НОВАЯ НАУКА
Международный центр
научного партнерства

NEW SCIENCE
International Center
for Scientific Partnership

# НАУКА СЕГОДНЯ: АКТУАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

Сборник статей II Международной
научно-практической конференции,
состоявшейся 25 декабря 2025 г.
в г. Петрозаводске

Часть 2

г. Петрозаводск
Российская Федерация
МЦНП «НОВАЯ НАУКА»
2025

УДК 001.12
ББК 70
Н34

Ответственные редакторы:
Ивановская И.И., Кузьмина Л.А.

Н34 Наука сегодня: актуальные исследования : сборник статей II Международной научно-практической конференции (25 декабря 2025 г.). — В 2-х частях. Часть 2. — Петрозаводск : МЦНП «НОВАЯ НАУКА», 2025. — 274 с. : ил., табл.

ISBN 978-5-00215-962-8
ISBN 978-5-00215-966-6 (Ч. 2)

Настоящий сборник составлен по материалам II Международной научно-практической конференции НАУКА СЕГОДНЯ: АКТУАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ, состоявшейся 25 декабря 2025 года в г. Петрозаводске (Россия). В сборнике рассматривается круг актуальных вопросов, стоящих перед современными исследователями. Целями проведения конференции являлись обсуждение практических вопросов современной науки, развитие методов и средств получения научных данных, обсуждение результатов исследований, полученных специалистами в охватываемых областях, обмен опытом. Сборник может быть полезен научным работникам, преподавателям, слушателям вузов с целью использования в научной работе и учебной деятельности.

Авторы публикуемых статей несут ответственность за содержание своих работ, точность цитат, легитимность использования иллюстраций, приведенных цифр, фактов, названий, персональных данных и иной информации, а также за соблюдение законодательства Российской Федерации и сам факт публикации.

Полные тексты статей в открытом доступе размещены в Научной электронной библиотеке Elibrary.ru в соответствии с Договором № 467-03/2018К от 19.03.2018 г.

УДК 001.12
ББК 70

ISBN 978-5-00215-962-8
ISBN 978-5-00215-966-6 (Ч. 2)

© Коллектив авторов, текст, иллюстрации, 2025
© МЦНП «НОВАЯ НАУКА» (ИП Ивановская И.И.), оформление, 2025

*Состав редакционной коллегии и организационного комитета:*

Аймурзина Б.Т., доктор экономических наук
Ахмедова Н.Р., доктор искусствоведения
Битокова С.Х., доктор филологических наук
Блинкова Л.П., доктор биологических наук
Гапоненко И.О., доктор филологических наук
Героева Л.М., доктор педагогических наук
Добжанская О.Э., доктор искусствоведения
Доровских Г.Н., доктор медицинских наук
Дорохова Н.И., кандидат филологических наук
Ергалиева Р.А., доктор искусствоведения
Ершова Л.В., доктор педагогических наук
Зайцева С.А., доктор педагогических наук
Зверева Т.В., доктор филологических наук
Казакова А.Ю., доктор социологических наук
Кобозева И.С., доктор педагогических наук
Кулеш А.И., доктор филологических наук
Мантатова Н.В., доктор ветеринарных наук
Мокшин Г.Н., доктор исторических наук
Муратова Е.Ю., доктор филологических наук
Никонов М.В., доктор сельскохозяйственных наук
Панков Д.А., доктор экономических наук
Петров О.Ю., доктор сельскохозяйственных наук
Поснова М.В., кандидат философских наук
Рыбаков Н.С., доктор философских наук
Сансызбаева Г.А., кандидат экономических наук
Симонова С.А., доктор философских наук
Ханиева И.М., доктор сельскохозяйственных наук
Хугаева Р.Г., кандидат юридических наук
Червинец Ю.В., доктор медицинских наук
Чистякова О.В., доктор экономических наук
Чумичева Р.М., доктор педагогических наук

# ОГЛАВЛЕНИЕ

**СЕКЦИЯ МЕДИЦИНСКИЕ НАУКИ ..... 8**

АНАЛИЗ СИТУАЦИИ С ПОЖАРАМИ В ГОРОДАХ И СЕЛАХ РФ И ИХ МЕДИЦИНСКИМИ ПОСЛЕДСТВИЯМИ ..... 9
*Савченко Александра Викторовна, Барачевский Юрий Евлампиевич*

АЛЬТЕРНАТИВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ РЕАЛИЗАЦИИ МЕДИЦИНСКИХ СПЕЦИАЛИСТОВ ..... 15
*Набиева Ирина Алексеевна, Соболевская Ольга Владимировна*

ПЕРСПЕКТИВЫ ТРАНСАБДОМИНАЛЬНОГО УЛЬТРАЗВУКОВОГО ИССЛЕДОВАНИЯ В ДИАГНОСТИКЕ БОЛЕЗНИ КРОНА ..... 19
*Шевцова Ксения Сергеевна, Хомутова Елена Юрьевна*

НОВЫЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В СТОМАТОЛОГИИ КАК ПОМОЩЬ В РАЗВИТИИ ЗДРАВООХРАНЕНИЯ ..... 29
*Абзалина Гулия Фаритовна, Тихонов Михаил Михайлович, Сударева Оксана Валерьевна*

СОН С ТОЧКИ ЗРЕНИЯ ПСИХОФИЗИОЛОГИИ ..... 37
*Абраменко Дарья Евгеньевна, Самбурова Валерия Витальевна*

АКТУАЛЬНЫЕ ПОДХОДЫ К ЛЕЧЕНИЮ ХРОНИЧЕСКОЙ ПОЧЕЧНОЙ НЕДОСТАТОЧНОСТИ ..... 44
*Албогачиева Алифа Беслановна, Гагиева Хади Хавашевна, Дзаурова Бэла Шамсудиновна, Дзейтова Хава Хароновна, Хутиева Камила Магаметхановна*

ОСТРАЯ МЕЗЕНТЕРИАЛЬНАЯ ИШЕМИЯ: СОВРЕМЕННЫЕ ПОДХОДЫ К ЭТИОЛОГИИ И ДИАГНОСТИКЕ ..... 53
*Бузлаева Анна Сергеевна*

СПОРТИВНАЯ ЛИХОРАДКА: ИММУННАЯ СИСТЕМА СПОРТСМЕНА В УСЛОВИЯХ ФИЗИЧЕСКОЙ НАГРУЗКИ И ГИПОКСИИ ..... 60
*Верблюдова Мария Александровна, Кравцова Алиса Сергеевна*

МАЛОИНВАЗИВНАЯ КОСМЕТОЛОГИЯ И РЕГЕНЕРАТИВНАЯ МЕДИЦИНА В СИСТЕМЕ АНТИВОЗРАСТНЫХ СТРАТЕГИЙ XXI ВЕКА ..... 64
*Ибадуллаева Расина Расуловна*

КАРДИОРЕНАЛЬНЫЙ СИНДРОМ У БЕРЕМЕННЫХ: ПАТОФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ, ДИАГНОСТИКА И СТРАТЕГИИ ВЕДЕНИЯ ..... 71
*Имангалиева Фарида Кайбулаевна*

ВАКЦИНЫ: ОТ ИСТОКОВ К СОВРЕМЕННЫМ ТЕХНОЛОГИЯМ В БИОМЕДИЦИНЕ ..... 76
*Исламова Лейля Ахмадовна*

ОКР: АКТУАЛЬНОСТЬ И ЗНАЧИМОСТЬ В СОВРЕМЕННОМ ОБЩЕСТВЕ С ТОЧКИ ЗРЕНИЯ ПСИХОФИЗИОЛОГИИ И УЧАСТИЯ ЦЕНТРАЛЬНОЙ НЕРВНОЙ СИСТЕМЫ ..... 93
*Колбанова Екатерина Сергеевна, Орлова Анастасия Николаевна, Сахаровская Яна Юльевна*

ЛЕЧЕНИЕ КАРИЕСА И ВЛИЯНИЕ ЭТОЙ ПРОЦЕДУРЫ НА УРОВЕНЬ СТРЕССА ..... 99
*Зенкова Наталья Алексеевна, Овсянникова Елизавета Викторовна*

ДЫХАТЕЛЬНЫЙ ИНСУЛИН: ПАТОФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ..... 105
*Рудык Майя Романовна*

ХРОНИЧЕСКОЕ НЕДОСЫПАНИЕ И ЕГО КОРРЕКЦИЯ МЕЛАТОНИНОМ ..... 109
*Шамсутдинова Диана Ренатовна*

ПРОБЛЕМЫ ВЫЯВЛЕНИЯ КОЛОРЕКТАЛЬНОГО РАКА В КУРСКОЙ ОБЛАСТИ ..... 114
*Поднебесная Анжелика Анатольевна, Подольский Владимир Владиславович, Молдованова Юлия Викторовна, Подольская Елена Анатольевна*

**СЕКЦИЯ БИОЛОГИЧЕСКИЕ НАУКИ ..... 130**

ВОДНЫЙ ТРАНСПОРТ: УГРОЗА ЭКОЛОГИИ И ПУТИ МОДЕРНИЗАЦИИ ..... 131
*Тимербулатова Ильсия Равилевна, Каюмова Гузель Газинуровна*

**СЕКЦИИЯ ФАРМАЦЕВТИЧЕСКИЕ НАУКИ ..... 137**

СОВРЕМЕННЫЕ ЛОГИСТИЧЕСКИЕ ПОДХОДЫ В ХРАНЕНИИ И ТРАНСПОРТИРОВКЕ ЛЕКАРСТВЕННЫХ СРЕДСТВ ..... 138
*Бейсенова Зухра Кайратовна, Баяхметова Гульнур Жолжанова, Баяхметова Жанар Темирбаевна*

**СЕКЦИЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫЕ НАУКИ ..... 144**

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ФУНГИЦИДОВ В ПОСЕВАХ ПОДСОЛНЕЧНИКА ..... 145
*Гайдамакин Алексей Владимирович*

**СЕКЦИЯ ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ ..... 151**

ПРИМЕНЕНИЕ КОНСТРУКЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ В НЕФТЕГАЗОВОЙ ОТРАСЛИ ..... 152
*Кван Ольга Вилориевна, Шароварова Ирина Сергеевна*

ИНФОРМАЦИОННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ
В ЭКОСИСТЕМЕ WEB 3.0: УГРОЗЫ, УЯЗВИМОСТИ
И СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ ЗАЩИТЫ ..... 157
*Князев Евгений Александрович, Привалов Александр Николаевич*

АНАЛИЗ ТРАВМАТИЗМА НА ПРЕДПРИЯТИЯХ
ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО МАШИНОСТРОЕНИЯ ..... 163
*Сутягина Валерия Сергеевна, Батурина Елена Вячеславовна,*
*Рудыка Елена Александровна*

КЛАССИФИКАЦИЯ МЕТОДОВ ИЗМЕРЕНИЯ СОПРОТИВЛЕНИЯ
ИЗОЛЯЦИИ С УЧЕТОМ ТОКА АБСОРБЦИИ ..... 168
*Видякин Артём Павлович*

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ МЕХАНИЗМОВ
ПАРАЛЛЕЛЬНОЙ СТРУКТУРЫ ..... 175
*Зуев Николай Игоревич*

ИСТОРИЯ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ
ПЕРСОНАЛЬНОГО ИНТЕРНЕТА ВЕЩЕЙ ..... 183
*Князев Максим Андреевич*

МЕТАМАТЕРИАЛЫ КАК СОВРЕМЕННЫЕ СРЕДСТВА СНИЖЕНИЯ
ВИБРАЦИЙ И ШУМА НА ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОМ ТРАНСПОРТЕ ..... 202
*Филиппов Иван Сергеевич*

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ТОРМОЗНЫХ
СИСТЕМ РАЗНОГО ТИПА ..... 210
*Горбатов Андрей Максимович*

СРАВНЕНИЕ ТРАДИЦИОННЫХ СИСТЕМ МОНИТОРИНГА
И ДИАГНОСТИКИ СОСТОЯНИЯ ГИДРОАГРЕГАТОВ
ГЭС С ПЕРЕХОДОМ НА ОБСЛУЖИВАНИЕ
ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ СОСТОЯНИЮ (СТОИР-ТС) ..... 218
*Канкошев Руслан Муратович*

