Татарстан, г. Казань, ул. Академика Кирпичникова, д. 25.