МЕТОДЫ РЕГИСТРАЦИИ РАДИОГЕОХИМИЧЕСКОГО ЭФФЕКТА
ПРИ БУРЕНИИ НЕФТЯНЫХ И ГАЗОВЫХ СКВАЖИН ..... 228
*Ткаченко Даниил Евгеньевич, Пристансков Максим Алексеевич,*
*Иванов Виталий Геннадьевич, Иванов Иван Геннадьевич*

ОЦЕНКА СИТУАЦИИ С ПОЖАРАМИ
В ЗДАНИЯХ УЧЕБНЫХ ЗАВЕДЕНИЙ ..... 233
*Чиндров Даниил Андреевич*

**СЕКЦИЯ ФИЗИКО-МАТЕМАТИЧЕСКИЕ НАУКИ ..... 238**

СОВРЕМЕННЫЕ КОНСТРУКЦИИ И ПРИНЦИПЫ РАБОТЫ
СКИММЕРОВ ДЛЯ ОЧИСТКИ ВОДНОЙ ПОВЕРХНОСТИ
ОТ НЕФТЕПРОДУКТОВ ..... 239
*Пахненко Василий Петрович*

**СЕКЦИЯ ИНФОРМАТИКА..... 245**
АНАЛИЗ СОВРЕМЕННЫХ МЕТОДОВ ПОВЫШЕНИЯ КОНТРАСТНОСТИ ЦИФРОВЫХ ИЗОБРАЖЕНИЙ..... 246
*Опрышко Михаил Анатольевич*
**СЕКЦИЯ АРХИТЕКТУРА..... 251**
КЛАССИЦИЗМ В АРХИТЕКТУРЕ..... 252
*Антонова Анна Сергеевна, Бабынина Карина Юрьевна*
АНАЛИЗ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ И ФИНАНСОВЫХ РИСКОВ ПРИ РЕКОНСТРУКЦИИ ИНФРАСТРУКТУРЫ ГОРОДОВ ..... 257
*Бабынина Карина Юрьевна, Антонова Анна Сергеевна*
МОДЕРН В АРХИТЕКТУРЕ..... 261
*Антонова Анна Сергеевна, Бабынина Карина Юрьевна*
АДАПТИВНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИСТОРИЧЕСКИХ ПРОМЫШЛЕННЫХ ЗДАНИЙ В СОВРЕМЕННЫХ ГОРОДСКИХ УСЛОВИЯХ ..... 265
*Бабынина Карина Юрьевна, Антонова Анна Сергеевна*
ИСТОРИЗМ В АРХИТЕКТУРЕ..... 270
*Антонова Анна Сергеевна, Бабынина Карина Юрьевна*

# СЕКЦИЯ МЕДИЦИНСКИЕ НАУКИ

# АНАЛИЗ СИТУАЦИИ С ПОЖАРАМИ В ГОРОДАХ И СЕЛАХ РФ И ИХ МЕДИЦИНСКИМИ ПОСЛЕДСТВИЯМИ

**Савченко Александра Викторовна**
к.м.н., врач
ГУЗ «Саратовская городская клиническая больница № 6
имени академика В.Н. Кошелева»
**Барачевский Юрий Евлампиевич**
д.м.н., профессор, заведующий кафедрой
ФГБОУ ВО «Северный государственный медицинский университет»

**Аннотация:** организация и оказание экстренной медицинской помощи пострадавшим в пожарах остается одной из важных проблем медицины катастроф. Пожары происходят и в городах, и в сельской местности. Однако при чрезвычайных ситуациях в сельской местности организация лечебно-эвакуационных мероприятий представляет большие сложности, чем в городе. В исследовании проведен сбор и анализ данных, опубликованных в информационно-аналитических сборниках, изданных научно-исследовательским институтом противопожарной обороны. Таким образом, пожары в сельской местности возникают чаще и сопровождаются большим числом жертв, хотя население сел более дисциплинировано, и такая причина пожара, как неосторожное обращение с огнем, встречается реже, чем в городах. При возникновении чрезвычайной ситуации в сельской местности большую роль на самых начальных этапах в ликвидации медико-санитарных последствий играет фельдшер фельдшерско-акушерского пункта (ФАПа) этого поселения и других ФАПов муниципального образования.

**Ключевые слова:** пожары, пострадавшие, сельская местность, чрезвычайные ситуации, фельдшерско-акушерский пункт.

# ANALYSIS OF THE SITUATION WITH FIRES IN CITIES AND VILLAGES OF THE RUSSIAN FEDERATION AND THEIR MEDICAL CONSEQUENCES

**Savchenko Alexandra Viktorovna**
**Barachevsky Yuri Yevlampievich**

**Abstract:** the organization and provision of emergency medical care to victims of fires remains an important issue in disaster medicine. Fires occur both in urban and rural areas. However, in rural emergencies, the organization of medical and evacuation measures presents greater challenges than in urban areas. This study collects and analyzes data from information and analytical reports published by the Research Institute of Fire Protection. Thus, fires in rural areas occur more often and are accompanied by a large number of victims, although the rural population is more disciplined and the cause of fire, such as careless handling of fire, is less common than in cities. In the event of an emergency in rural areas, a major role at the very initial stages in the elimination of medical and sanitary consequences belongs to the paramedic of the paramedic and obstetric station of this settlement and other paramedic and obstetric stations of the municipality.

**Key words:** fires, victims, rural areas, emergencies, paramedic and obstetric station.

Организация и оказание экстренной медицинской помощи пострадавшим в пожарах остается одной из важных проблем медицины катастроф.

Пожары относятся к чрезвычайным ситуациям техногенного характера, приводящим к человеческим жертвам, ущербу здоровью людей, окружающей среде, значительным материальным потерям и нарушениям жизнедеятельности людей [1].

Ежегодно в мире наблюдаются 10-12 млн. пожаров [2]. В РФ ежегодно происходят сотни тысяч пожаров. У всех на слуху крупные пожары последних десятилетий с тяжелыми медико-санитарными последствиями: пожар в ночном клубе «Хромая лошадь» (г. Пермь) в 2009 г., пожар в торговом центре «Зимняя вишня» (г. Кемерово), 2018 г. и др. [3,4].

Пожары происходят и в городах и в сельской местности. Однако, по данным литературы, при возможных ЧС в сельской местности, организация лечебно-эвакуационных мероприятий представляет большие сложности, чем в городе [5].

**Целью** настоящего исследования явилось изучение и анализ статистической информации по пожарам в городах и селах Российской Федерации с 2015 по 2024 гг. и их медицинским последствиям

**Материалы и методы исследования.** Проведен сбор и анализ данных, опубликованных в информационно-аналитических сборниках, изданных научно-исследовательским институтом противопожарной обороны [6, 7, 8]. Сбор и анализ данных осуществлялись на персональном компьютере класса

Pentium IV с использованием стандартного программного обеспечения (Word, Excel). В исследовании использовался метод графического анализа.

**Результаты исследования.** Нами был проведен анализ количества пожаров (на 1 млн. населения) в Российской Федерации в 2015-2024 гг. в городах и в сельской местности. Результаты приведены на рис. 1.

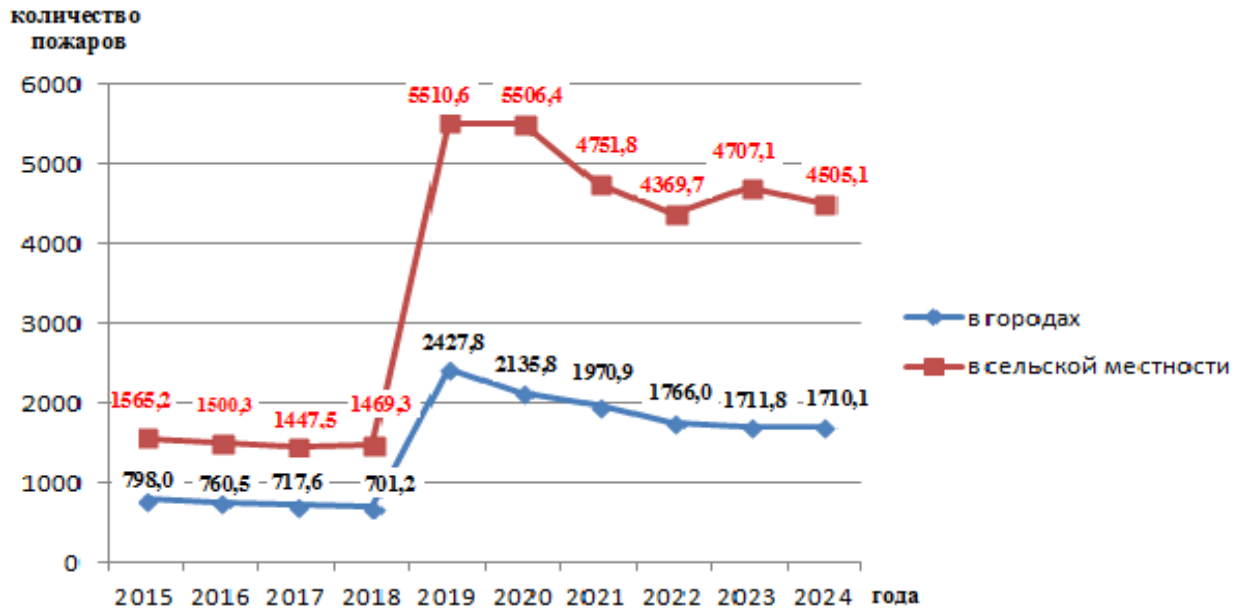


**Рис. 1. Динамика количества пожаров (на 1 млн. населения) в городах и сельской местности РФ в 2015 – 2024 гг.**

Как видно из приведенных гистограмм, количество пожаров в сельской местности на протяжении 2015 – 2024 гг. превышает количество пожаров в городах. Так в 2015 г. количество пожаров (на 1 млн. населения) в сельской местности было больше, чем в городах на 767,2. В 2018 г. разница составила 768,1. В 2019 г. количество пожаров в сельской местности было больше, чем в городах на 3082,8. К 2024 г. разница составила 2795,0.

Таким образом, количество пожаров в сельской местности в РФ больше, чем в городах. Причина этого, в том числе, в низкоэтажной застройке. По данным литературы: чем выше здание, тем меньшее количество пожаров в нём происходит [2]. Именно на здания жилого назначения приходится основной процент пожаров в 2015 – 2018 гг. (около 70%). С 2019 г. доля пожаров в жилых зданиях снизилась до 30%. В то же время, с 2015 г. по 2024 г. именно на пожары в жилых домах приходится наибольшая доля пострадавших людей (около 90%) [6, 7, 8].

На первом месте по причинам пожаров – неосторожное обращение с огнем. На втором месте по причинам пожаров – нарушение правил эксплуатации электрооборудования [6, 7, 8]. То есть, в причинах пожаров преобладает человеческий фактор. Следует отметить, что безответственное отношение к огню меньше выражено в сельской местности, чем в городах.

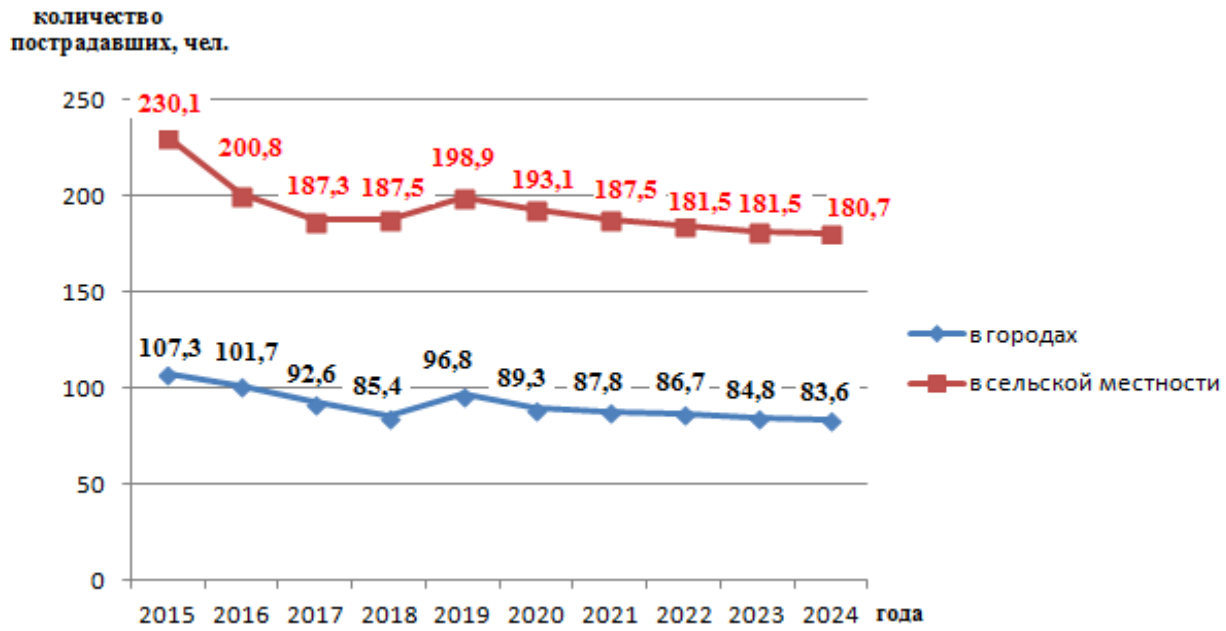


**Рис. 2. Динамика количества пострадавших в пожарах (на 1 млн. населения) в городах и сельской местности РФ в 2015 – 2024 гг.**

На рис. 2 представлены графики динамики количества пострадавших в пожарах (на 1 млн. населения) в городах и сельской местности РФ в 2015 – 2024 гг. Как видно из приведенных графиков (рис.2), количество пострадавших в пожарах в сельской местности на протяжении 2015 – 2024 гг. превышает количество пострадавших в пожарах в городах. Так, в 2015 г. количество пострадавших в пожарах (на 1 млн. населения) в сельской местности было больше, чем в городах на 122,8. В 2018 г. разница составила 102,1. К 2024 г. разница составила 97,1.

Таким образом, пожары в сельской местности возникают чаще и сопровождаются большим числом жертв, хотя население сел более дисциплинировано, и такая причина пожара, как неосторожное обращение с огнем встречается реже, чем в городах.

При возникновении чрезвычайной ситуации в сельской местности большая роль на самых начальных этапах в ликвидации медико-санитарных

последствий принадлежит фельдшеру фельдшерско-акушерского пункта (ФАПа) этого поселения и других ФАПов муниципального образования. Фельдшер ФАПа первым оказывается на месте ЧС, прибытие других бригад ожидается в среднем от 30 мин до 1 ч.

Таким образом, фельдшер ФАПа на этапе подготовки к оказанию медицинской помощи в ЧС должен проделать большую работу по согласованию с непосредственным начальником и руководителем комиссии по чрезвычайным ситуациям местного органа самоуправления.

Необходимо определить места возможного размещения сортировочной площадки, подготовить документы (схема оповещения, схема докладов о ЧС должностным лицам, схема организации взаимодействия, сортировочные листы, алгоритмы сортировки, алгоритмы оказания первичной доврачебной медико-санитарной помощи при различных острых заболеваниях и травмах и т.д.), содержать запас лекарственных средств, изделий медицинского назначения и аппаратуры для оказания первичной доврачебной медико-санитарной помощи в экстренной и неотложной форме и первичной врачебной медико-санитарной помощи в экстренной и неотложной форме на 1 рабочую смену (6 часов).

Все мероприятия планирования должны регулярно отрабатываться в межведомственных учениях.

**Заключение.** Таким образом, пожары отличаются от других чрезвычайных ситуаций техногенного характера большой летальностью на догоспитальном этапе. Это ставит дополнительные задачи перед медицинской службой по планированию ликвидации медико-санитарных последствий пожаров. В сельской местности важную роль в таком планировании играет фельдшер ФАПа.

## Список литературы

1. Гуменюк, С.А. Организация оказания медицинской помощи в условиях мегаполиса пострадавшим с термическими ожогами в чрезвычайных ситуациях / С.А. Гуменюк, В.С. Борисов, В.И. Потапов, А.В. Сачков [и др.] // Медико-биологические и социально-психологические проблемы безопасности чрезвычайных ситуаций. – 2025.- №1. – С. 54-60.

2. Калач, А.В. Анализ обстановки с пожарами и их последствиями на территории РФ / А.В. Калач, А.А. Капустин, М.Р. Шавалеев // Пожары и

чрезвычайные ситуации: предотвращение, ликвидация. – 2024. - №3. - С. 142-152.

3. Алексеев, А.А. Анализ организации оказания медицинской помощи обожженным в ЧС во время крупномасштабного пожара в ночном клубе «Хромая лошадь» (г.Пермь) / А.А. Алексеев, С.Г. Шаповалов // Медико-биологические и социально-психологические проблемы безопасности в чрезвычайных ситуациях. – 2011. - №4. – С. 9 – 14.

4. Инешина, С.В. Репрезентация события-трагедии в массово-информационном дискурсе (на материале публикаций о Пожаре в ТРЦ "Зимняя Вишня" г. Кемерово) / С.В. Инешина // Современный дискурс-анализ. — 2018. — № 3—2 (20). — С. 120—124.

5. Баранова, Н.Н. Проблемы маршрутизации при проведении медицинской эвакуации пострадавших в чрезвычайных ситуациях: результаты SWOT- анализа решений ситуационных задач в условиях пригородной зоны и отдаленного от города района. Сообщение 2 / Н.Н. Баранова // Медицина катастроф. – 2021. - №2. – С. 68 – 76.

6. Пожары и пожарная безопасность в 2017 году: Статистический сборник. Под общей редакцией Д.М. Гордиенко. – М: ВНИИПО, 2018 – 125 с.: ил. 42.

7. Пожары и пожарная безопасность в 2021 году: статист. сб. Балашиха: ФГБУ ВНИИПО МЧС России, 2022. 114 с.

8. Пожары и пожарная безопасность в 2024 году. Статистика пожаров и их последствий: информационно-аналитический сборник. Балашиха: ФГБУ ВНИИПО МЧС России, 2025. 112 с.

© Савченко А.В., Барачевский Ю.Е.

# АЛЬТЕРНАТИВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ РЕАЛИЗАЦИИ МЕДИЦИНСКИХ СПЕЦИАЛИСТОВ

**Набиева Ирина Алексеевна**
студент
**Соболевская Ольга Владимировна**
д.мед.н., профессор
ФГБОУ ВО «Государственный университет управления»

**Аннотация:** в статье рассматриваются разнообразные возможности профессиональной реализации для медицинских специалистов за пределами традиционной клинической практики. Анализируются ключевые области, сохраняющие востребованность медицинских знаний и навыков. Основное внимание уделяется системным мерам поддержки профессиональной переориентации, способствующим эффективному использованию потенциала медицинских кадров в широком контексте национальной экономики.

**Ключевые слова:** медицинские специалисты, профессиональная мобильность, медицинский менеджмент, переподготовка, здравоохранение.

# ALTERNATIVE DIRECTIONS OF PROFESSIONAL REALIZATION OF MEDICAL SPECIALISTS

**Nabieva Irina Alekseevna**
**Sobolevskaya Olga Vladimirovna**

**Abstract:** The article discusses a variety of professional realization opportunities for medical professionals outside of traditional clinical practice. The key areas that remain in demand for medical knowledge and skills are analyzed. The main focus is on systemic measures to support professional reorientation, contributing to the effective use of the potential of medical personnel in the broad context of the national economy.

**Key words:** medical specialists, professional mobility, medical management, retraining, healthcare.

Профессия врача и других медицинских работников традиционно ассоциируется с клинической практикой и непосредственным оказанием

помощи пациентам. Однако современный рынок труда и динамичное развитие отраслей, связанных со здравоохранением, открывают перед медицинскими специалистами значительно более широкий спектр карьерных возможностей. Выпускники медицинских вузов или практикующие врачи нередко сталкиваются с необходимостью или желанием сменить направление деятельности, используя при этом свои уникальные знания и навыки. Понимание этих альтернативных путей профессиональной реализации является ключевым как для молодых специалистов, так и для управленцев в сфере здравоохранения, заинтересованных в сохранении и эффективном использовании кадрового потенциала [1].

Компетенции, приобретенные медицинскими специалистами, обладают универсальной ценностью и могут быть успешно применены в различных секторах экономики. Одним из ключевых направлений является фармацевтическая промышленность и смежные отрасли, где медицинские знания играют центральную роль. Специалисты могут реализовывать себя в качестве медицинских представителей, чья задача заключается в информировании врачебного сообщества о новых препаратах и исследованиях, что требует глубоких медицинских познаний и коммуникативных навыков. Востребованы также специалисты по клиническим исследованиям, занимающие позиции менеджеров проектов или мониторингов испытаний, обеспечивающие научную корректность и этичность разработок. Еще одной возможностью является деятельность медицинских писателей, связанная с созданием и редактурой научных статей и образовательных материалов, где ценятся медицинская грамотность и ясность изложения.

Цифровизация здравоохранения создает новые возможности в сфере информационных технологий. Медицинские консультанты в IT-компаниях участвуют в разработке программного обеспечения и телемедицинских платформ, гарантируя их клиническую обоснованность и удобство для пользователей. С ростом объемов медицинских данных возрастает потребность в аналитиках, способных обрабатывать информацию для совершенствования диагностики, прогнозирования эпидемиологической обстановки или оптимизации работы медицинских организаций [2].

В области страховой медицины и экспертизы качества медицинской помощи медицинские знания также незаменимы. Специалисты по медицинской экспертизе в страховых компаниях занимаются оценкой страховых случаев и обоснованности оказанной помощи, что требует глубокого понимания клинических процессов. Медицинские работники также

могут продолжать свою профессиональную деятельность в органах управления здравоохранением, участвуя в разработке стандартов качества, протоколов лечения и осуществляя функции управления и контроля [3].

Традиционными, но не всегда связанными с непосредственной клинической практикой путями остаются образовательная и научная деятельность. Это работа в качестве преподавателей в медицинских учебных заведениях и центрах повышения квалификации, а также деятельность научных сотрудников в исследовательских институтах, направленная на изучение фундаментальных или прикладных аспектов медицины [4].

Медицинские знания служат отличной основой и для организационно-управленческой деятельности в системе здравоохранения. Это административные должности в медицинских организациях, такие как руководители отделений или главные врачи, где необходимы как управленческие навыки, так и понимание медицинской специфики. Кроме того, специалисты могут участвовать в формировании государственной политики в сфере здравоохранения, работая в соответствующих государственных органах [5].

Для эффективного использования потенциала медицинских специалистов, принявших решение сменить карьерное направление, необходимо создание системных механизмов поддержки. Ключевое значение имеет разработка программ дополнительного профессионального образования – курсов переподготовки и повышения квалификации, которые позволят медицинским работникам приобрести новые формальные квалификации, востребованные в смежных областях, например, в медицинском менеджменте, IT-консалтинге или научных и клинических исследованиях. Это позволит повысить уровень их конкурентоспособности на современном рынке труда. Также предельно значимой является внедрение системы карьерного консультирования с предоставлением услуг по профессиональному самоопределению, оценке имеющихся навыков, выявлению перспективных траекторий и построении поэтапной стратегии развития. Важнейшим элементом выступает установление устойчивого взаимодействия между образовательными и лечебными учреждениями медицинского профиля с одной стороны и предприятиями фармацевтической, IT- и страховой отраслей – с другой. Подобная кооперация сократит барьеры при выходе на новый рынок труда, откроет доступ к программам практики и будет способствовать проектированию учебных курсов в соответствии с динамичным рынком.

Таким образом, сфера профессиональной реализации медицинского специалиста выходит далеко за пределы непосредственно работы с

пациентом. Эволюция технологий, сдвиги в структуре экономики и возрастающая сложность организации охраны здоровья расширяют горизонты для применения их уникальных знаний и опыта. Труд в фармацевтической сфере, цифровой индустрии, на административных или исследовательских должностях – во всех этих случаях медицинская подготовка является значимым кадровым капиталом. Стимулирование карьерных переходов через целевое обучение, консультативную поддержку и развитие межотраслевой кооперации способно не только отвечать личным устремлениям специалистов, но и обеспечить оптимальную реализацию их потенциала для прогресса экономики государства и роста общественного благосостояния в целом.

## Список литературы

1. Мазин М.Ж. Врач и менеджер: проблематика принятия решений в здравоохранении // Международный научно-исследовательский журнал. - 2016. - №9(51). - С. 62-64.

2. Сыздыков Ж.К. Цифровизация в здравоохранении // Вестник науки и творчества. - 2024. - С. 24-26.

3. Зудин А.Б. Диспропорции кадрового обеспечения медицинской сферы // Проблемы социальной гигиены, здравоохранения и истории медицины. - 2020. - №28 (4). - С. 632-637.

4. Урядова В.В. Роль врача-преподавателя в развитии медицинской грамотности студентов медицинского вуза (теоретический анализ) // Общество: социология, психология, педагогика. - 2025. - №5. - С. 159-165.

5. Костанян А.А. Методика оценки управленческих компетенций современных организаторов здравоохранения как показателя уровня клиентоориентированности медицинской организации // Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия: Экономика и менеджмент. - 2016. - №4. - С. 94-103.

© Набиева И.А., Соболевская О.В.

# ПЕРСПЕКТИВЫ ТРАНСАБДОМИНАЛЬНОГО УЛЬТРАЗВУКОВОГО ИССЛЕДОВАНИЯ В ДИАГНОСТИКЕ БОЛЕЗНИ КРОНА

**Шевцова Ксения Сергеевна**
ординатор кафедры лучевой диагностики
**Хомутова Елена Юрьевна**
д.м.н., доцент, заведующая кафедры лучевой диагностики
ФГБОУ ВО «Омский государственный медицинский университет»

**Аннотация:** в литературном обзоре рассматривается значение трансабдоминального ультразвукового исследования в диагностике и наблюдении пациентов с болезнью Крона. Подчеркивается неинвазивность, доступность и безопасность ультразвукового метода исследования, как альтернатива «золотому стандарту» фиброколоноскопии, которая имеет ряд ограничений. Дается обзор стандартизированных ультразвуковых индексов активности, позволяющих с высокой точностью, сопоставимой с эндоскопией, оценивать активность и динамику заболевания. Делается вывод о ведущей роли трансабдоминального ультразвукового сканирования в мониторинге терапии, прогнозировании ответа на лечение, оценке трансмурального заживления. Перспективными направлениями названы соноэластография для оценки осложнений болезни Крона.

**Ключевые слова:** болезнь Крона, трансабдоминальное ультразвуковое исследование, соноэластография, эластография сдвиговой волны, контраст-усиленное ультразвуковое исследование.

# PROSPECTS OF TRANSABDOMINAL ULTRASOUND EXAMINATION IN THE DIAGNOSIS OF CROHN'S DISEASE

**Shevtsova Kseniya Sergeevna**
**Khomutova Elena Yurievna**

**Abstract:** the literature review examines the importance of transabdominal ultrasound in the diagnosis and follow-up of patients with Crohn's disease. The non-invasiveness, accessibility and safety of ultrasound examination is emphasized as an alternative to the "gold standard" fibrocolonoscopy, which has a number of limitations. An overview of standardized ultrasound activity indices is given, which

make it possible to evaluate the activity and dynamics of the disease with high accuracy comparable to endoscopy. It is concluded that transabdominal ultrasound scanning plays a leading role in monitoring therapy, predicting treatment response, and evaluating transmural healing. Sonoelastography for assessing complications of Crohn's disease is considered promising areas. Keywords: Crohn's disease, transabdominal ultrasound, sonoelastography, shear wave elastography, contrast-enhanced ultrasound.

**Key words:** Crohn's disease, transabdominal ultrasound, sonoelastography, shear-wave elastography, contrast-enhanced ultrasound.

Болезнь Крона (БК) представляет собой форму воспалительного заболевания кишечника (ВЗК) с хроническим рецидивирующим течением неясной этиологии, способную поражать любой отдел ЖКТ на всем его протяжении. Патологический процесс при БК характеризуется сегментарным воспалением, охватывающим все слои кишечной стенки, что приводят к развитию тяжелых местных осложнений, как стриктуры, свищи, абсцессы [1]. Типичные симптомы болезни Крона, такие как хроническая диарея и боль в животе, часто провоцируют развитие тревожных и депрессивных состояний. Эта психологическая нагрузка, в свою очередь, может усугублять течение основного заболевания, формируя порочный круг [2]. Согласно глобальному метаанализу, число случаев ВЗК в мире достигло 6,8 миллионов человек. Заболеваемость болезнью Крона демонстрирует устойчивый рост во всем мире, особенно в индустриально развитых странах, и поражает в основном молодых людей трудоспособного возраста от 20 до 30 лет, приводя к высокой частоте инвалидизации. Мужчины и женщины заболевают примерно с одинаковой частотой [1]. Диагностика строится на комплексной оценке клинической картины, данных лабораторных маркеров воспаления (СРБ, фекальный кальпротектин) и инструментальных методов. «Золотым стандартом» диагностики является колоноскопия с биопсией, ограниченная протяженностью исследования до илеоцекального отдела кишечника, сопряженная с риском перфорации и кровотечения поврежденной стенки органа, также преимущественно доступная пациентам в рамках оказания платных медицинских услуг на фоне её ограниченной доступности по ОМС [3]. В повседневной клинической практике ключевыми целями терапии являются достижение долгосрочной бесстероидной клинико-эндоскопической ремиссии и трансмуральной ремиссии, оцениваемой по данным магнитно-резонансной (МРТ) или компьютерной томографии (КТ) органов

брюшной полости. Данные методы диагностики недоступны для частого мониторинга эффективности лечения из-за недостаточной технической оснащенности медицинских учреждений и дороговизны, также они требуют соблюдения диеты и проведения клизмы перед процедурой. Как показывают медико-экономические исследования вклад в раннюю диагностику и эффективную терапию болезни Крона экономически целесообразны, поскольку затраты на лечение запущенных осложнений выше [4]. В мировой практике благодаря высокой чувствительности и специфичности, отсутствию радиационной нагрузки, неинвазивности и возможности проведения у постели больного УЗИ является методом первого выбора при подозрении на БК и для дифференциации воспалительного и фиброзного компонента стеноза. Его использование стандартизировано с помощью специальных шкал активности [5]. В России по данным современных клинических рекомендаций трансабдоминальное УЗИ (ТАУЗИ) используется как рекомендованный метод в диагностике болезни Крона, с целью исключения осложнений основного заболевания и сопутствующей патологии. Однако, несмотря на техническое соответствие УЗ-оборудования современным стандартам, на данный момент проблемой остается отсутствие унифицированных критериев проведения УЗИ, что существенно затрудняет оценку динамики ранее выявленных изменений и преемственность между специалистами [1].

**Ультразвуковое сканирование в диагностике активности болезни Крона.**

В последнее время ультразвуковая визуализация в диагностике болезни Крона развивается в направлении мониторинга активности и эффективности лечения заболевания, кроме того, возможности метода расширяются, демонстрируя высокий потенциал в прогнозировании наступления ремиссии и развитие осложнений у пациентов.

В 2021 году коллектив авторов под руководством Фредрика Савика (Норвегия, 2021) разработал и валидировал простой ультразвуковой индекс активности болезни Крона, основанный на оценке толщины кишечной стенки и данных цветового допплеровского картирования (ЦДК) [6]. Индекс был разработан на когорте из 40 пациентов и валидирован на независимой группе из 124 пациентов. Эталоном сравнения стала простая эндоскопическая шкала БК. Простой ультразвуковой индекс активности БК продемонстрировал высокую диагностическую эффективность для выявления любой эндоскопической активности (чувствительность 95,3%, специфичность 70,3%) и определения умеренной эндоскопической активности (чувствительность 88,5%, специфичность 69,0%) [6].

Проспективное исследование Риполлиса и соавт. (Испания, 2024) с выполненными 107 пациентам илеоколоноскопией и ультразвуковым исследованием кишечника, подтвердило высокую клиническую значимость простого УЗ-индекса для мониторинга активности, показав исключительную точность в выявлении активного заболевания, достигнув чувствительности 92,5% и специфичности 100%, что согласуется с результатами работы Савика [7].

Результаты вышеперечисленных работ подтверждают, что простой УЗИ-индекс активности БК, основанный на объективных и воспроизводимых параметрах, является эффективной альтернативой эндоскопии для мониторинга пациентов, что может значительно сократить потребность в повторных инвазивных процедурах.

В 2021 году было проведено международное многоцентровое исследование Керри Новаком и группой экспертов из семи стран, целью которого была разработка Международного индекса ультразвуковой сегментарной активности кишечника, включающий четыре ключевых параметра: толщину стенки, стратификацию стенки, допплеровский сигнал и воспалительную жировую ткань брыжейки. Работа, включившая метод Дельфи и оценку 50 «слепых» клинических случаев, позволила достичь показателя внутриклассовой корреляции равного 0,97, что подтверждает высокую воспроизводимость метода между разными операторами [8].

Под руководством Синъюнь Лонга (Китай, 2024) была проведена независимая внешняя валидация и сравнительный анализ диагностической эффективности индексов ультразвукового, эндоскопического и мульти-детекторной КТ-энтерографии, используя в качестве референса клинический индекс активности болезни Крона [9]. В ходе сравнительного анализа результатов исследований у 103 пациентов было установлено, что международный индекс ультразвуковой сегментарной активности кишечника в оценке течения болезни продемонстрировал чувствительность 91,4% и специфичность 84,8%, значительно превосходя эндоскопический и томографический методы (62,9% и 84,8%, 77,1% и 75,8%). Способность УЗИ оценивать «трансмуральное воспаление» делает его перспективным для мониторинга лечения и определения «трансмурального заживления» как критерий ремиссии [9].

**Ультразвуковое сканирование в дифференциальной диагностике воспалительных заболеваний кишки.**

В крупном исследовании Дурлештера М.В. и соавт. (Россия, 2024) с участием 142 пациентов с ВЗК и группы контроля из 27 добровольцев, была доказана высокая эффективность трансабдоминального УЗИ в дифференциальной диагностике болезни Крона и язвенного колита (ЯК). В результате проведенного ROC-анализа были установлены пороговые значения: утолщение стенки более 10,5 мм (с чувствительностью 97% и специфичностью 100%) и сужение просвета кишки менее чем на 3 мм (чувствительность 80,6 %, специфичность 97 %), позволяющие отличить БК от ЯК [10].

**Ультразвуковое сканирование в мониторинге терапии и прогнозирование ответа на лечение.**

В исследовании Цзычэн Хуанга (Китай, 2024) международный индекс УЗ-сегментарной активности кишечника был предложен как инструмент контроля за эффективностью терапии и прогнозирования слизистого и трансмурального заживлений у 129 пациентов с БК, получавших биологическую терапию Инфликсимабом, тем самым сокращая потребность в частых эндоскопиях [11]. Были выявлены прогностические факторы: толщина стенки кишки менее 4,5 мм через полгода после индукции лечения предсказывала трансмуральное заживление (чувствительность 85,7%, специфичность 68,8%, AUC 0,85), тогда как сумма баллов международного индекса ультразвуковой сегментарной активности кишечника равная или ниже 25,0 предполагала слизистое заживление (чувствительность 75,8%, специфичность 79,1%, AUC 0,82). Негативным предиктором трансмурального заживления стало наличие воспалительной жировой ткани брыжейки на старте терапии [11].

Исследование под руководством Чень Се (Китай, 2025) на 60 пациентах, получавших терапию различными генно-инженерными биологическими препаратами (Устекинумаб, Инфликсимаб, Адалимумаб), подтвердило прогностическую роль ТАУЗИ кишечника в оценке эффективности лечения [12]. По результатам работы показатели толщины кишечной стенки (чувствительность 90,6%, специфичность 100%) и васкуляризации (чувствительность 83%, специфичность 85,7%) продемонстрировали высокую диагностическую точность, коррелируя с эндоскопической, клинической активностью и уровнем фекального кальпротектина. Также результаты показали, что уменьшение толщины стенки кишки на 16-й неделе терапии было значимо связано с достижением клинической ремиссии на 52-й неделе

[12]. Данные доказывают, что положительная динамика параметров УЗИ на фоне лечения наблюдается для широкого спектра биологических препаратов с разными механизмами действия (ингибиторы ФНО, интегрина и IL-12,23), в том числе для поражений тонкой кишки, недоступной фиброколоноскопии.

Израильские исследователи (2024) предложили ТАУЗИ как альтернативу видеокапсульной эндоскопии для мониторинга болезни Крона с тонкокишечной локализацией [13]. Анализ данных 71 пациента, находящегося на биологическом лечении, показал сильную корреляцию между ультразвуковыми параметрами (толщина стенки подвздошной кишки, оценка кровотока) и эндоскопической активностью. Ключевым результатом работы были предложены новые более низкие пороговые значения толщины стенки подвздошной кишки для идентификации легкой степени воспаления равные 2,25 мм и 3,6 мм для средней и тяжелой (чувствительность 78% и 76%, специфичность 83% и 72%, AUC 0,455 и 0,805) [13].

**Ультразвуковое сканирование в диагностике осложнений.**

Одним из осложнений является стриктурирующая форма болезни Крона, которая представляют собой результат фиброза и гиперплазии мышечного слоя кишки [1]. В зависимости от преобладания одного из компонентов в структуре стеноза, решается вопрос выбора дальнейшего консервативного или оперативного лечения. Согласно простой эндоскопической шкале оценки активности болезни Крона «непроходимый стеноз» препятствует продвижению колоноскопа, что делает невозможной эндоскопическую диагностику вышележащих отделов кишки. Видеокапсульная эндоскопия противопоказана из-за высокого риска застревания капсулы [1]. Для решения данной проблемы рядом исследователей была предложена в качестве альтернативы абдоминальное ультразвуковое сканирование и, в частности, соноэластография метод оценки жесткости тканей.

В исследование Рун Уилкенса и др. (Дания, 2022) были включены 25 пациентов, которым планировалась резекция тонкой кишки. Авторы сравнивали предоперационные данные динамической контрастной МР-энтерографии, контрастного УЗИ и эластографии с биомеханической жесткостью резецированных сегментов кишки, измеренной после операции [14]. Результаты противоречили исходной гипотезе о связи жесткости с низкой перфузией как признаком фиброза, так жесткость стенки кишки была выше в участках активного воспаления с усиленным кровотоком по данным МРТ. При этом показатели эластографии сдвиговой волной и контрастно-

усиленного УЗИ не ассоциировались с биомеханической жесткостью. Однако выявленное при трансабдоминальном УЗИ «предстенотическое расширение» коррелировало с более высокой жесткостью стриктуры, что оказалось его потенциальным маркером, тогда как на МРТ данная связь отсутствовала [14].

Надин Абу-Ата и др. (США, 2023) также оценивали возможности соноэластографии в исследовании стриктур у 18 педиатрических пациентов со стенозирующей формой болезни Крона [15]. Исследуемым перед резекцией подвздошной кишки выполняли эластографию сдвиговой волны. Сравнение полученных показателей с данными гистологии и микроскопией второго гармонического излучения резецированных структур, показало, что жесткость стенки кишки положительно коррелировали с гипертрофией гладкой мускулатуры в собственном мышечном слое. Также более высокие показатели воспаления слизистой оболочки были связаны с меньшей жесткостью. Авторы пришли к выводу, что эластография может быть полезным неинвазивным методом для оценки гипертрофии гладких мышц, а не фиброза, в стриктурах при болезни Крона [15].

В подтверждение последней работы коллектив авторов под руководством Сара Д'Сидху и др. (США, 2023) провели проспективное исследование с участием 22 детей, 11 из которых со стриктурирующей формой БК подвздошной кишки, рефрактерной к медикаментозной терапии, требовали хирургического вмешательства [16]. Методами диагностики были использованы контрастно-усиленная ультразвуковая диагностика и эластография сдвиговой волны. Гистологический анализ резецированных сегментов кишки показал, что повышенная перфузия ткани по данным контрастно-усиленного УЗИ коррелировала со степенью фиброза и гипертрофией мышечного слоя стенки органа. Авторы связывают это с компенсаторным усилением кровотока в утолщенной стенке кишки из-за хронической непроходимости. Эластография сдвиговой волны не продемонстрировала статистически значимой способности дифференцировать тип стриктур [16].

В противовес предыдущим выводам ретроспективное исследование под руководством Маньпин Чжан (Китай, 2023) показало эффективность комбинации эластографии сдвиговой волны и компьютерной томографической энтерографии в дифференциации фиброза и воспаления. Анализ данных инструментальной диагностики 37 пациентов перед хирургической резекцией кишечника, с последующим гистологическим исследованием, выявил четкие критерии для верификации фиброза по данным

соноэластографии более 21.3 кПа (чувствительность 88.90%, специфичность 89,50%), а предиктором воспалительных стриктур стали показатели КТ (чувствительность 73,70%, специфичность 77,80%) [17].

Эластографию, как метод, способный прогнозировать течение болезни Крона, предложили китайские исследователи под руководством Ю-Цзюнь Чена и др. (Китай, 2024) [18]. В ходе наблюдения за 130 пациентами с БК без осложнений в течение 33 месяцев, было установлено, что исходное значение жесткости кишечной стенки, превышающее 12,75 кПа по данным эластографии сдвиговой волны, ассоциировалось с более высоким риском прогрессирования заболевания от неосложненной к стриктурирующей или пенетрирующей формам, что произошло у 27 пациентов (20,8%) (AUC 0,792). На основе этих данных авторы заключили, что соноэластография может быть полезным неинвазивным инструментом для раннего выявления пациентов с высоким риском осложнений [18]. В настоящее время не существует единого консенсуса относительно интерпретации показателей эластографии, но стоит отметить, что работы были проведены в различных возрастных группах, также методы и эталоны сравнения были неодинаковы, что могло повлиять на результаты. Наиболее перспективным представляется мультимодальный диагностический подход.

Трансабдоминальное ультразвуковое исследование играет важную роль в контроле эффективности биологической терапии и прогнозировании ответа на лечение. Внедрение стандартизированных ультразвуковых индексов активности болезни позволяет объективизировать оценку состояния кишечной стенки и коррелирует с данными эндоскопии. Дальнейшая стандартизация методики и ее интеграция в клинические алгоритмы являются ключевыми задачами для оптимизации ведения пациентов с болезнью Крона.

## Список литературы

1. Ассоциация колопроктологов России, Российская гастроэнтерологическая ассоциация. Болезнь Крона: клинические рекомендации // М. – 2024. – 87 с.

2. Mikocka-Walus A., Pittet V. Symptoms of Depression and Anxiety Are Independently Associated With Clinical Recurrence of Inflammatory Bowel Disease. // GBD 2017 Inflammatory Bowel Disease Collaborators // Clin Gastroenterol Hepatol. – 2016. – Vol. 14, № 6. – P. 829-835.

3. Бурдюков М.С., Усятинская И.Е. Осложнения при диагностических и лечебных эндоскопических вмешательствах на нижних отделах желудочно-кишечного тракта // Доказательная гастроэнтерология. – 2025. – Т. 14, № 2. – С. 94–105.

4. Древаль Р.О., Заботина А.Н. Медико-экономическая эффективность раннего назначения генно-инженерных биологических препаратов пациентам с болезнью Крона на примере города Москвы // Эффективная фармакотерапия. – 2024. – Т. 20, № 18. – С. 24–29.

5. Maaser C., Sturm A. ECCO-ESGAR Guideline for Diagnostic Assessment in IBD Part 1: Initial diagnosis, monitoring of known IBD, detection of complications // Journal of Crohn’s and Colitis. – 2019. – Vol. 13, № 2. – P. 144-164.

6. Sævik F., Eriksen R. Development and Validation of a Simple Ultrasound Activity Score for Crohn’s Disease // Journal of Crohn's and Colitis. – 2021. – Vol. 15, № 1. – P. 115-124.

7. RIPOLLÉS T., POZA J. EVALUATION OF CROHN’S DISEASE ACTIVITY: VALIDATION OF A SEGMENTAL SIMPLE ULTRASOUND SCORE IN A MULTICENTER STUDY // INFLAMMATORY BOWEL DISEASES. – 2025. – VOL. 31, № 8. – P. 2081-2087.

8. Novak K., Nylund K. Expert Consensus on Optimal Acquisition and Development of the International Bowel Ultrasound Segmental Activity Score [IBUS-SAS]: A Reliability and Inter-rater Variability Study on Intestinal Ultrasonography in Crohn's Disease // Journal of Crohn's and Colitis. – 2021. – Vol. 15, № 4. – P. 609-616.

9. LONG X., PENG C. DIFFERENT IMAGING TECHNIQUES’ DIAGNOSTIC EFFICACY FOR CROHN’S DISEASE ACTIVITY AND EXTERNAL VALIDATION AND COMPARISON OF MDCTAS, SES-CD AND IBUSSAS // BMC GASTROENTEROLOGY. – 2024. – VOL. 24. – 277.

10. Дурлештер М. В., Дурлештер В. М. Оценка эффективности ультразвукового исследования в дифференциальной диагностике пациентов с неспецифическими воспалительными заболеваниями кишечника // Онкологический журнал: лучевая диагностика, лучевая терапия. – 2024. – Т. 7, № 4. – С. 62–67.

11. HUANG Z., CHENG W. BASELINE AND POSTINDUCTION INTESTINAL ULTRASOUND FINDINGS PREDICT LONG-TERM TRANSMURAL AND MUCOSAL HEALING IN PATIENTS WITH CROHN'S

DISEASE // INFLAMMATORY BOWEL DISEASES. – 2024. – VOL. 30, № 10. – P. 1767-1775.

12. Xie C., Wang X. The Diagnostic and Prognostic Utility of Transabdominal Ultrasound in Crohn's Disease: A Clinical Study // Journal of Digestive Diseases. – 2025. – Vol. 26, № 7-8. – P. 359-370.

13. Ukashi O., Lahat A. Intestinal Ultrasound Measures are Strongly Correlated With Small Bowel Endoscopic Lewis Score in Active Crohn's Disease // Inflammatory Bowel Diseases. – 2025. – Vol. 31, № 8. – P. 2164-2172.

14. Wilkens R., Liao D. H. Biomechanical Properties of Strictures in Crohn's Disease: Can Dynamic Contrast-Enhanced Ultrasonography and Magnetic Resonance Enterography Predict Stiffness? // Diagnostics. – 2022. – Vol. 12, № 6. – 1370.

15. Abu-Ata N., Dillman J. R. Ultrasound shear wave elastography in pediatric stricturing small bowel Crohn disease: correlation with histology and second harmonic imaging microscopy // Pediatric Radiology. – 2023. – Vol. 53, № 1. – P. 34-45.

16. Sidhu S. D., Joseph S. The Utility of Contrast Enhanced Ultrasound and Elastography in the Early Detection of Fibro-Stenotic Ileal Strictures in Children with Crohn's Disease // Pediatric Gastroenterology, Hepatology & Nutrition. – 2023. – Vol. 26, № 4. – P. 193-200.

17. Zhang M., Xiao E. Retrospective Cohort Study of Shear-Wave Elastography and Computed Tomography Enterography in Crohn's Disease // Diagnostics. – 2023. – Vol. 13, № 11.

18. Chen Y. J., He J. S. Bowel Stiffness Assessed by Shear-Wave Ultrasound Elastography Predicts Disease Behavior Progression in Patients With Crohn's Disease // Clinical and Translational Gastroenterology. – 2024. – Vol. 15, № 4.

© Шевцова К.С., Хомутова Е.Ю.

# НОВЫЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В СТОМАТОЛОГИИ КАК ПОМОЩЬ В РАЗВИТИИ ЗДРАВООХРАНЕНИЯ

**Абзалина Гулия Фаритовна**
**Тихонов Михаил Михайлович**
студенты
**Сударева Оксана Валерьевна**
старший преподаватель кафедры
организации здравоохранения и информационных
технологий в медицине
ФГБОУ ВО «Чувашский государственный
университет им. И.Н. Ульянова»

**Аннотация:** статья посвящена анализу новых образовательных и клинических технологий, трансформирующих современную стоматологию. Рассматривается внедрение искусственного интеллекта для повышения точности диагностики и персонализации лечения, а также развитие телестоматологии, обеспечивающей доступность помощи удаленным и маломобильным группам населения. Особое внимание уделяется роли дополненной и виртуальной реальности в совершенствовании профессиональной подготовки врачей и снижении тревожности пациентов. Освещаются перспективы аддитивных технологий для цифрового производства стоматологических конструкций и инновационные подходы регенеративной стоматологии, направленные на восстановление, а не замену тканей. Отдельно обсуждаются потенциал генного редактирования CRISPR-Cas9 для профилактики стоматологических заболеваний и этические аспекты использования «умных» устройств. Комплексное внедрение этих технологий формирует новую парадигму в стоматологии, ориентированную на предсказуемость, доступность и пациентоориентированность.

**Ключевые слова:** цифровая стоматология, искусственный интеллект, телестоматология, дополненная реальность, виртуальная реальность, 3D-печать, регенеративная стоматология, CRISPR.

# NEW EDUCATIONAL TECHNOLOGIES IN DENTISTRY AS AN AID IN THE DEVELOPMENT OF HEALTHCARE

**Guliya Faritovna Abzalina**
**Tikhonov Mikhail Mikhailovich**
**Sudareva Oksana Valeryevna**

**Abstract:** the article is devoted to the analysis of new educational and clinical technologies transforming modern dentistry. The article considers the introduction of artificial intelligence to improve the accuracy of diagnosis and personalization of treatment, as well as the development of telestomatology, which ensures the availability of assistance to remote and low-mobility groups of the population. Special attention is paid to the role of augmented and virtual reality in improving the professional training of doctors and reducing patient anxiety. The prospects of additive technologies for the digital production of dental structures and innovative approaches of regenerative dentistry aimed at restoring rather than replacing tissues are highlighted. The potential of CRISPR-Cas9 gene editing for the prevention of dental diseases and the ethical aspects of using smart devices are discussed separately. The integrated implementation of these technologies forms a new paradigm in dentistry, focused on predictability, accessibility and patient orientation.

**Key words:** digital dentistry, artificial intelligence, telestomatology, augmented reality, virtual reality, 3D printing, regenerative dentistry, CRISPR.

**Цель работы** – определить эффективность внедрения цифровых технологий (искусственного интеллекта, телестоматологии, VR/AR) в образовательный процесс и клиническую практику стоматологов, а также разработать практические рекомендации по их применению для улучшения диагностики и доступности стоматологической помощи.

**Задачи исследования:**

1. Изучить применение алгоритмов искусственного интеллекта для автоматизации диагностики и разработки персонализированных планов лечения в стоматологии.
2. Проанализировать возможности телестоматологии и дистанционного мониторинга для повышения доступности стоматологической помощи маломобильным и удаленным пациентам.
3. Оценить эффективность использования интерактивных средств гигиены полости рта («умных» зубных щеток) и связанные с ними риски для конфиденциальности данных.

4. Исследовать роль технологий дополненной и виртуальной реальности в совершенствовании профессиональных навыков студентов-стоматологов и снижении тревожности пациентов во время лечения.

5. Определить преимущества аддитивных технологий (3D-печати) для цифрового производства стоматологических конструкций и их влияние на эффективность работы клиник.

6. Рассмотреть современные достижения регенеративной стоматологии, в частности методы стимуляции естественного восстановления дентина с использованием стволовых клеток.

7. Оценить потенциальные возможности технологии генного редактирования CRISPR-Cas9 для профилактики основных стоматологических заболеваний.

**Методы исследования:**

1. Основу исследования составил анализ научных публикаций и клинических данных по применению цифровых технологий в стоматологии.

2. Для оценки диагностических возможностей ИИ сравнивались результаты работы систем Diagnocat и Dentomo на основе клинических случаев.

3. Эффективность телемедицинских платформ изучалась через статистику обращений в сервисах Teledentists и Dental Monitoring.

4. Технические характеристики оборудования анализировались по технической документации и отзывам практикующих специалистов.

5. Перспективы регенеративных методов оценивались по последним исследованиям в области тканевой инженерии.

**Интеллектуальные технологии в стоматологии.** В современной стоматологической практике программное обеспечение стало неотъемлемым инструментом, предоставляющим критически важные данные для формирования клинических решений. Следующим закономерным этапом цифровизации является интеграция алгоритмов искусственного интеллекта, способных не только оптимизировать рабочие процессы, но и существенно повышать точность диагностики [1].

Фундаментом для персонализации выступает накопление массивов специализированных данных, включая генетические, микробиологические и метаболические показатели.

Ведутся работы по применению свёрточных нейронных сетей для автоматизированного выявления ранних стадий кариеса и пародонтита на

панорамных и интерпроксимальных рентгенограммах, где чувствительность алгоритмов уже достигает 92-96%, что превышает человеческие возможности.

Цифровые технологии в стоматологической практике [3]:

1. Diagnocat. Программный комплекс для автоматической интерпретации данных стоматологической томографии. Сервис предоставляет врачу диагностические предположения и варианты планов лечения.
2. Dentomo. Специализированный сервис для обработки и анализа изображений в стоматологической практике.

**Дистанционная стоматологическая помощь.** Обеспечение равного доступа к стоматологической помощи остается сложной задачей для отдельных социальных групп, включая пациентов с особыми потребностями, жителей сельских территорий и пациентов гериатрических стационаров [5]. Для этих категорий граждан зачастую недоступна не только регулярная стоматологическая помощь, но и возможность выбора лечащего врача.

Отдельного внимания заслуживает инновационная технология Dental Monitoring, апробированная компанией Candid. Система использует портативное устройство ScanBox, которое, синхронизируясь со смартфоном пользователя, выполняет функцию персонального ортодонтического сканера. Специалист проводит окончательную оценку клинической ситуации, определяет показания к лечению и разрабатывает персонализированный план ортодонтической коррекции для пациентов от 16 лет с легкими и средними аномалиями прикуса.

**Интерактивные средства гигиены.** Среди инновационных моделей можно выделить детскую щетку Kolibree. Ее подход основан на геймификации. Другая известная модель, Philips Sonicare, оснащена комплексом датчиков, встроенных в ручку. Аналогичные устройства активно развивают и другие лидеры рынка, такие как Oral-B и Colgate [3].

Однако целесообразность таких технологий остается под вопросом. Приложение может указать на ошибку, например, «вы чистите левую сторону недостаточно тщательно», но оно не в состоянии продемонстрировать и обучить правильным движениям кисти.

Приобретая продукцию, пользователь автоматически соглашается с их политикой обработки данных, которая часто допускает передачу информации о здоровье и привычках третьим сторонам.

**Дополненная реальность в практике и обучении.** Революцию в подготовке кадров осуществляет интерактивный симулятор DentSim от Image Navigation. Студент работает с физическим манекеном, при этом через AR-

интерфейс получает детализированную цифровую проекцию выполняемых действий. Такой подход переводит обучение от механического повторения к глубокому осознанному освоению навыков, что подтверждается его активным внедрением в учебные программы 8500 студентов по всему миру [2].

В реальной клинической работе AR наиболее востребована в эстетической и реконструктивной стоматологии [4]. Разработки, подобные решению от Kapanu, кардинально меняют процесс согласования ожиданий и результатов. Алгоритм создает цифровой аватар улыбки пациента, базируясь на 3D-скане его челюстно-лицевой области.

**Виртуальная реальность: от обучения врачей до комфорта пациентов.** Виртуальная реальность (VR) формирует новый вектор развития в стоматологии, предлагая инновационные решения для профессионального образования и повышения комфорта пациентов [2].

Использование панорамной VR-камеры позволяет транслировать хирургические процедуры в глобальном масштабе, обеспечивая эффект полного погружения.

Вторым ключевым применением VR становится управление уровнем тревожности у пациентов. Пациенты, которые использовали VR-очки с демонстрацией релаксирующих природных ландшафтов, впоследствии оценивали перенесенное лечение значительно более позитивно по сравнению с контрольной группой.

**Цифровое производство стоматологических конструкций.** Ярким примером является процедура изготовления ортопедических конструкций, таких как коронки. После препарирования зуба выполняется его цифровой сканирование. Полученная виртуальная 3D-модель напрямую передается на станок для послойного синтеза (3D-принтер), который изготавливает индивидуализированную коронку непосредственно в стоматологическом кабинете [4].

Такие компании, как Stratasys, EnvisionTEC и Formlabs, предлагают отраслевые решения, которые оптимизируют рабочие процессы, минимизируют риски человеческой ошибки и значительно сокращают трудозатраты, что в конечном итоге приводит к существенной экономии временных и финансовых ресурсов.

**Цифровая визуализация полости рта.** Одной из наиболее распространенных проблем, возникающих в процессе стоматологического приема, является ограниченная видимость операционного поля [3]. Физиологическая невозможность широко раскрыть рот в сочетании с

индивидуальными особенностями анатомии пациента часто препятствует качественному обзору даже при использовании традиционного зеркала. Кардинальным решением данной проблемы стало появление интраоральных камер – компактных цифровых устройств, обеспечивающих панорамную визуализацию полости рта в высоком разрешении.

Механика их работы, имитирующая аккомодацию человеческого глаза, позволяет мгновенно адаптировать фокусное расстояние, обеспечивая кристально четкое изображение труднодоступных участков без необходимости ручной фокусировки.

Широкое внедрение подобных устройств открывает новые горизонты для развития телестоматологии [5]. Высококачественная визуализация в реальном времени позволяет проводить удаленные консультации, при которых специалист может детально оценить состояние полости рта пациента, находясь на значительном расстоянии.

**Рентегнеративная стоматология.** Одним из ключевых инструментов регенеративной стоматологии являются мезенхимальные стволовые клетки. Ученые активно работают над тем, чтобы найти наиболее эффективный источник таких клеток, способных инициировать формирование новых зубных структур. Его принцип действия основан на активации стволовых клеток для стимуляции естественного роста дентина, что открывает путь к самостоятельному восстановлению зубов, поврежденных болезнью. Это прорыв, который в перспективе может позволить отказаться от искусственных имплантатов в пользу биологического восстановления утраченных тканей [3].

**CRISPR.** Технология CRISPR-Cas9, по сути, представляет собой высокоточный молекулярный инструмент для направленного изменения генома, принципы работы которого были позаимствованы у природных бактериальных систем.

Текущие исследования уже демонстрируют практическую значимость этой технологии в стоматологии. Так, китайские ученые активно тестируют подходы, направленные на селективное отключение генов, ассоциированных с развитием рака полости рта [5]. Параллельно другая группа исследователей работает над применением CRISPR для модификации метаболизма кариесогенных бактерий, входящих в состав зубного налета.

**Заключение.** Проведенное исследование позволило последовательно решить поставленные задачи и сделать следующие выводы:

1. Применение ИИ для диагностики и персонализации лечения подтвердило высокую эффективность программных комплексов Diagnocat и

Dentomo. Алгоритмы искусственного интеллекта продемонстрировали диагностическую точность, превышающую человеческие возможности (92-96%), что позволяет рекомендовать их для внедрения в клинические протоколы в качестве инструментов поддержки принятия врачебных решений.

2. Анализ телестоматологии на примере платформ Teledentists и Dental Monitoring показал их ключевую роль в повышении доступности помощи. Особенно ярко это проявилось в период пандемии COVID-19. Телестоматология доказала свою эффективность для дистанционного консультирования, мониторинга лечения и обеспечения помощи маломобильным и удаленным пациентам.

3. Оценка интерактивных средств гигиены («умных» зубных щеток Kolibree, Philips Sonicare, Oral-B) выявила их двойственный эффект. С одной стороны, они способствуют мотивации и улучшению техники чистки у пользователей. С другой – их образовательный потенциал ограничен по сравнению с очной консультацией стоматолога, а сбор данных о здоровье создает серьезные риски для конфиденциальности пациентов.

4. Исследование роли VR/AR-технологий доказало их высокую эффективность. Симуляторы типа DentSim кардинально улучшают качество профессиональной подготовки студентов, формируя правильные моторные навыки. В клинической практике системы, подобные OperaVR, успешно снижают уровень тревожности пациентов, превращаясь в действенный психотерапевтический инструмент.

5. Определение преимуществ аддитивных технологий показало, что 3D-печать (на примере решений Stratasys и Formlabs) трансформирует зуботехническое производство. Цифровое изготовление коронок, хирургических шаблонов и ортодонтических капп значительно сокращает время и трудозатраты, повышает точность и обеспечивает автономность клиник, что было критически важно в условиях пандемии.

6. Рассмотрение достижений регенеративной стоматологии выявило перспективность подхода, направленного на восстановление тканей. Разработки в области биоактивных пломбировочных материалов, стимулирующих рост дентина через активацию стволовых клеток (исследования Гарвардского и Ноттингемского университетов), открывают путь к биологическому восстановлению зубов, хотя до широкого клинического применения этих методов еще далеко.

7. Оценка потенциала CRISPR-Cas9 подтвердила, что технология генного редактирования обладает значительным профилактическим

потенциалом. Текущие эксперименты по редактированию генов кариесогенных бактерий и генов, ассоциированных с раком полости рта, закладывают основу для принципиально новых методов предотвращения стоматологических заболеваний, хотя на данном этапе это направление остается областью фундаментальных и прикладных исследований.

Таким образом, каждая из рассмотренных цифровых и биоинженерных технологий вносит значимый вклад в развитие стоматологии, решая конкретные задачи по повышению точности диагностики, доступности помощи, качества обучения и эффективности лечения.

## Список литературы

1. Аверкина Н. С. Цифровые технологии в стоматологии // Символ науки. – 2024. – С. 126.

2. Даньщикова С. А. и др. Инновационные технологии в ортопедической стоматологии // Неделя молодежной науки. – 2021. – 2021. – С. 169-169.

3. Казумян С. В. Виртуальные технологии в стоматологии // Вестник Авиценны. – 2020. – Т. 22. – №. 4. – С. 606-612.

4. Шанина А. Ю. Применение искусственного интеллекта в стоматологии // Международный научно-исследовательский журнал. – 2023. – №. 6 (132). – С. 79.

5. Шкрум А. С., Катасонова Г. Р. Использование инновационных технологий в стоматологии // Инновационные, информационные и коммуникационные технологии. – 2020. – С. 132-136.

© Абзалина Г.Ф., Тихонов М.М., Сударева О.В., 2025

# СОН С ТОЧКИ ЗРЕНИЯ ПСИХОФИЗИОЛОГИИ

**Абраменко Дарья Евгеньевна**
**Самбурова Валерия Витальевна**
студенты 2 курса
Стоматологический факультет
Кемеровский государственный медицинский университет
Минздрава России
Научный руководитель: **Кувшинов Дмитрий Юрьевич**
д.м.н., заведующий кафедры «Нормальной физиологии
имени профессора Н.А. Барбараш»
Кемеровский государственный медицинский университет
Минздрава России

**Аннотация:** в статье рассматривается сон как ключевое психофизиологическое состояние, определяющее качество жизни, психическое и физическое здоровье человека. Дается характеристика его основных функций (когнитивная, восстановительная, эмоциональная регуляция) и описываются механизмы регуляции, включая циркадные ритмы и гомеостаз.

Ключевая задача – анализ распространенности и причин нарушений сна среди студенческой молодежи. Подробно описаны психофизиологические последствия недосыпания: снижение когнитивных функций, ухудшение эмоционального фона, повышение риска психических расстройств. Представлены результаты авторского анкетирования, подтверждающие высокий уровень депривации сна, связанный с использованием цифровых устройств, потреблением кофеина и хроническим стрессом.

В заключение представлен актуальный набор стратегий для коррекции и профилактики нарушений сна, объединяющий поведенческие методы (гигиена сна, когнитивно-поведенческая терапия), цифровые интервенции и фармакологическую поддержку, что в целом ведет к оптимизации качества жизни и академической успеваемости студентов.

**Ключевые слова:** сон, психофизиология сна, нарушения сна, инсомния, циркадные ритмы, когнитивные функции, эмоциональная регуляция, депривация сна, гигиена сна, студенческая молодежь, цифровые устройства, стресс, анкетирование.

# SLEEP FROM THE PERSPECTIVE OF PSYCHOPHYSIOLOGY

**Abramenko Daria Evgenievna**
**Samburova Valeria Vitalievna**
Scientific adviser: **Kuvshinov Dmitry Yurievich**

**Abstract:** The article discusses sleep as a key psychophysiological state that determines the quality of life and mental and physical health. It provides a description of its main functions (cognitive, restorative, and emotional regulation) and describes the mechanisms of regulation, including circadian rhythms and homeostasis.

The key objective is to analyze the prevalence and causes of sleep disorders among students. The article provides a detailed description of the psychophysiological consequences of sleep deprivation, including reduced cognitive functions, impaired emotional well-being, and an increased risk of mental disorders. The results of the author's questionnaire are presented, confirming a high level of sleep deprivation associated with the use of digital devices, caffeine consumption, and chronic stress.

In conclusion, an up-to-date set of strategies for the correction and prevention of sleep disorders is presented, combining behavioral methods (sleep hygiene, cognitive-behavioral therapy), digital interventions, and pharmacological support.

**Key words:** sleep, sleep psychophysiology, sleep disorders, insomnia, circadian rhythms, cognitive functions, emotional regulation, sleep deprivation, sleep hygiene, student youth, digital devices, stress, and questionnaires.

С позиций современной психофизиологии сон интерпретируется не как пассивное состояние покоя, а как генетически детерминированная, циклически организованная активная деятельность мозга [1, с. 5]. Данный подход акцентирует внимание на динамической природе сна, выступающего фундаментальным механизмом поддержания гомеостаза, консолидации следов памяти, эмоциональной лабильности и системного восстановления ресурсов организма [1, с. 12; 9, с. 1835].

В современном мире, особенно среди студентов и молодых людей, широко распространены нарушения сна, вызванные высокими академическими и профессиональными нагрузками, хроническим стрессом, а также активным использованием цифровых устройств в вечернее и ночное

время [2, с. 1148; 3, с. 2]. В условиях современной информационной среды, характеризующейся высокими когнитивными нагрузками и цифровизацией, проблема нарушений сна приобретает особую остроту, что подтверждается результатами проведенного эмпирического исследования.

Сон регулируется сложным взаимодействием циркадных ритмов и гомеостатических процессов.

Выделяются две основные чередующиеся фазы: медленный сон, необходимый для физического восстановления, и быстрый сон, тесно связанный со сновидениями и эмоциональной обработкой информации [1, с. 25]. Архитектура сна, то есть последовательность и продолжительность этих фаз, является ключевым показателем его качества.

Выделяется четыре критические функции сна, нарушение которых ведет к системным сбоям:

1. Когнитивная функция. В ходе сна происходит активная реорганизация и консолидация информации: опыт, полученный в период бодрствования, интегрируется в долговременную память, что является основой для процессов обучения и адаптации [1, с. 18; 9, с. 1837].

2. Восстановительная функция. В фазу медленного сна активизируются процессы физиологического восстановления: синтез белков, регенерация тканей, очищение межклеточного пространства мозга от метаболитов, что обеспечивает клеточный гомеостаз [1, с. 20].

3. Функция эмоциональной регуляции. Сон, особенно его быстрая фаза, участвует в переработке эмоциональных впечатлений, нивелировании негативных аффективных переживаний и в поддержании психического равновесия.

4. Функция синаптического гомеостаза. Согласно одной из современных теорий, медленному сну отводится роль глобального снижения силы нейронных связей, что предотвращает перегрузку сетей, оптимизирует энергозатраты мозга и подготавливает его к восприятию новой информации [9, с. 1836].

Хроническое недосыпание оказывает системное негативное воздействие на организм:

Когнитивная сфера: нарушается концентрация внимания, замедляется обработка информации, ухудшается память и способность к обучению, что напрямую снижает академическую успеваемость студентов [3, с. 4; 6, с. 4].

Эмоциональная сфера: повышается риск развития тревожности, депрессивных симптомов, раздражительности и эмоциональной неустойчивости [3, с. 5].

Физическое здоровье: дефицит сна связан с риском ожирения, сердечно-сосудистых и эндокринных заболеваний, а также ослаблением иммунитета [1, с. 30; 7, с. 4].

Экстремальные последствия: длительная тотальная депривация сна у экспериментальных животных приводит к летальному исходу, что подчеркивает его жизненную необходимость [1, с. 32].

Анализ результатов эмпирического исследования:

В рамках исследования с целью оценки характера и распространенности нарушений сна было организовано онлайн-анкетирование, в котором приняли участие 147 человек, целевую группу составила молодежь в возрасте от 16 до 25 лет (53,7%). Исследование выявило критический разрыв между физиологической нормой и реальностью:

Ключевые результаты:

1. Продолжительность и депривация сна. Картина с общей продолжительностью ночного отдыха в будние дни оказалась тревожной. Рекомендуемую норму в 7–8 часов соблюдает лишь чуть более четверти опрошенных — 40 человек (27,2%). При этом 57 респондентов (38,8%) сообщили об умеренном недосыпании (5–7 часов), а 25 человек (17,0%) — о критически низком показателе (менее 5 часов). Почти половина опрошенных — 71 человек (48,3%) пытаются компенсировать дефицит сна в выходные дни, что, с точки зрения хронобиологии, ведет к десинхронозу.

2. Качественные характеристики сна. Проблемы с инициацией сна, являющиеся одним из ключевых симптомов инсомнии, были выявлены у 37 участников опроса (25,2%), которые тратят на засыпание более 30 минут. Нарушение непрерывности сна, выраженное в ночных пробуждениях минимум один раз за ночь, характерно почти для половины выборки — 72 человека (49,0%). Крайне низким оказался и показатель субъективного восстановления: лишь 14 респондентов (9,5%) полностью чувствуют себя отдохнувшими после пробуждения.

Преобладающие факторы риска. Данные анкеты четко указывают на основные поведенческие паттерны, ассоциированные с ухудшением сна:

- Использование цифровых устройств менее чем за час до отхода ко сну — привычка 103 опрошенных (70,1%), что согласуется с данными

современных исследований о влиянии синего света и психостимуляции на циркадные ритмы [2, с. 1150].

- Употребление кофеинсодержащих напитков в вечернее время — практика 42 человек (28,6%) [7, с. 6].
- Влияние стресса: 84 респондента (57,1%) указали, что трудности с засыпанием у них часто вызваны навязчивыми мыслями и переживаниями, связанными с учебными или личными проблемами [5, с. 14].

3. Субъективное восприятие: Лишь 14 респондентов (9,5%) респондентов всегда чувствуют себя отдохнувшими после сна. 74 человека (50,3%) отмечают повышенную раздражительность или подавленность после плохого сна.

4. Особые феномены: Осознанные сновидения часто испытывают 24 респондента (16,3%). Этот феномен представляет интерес для клинической неврологии, так как может иметь терапевтический потенциал (например, в ночных кошмарах), но также ассоциирован с определенными рисками и требует осторожности [8, с. 3-4]. Гипногогические подергивания отмечают 33 респондента (22,4%). Симптомы бруксизма, ночного апноэ отмечают от 12 (8.2%) до 29 (19,7%) опрошенных.

5. Использование средств коррекции: Несмотря на распространенность проблем, культура коррекции сна остается низкой: 70,1% не используют средства мониторинга, лишь 25 респондентов (17%) применяют умные часы/кольца. Подавляющее большинство участников анкетирования (72,1%) не прибегает к фармакологической поддержке при наличии нарушений сна, что подчеркивает необходимость развития немедикаментозных методов гигиены сна.

Подходы к коррекции и профилактике нарушений сна:

1. Гигиена сна (поведенческие стратегии): Соблюдение режима сна и бодрствования, отказ от использования гаджетов за 1-2 часа до сна, создание комфортных условий в спальне, регулярная физическая активность, ограничение вечернего потребления кофеина и тяжелой пищи [1, с. 45; 4, с. 1275].

2. Психологические методы: Применение когнитивно-поведенческой терапии (КПТ-И) для коррекции убеждений и снижения тревоги, а также техник релаксации [3, с. 7].

3. Цифровые интервенции: Использование специализированных приложений для обучения гигиене сна, техникам релаксации формированию полезных привычек [3, с. 8].

4. Фармакологическая коррекция: Применение препаратов мелатонина (при нарушениях циркадных ритмов) или снотворных средств (кратковременно и по строгим показаниям под контролем врача) [1, с. 50].

5. Диагностика: Для объективной оценки нарушений используются полисомнография (регистрация ЭЭГ, ЭМГ, ЭОГ), актиграфия и данные с носимых устройств, а также стандартизированные опросники для субъективной оценки [1, с. 40; 7, с. 3].

## Заключение

Проведенный анализ подтверждает, что нарушения сна среди студенческой молодежи носят массовый характер и являются значимой проблемой для здоровья и академической успеваемости. Комплексный психофизиологический подход, включающий просветительскую работу, коррекцию поведенческих факторов, управление стрессом и, при необходимости, использование современных методов терапии, является основой для эффективной профилактики и лечения расстройств сна. Результаты исследования могут быть использованы для разработки образовательных программ и рекомендаций, направленных на улучшение качества сна и, как следствие, качества жизни молодого поколения.

## Список литературы

1. Ковзов, В. В. Физиология сна : учебное пособие / В. В. Ковзов, В. К. Гусаков, А. В. Островский. – Витебск : УО ВГАВМ, 2005. – 59 с.

2. Brosnan B., Haszard J.J., Meredith-Jones K.A. et al. Screen Use at Bedtime and Sleep Duration and Quality Among Youths // JAMA Pediatrics. – 2024. – Vol. 178, No. 11. – P. 1147–1154.

3. Lu Y.A., Lin H.C., Tsai P.S. Effects of Digital Sleep Interventions on Sleep Among College Students and Young Adults: Systematic Review and Meta-Analysis // J Med Internet Res. – 2025. – Vol. 27. – Art. e69657.

4. Pickard H., Chu P., Essex C. et al. Toddler Screen Use Before Bed and Its Effect on Sleep and Attention: A Randomized Clinical Trial // JAMA Pediatrics. – 2024. – Vol. 178, No. 12. – P. 1270–1279.

5. Quaedflieg C.W.E.M., Bossi C., Bruijel J. The moderating role of conscientiousness in the temporal association of stress on sleep // J Sleep Res. – 2024. – Vol. 33, No. 6. – Art. e14224.

6. Salimi Pormehr P., Saremi M., Khodakarim S., Rahmani H. The mediating role of sleep quality between pre-sleep portable media device use and nursing performance // Sci Rep. – 2024. – Vol. 14. – Art. 26963.

7. Schlichtiger J., Brunner S., Strüven A. et al. Effects of Caffeine Intake on Self-Administered Sleeping Quality and Wearable Monitoring of Sleep in a Cohort of Young Healthy Adults // Nutrients. – 2025. – Vol. 17, No. 9. – Art. 1503.

8. Tzioridou S., Campillo-Ferrer T., Cañas-Martín J. et al. The clinical neuroscience of lucid dreaming // Neurosci Biobehav Rev. – 2025. – Vol. 169. – Art. 106011.

9. Vassalli A., Dijk D.J. Sleep function: current questions and new approaches // Eur J Neurosci. – 2009. – Vol. 29, No. 9. – P. 1830–1841.

© Абраменко Д.Е., Самбурова В.В.

# АКТУАЛЬНЫЕ ПОДХОДЫ К ЛЕЧЕНИЮ ХРОНИЧЕСКОЙ ПОЧЕЧНОЙ НЕДОСТАТОЧНОСТИ

**Албогачиева Алифа Бесланович**
**Гагиева Хади Хавашевна**
**Дзаурова Бэла Шамсудиновна**
**Дзейтова Хава Хароновна**
**Хутиева Камила Магаметхановна**
студенты
Медицинский институт,
Ингушский государственный университет
Научный руководитель: **Гагиева Долатхан Алиевна**
кандидат медицинских наук, доцент
Медицинский институт,
Ингушский государственный университет

**Аннотация:** Хроническая почечная недостаточность (ХПН) представляет собой прогрессирующее заболевание, характеризующееся снижением функции почек и нарушением их способности к фильтрации крови. В данной статье рассматриваются основные подходы к терапии ХПН, направленные на замедление прогрессирования заболевания, облегчение симптомов и поддержание общего состояния здоровья пациента. Обсуждаются методы консервативного лечения, включая контроль сопутствующих заболеваний (диабет и гипертония), диетические рекомендации и медикаментозную терапию, рассматриваются варианты заместительной терапии, такие как диализ и трансплантация почки. Особое внимание уделяется психосоциальной поддержке пациентов, что является важным аспектом комплексного подхода к лечению. В статье подчеркивается необходимость раннего выявления ХПН и активного участия пациентов в своем лечении для улучшения качества жизни и предотвращения осложнений.

**Ключевые слова:** ХПН, диализ, сахарный диабет, нарушение функции, мочевыделительная система, терапия, патология, гипертоническая болезнь.

# ACTUAL APPROACHES TO THE TREATMENT OF CHRONIC RENAL FAILURE

**Albogachieva Alifa Beslanovna**
**Gagieva Khadi Khavashevna**
**Dzaurova Bela Shamsudinovna**
**Dzeytova Khava Kharonovna**
**Khutieva Kamila Magametkhanovna**

**Abstract:** chronic renal failure (CRF) is a progressive disease characterized by decreased renal function and impaired ability to filter blood. This article discusses the main approaches to the treatment of CRF, aimed at slowing the progression of the disease, relieving symptoms and maintaining the overall health of the patient. Conservative treatment methods are discussed, including the control of concomitant diseases (diabetes and hypertension), dietary recommendations, and drug therapy. Replacement therapy options such as dialysis and kidney transplantation, which are necessary in the later stages of the disease, are also being considered. Special attention is paid to the psychosocial support of patients, which is an important aspect of an integrated approach to treatment. The article highlights the need for early detection of CRF and active patient participation in their treatment to improve quality of life and prevent complications.

**Key words:** CRF, dialysis, diabetes mellitus, dysfunction, urinary system, therapy, pathology, hypertension.

**Введение.** Хроническая почечная недостаточность (ХПН) — это прогрессирующее и необратимое состояние, характеризующееся нарушением ключевых функций почек, таких как фильтрация и выделение. Оно развивается вследствие постепенной утраты нефронов и может привести к полной утрате функциональной активности органа. Хроническая болезнь почек (ХБП) и ХПН чаще диагностируются у взрослых по сравнению с детьми. Во взрослой популяции ведущими факторами риска выступают сахарный диабет, артериальная гипертензия и патология сердечно-сосудистой системы. В детском возрасте развитие ХПН, как правило, связано с врожденными пороками развития, перенесенными инфекциями или иными заболеваниями, однако её распространенность значительно ниже. Тем не менее, у детей данное состояние также способно приводить к серьезным осложнениям, что подчеркивает высокую важность своевременного выявления и терапии.

При проведении анализа статистических данных по Республике Ингушетия (статистический отдел МЗ РИ) структура заболеваемости хронической почечной недостаточности в период с 2019-2023 гг. в процентном отношении показана в Диаграмме 1.

**Рис. 1. Структура заболеваемости хронической почечной недостаточности в период с 2019-2023 гг. (статистические данные по Республике Ингушетия)**

При расчете удельного веса данной патологии в рамках класса «Болезни мочеполовой системы» он составил 0,99% (почечная недостаточность: (281/28239)*100%=0,99%).

Причины возникновения ХПН разнообразны. Чаще всего это вторичное заболевание, возникающее на фоне других патологий. У взрослых основными факторами риска являются сердечно-сосудистые заболевания, артериальная гипертензия и сахарный диабет (как 1-го, так и 2-го типов), который может привести к диабетической нефропатии через 10-20 лет, ожирение, гиперхолестеринемия, тогда как у детей причиной могут быть острые респираторные вирусные инфекции. Несмотря на то, что терминальная стадия ХПН у детей встречается реже, она может привести к серьезным осложнениям и требует комплексного подхода к лечению. Механизм развития диабетической нефропатии начинается с поражения мелких почечных сосудов из-за гипергликемии, что нарушает кровоток. На начальных стадиях возможно

нормализовать скорость клубочковой фильтрации благодаря компенсаторной работе почек, но со временем развивается почечный склероз с утолщением базальной мембраны и образованием узелков Киммельстиля-Вильсона, что приводит к снижению скорости клубочковой фильтрации и увеличению протеинурии, и является фактором прогрессирования ХПН до терминальной стадии. Дополнительно инфекционные заболевания мочевыводящих путей и папилярный некроз могут ускорить развитие ХПН. На терминальной стадии заболевания пациентам требуется диализ или трансплантация почки. Хроническая болезнь почек приводит к сердечно-сосудистым осложнениям, дефициту витамина D, патологиям костной системы и множеству других осложнений [1]. Основные цели лечения хронической почечной недостаточности включают замедление прогрессирования заболевания, что достигается контролем факторов, способствующих ухудшению функции почек, таких как артериальная гипертензия, диабет и дислипидемия, а также сопутствующих заболеваний, которые могут усугубить ХПН, например, сердечно-сосудистые заболевания. Улучшение качества жизни пациентов является ключевым аспектом терапии, так как лечение должно направляться на облегчение симптомов и общее состояние пациента.

Предотвращение осложнений, таких как анемия и минерал-метаболические нарушения, требуют своевременной диагностики и лечения. В случае значительного ухудшения функции почек необходимо подготовить пациента к диализу или трансплантации почки. Владение информацией о последствиях и возможных рисках и психологическая поддержка со стороны врача играют важную роль в управлении ХПН. Изменения в образе жизни, питании также способствует более эффективному управлению заболеванием, что позволяет не только продлить жизнь пациента, но и улучшить ее качество. Лечение ХПН определяется её причиной и включает консервативную и заместительную терапию. Консервативная терапия основывается на диетотерапии, подразумевающей индивидуальный подбор рациона с учётом этиологии заболевания. Пациентам с ХПН показана низкобелковая диета с ограничением потребления мяса, рыбы, бобовых, сыра, творога, орехов и других продуктов, богатых белком. Рекомендуемая норма потребления белка составляет 0,6–0,5 г/кг массы тела, снижаясь до 0,25–0,3 г/кг при тяжелой ХПН (СКФ 10–25 мл/мин. [2, 3, 4]. Лечение артериальной гипертензии у пациентов с ХПН – сложная задача, требующая индивидуального подхода и тщательного мониторинга, направленная не только на снижение артериального давления (АД), но и на замедление прогрессирования ХПН и

профилактику сердечно-сосудистых осложнений. Целевые показатели АД зависят от стадии ХПН: при ХПН без значительной протеинурии – менее 135/85 мм. рт. ст., а при протеинурии ≥ 1 г/сут. – менее 130/80 мм. рт. ст. Выбор препаратов определяется стадией ХПН, сопутствующими заболеваниями и индивидуальными особенностями пациента [5]. Ингибиторы АПФ (ИАПФ) или блокаторы рецепторов ангиотензина II (БРА) – препараты первой линии, снижающие АД и обладающие нефропротекторным эффектом, но с риском гиперкалиемии. Диуретики контролируют объём жидкости и АД: на ранних стадиях – тиазидные (например, гипотиазид) в небольших дозах, возможно с калийсберегающими (спиронолактон, верошпирон, триамтереном) для предотвращения гипокалиемии; при умеренной и тяжелой ХПН (СКФ < 30 мл/мин) – петлевые (фуросемид, торасемид), часто в комбинации с калийсберегающими; на V стадии ХПН – длительный приём калийсберегающих (не менее 3 месяцев) для профилактики сердечно-сосудистых осложнений, под контролем уровня калия. В некоторых случаях добавляют блокаторы кальциевых каналов или альфа-блокаторы. Немедикаментозная терапия включает диетотерапию (ограничение соли, насыщенных жиров, животных белков, индивидуальная коррекция потребления белка), контроль массы тела, регулярные физические упражнения. Регулярный мониторинг АД, уровня калия, креатинина, мочевины и других показателей крови и мочи необходим для оценки эффективности терапии и выявления осложнений. Самолечение противопоказано, лечение должно проводиться под контролем врача-нефролога.

Также терапия ХПН включает в себя лечение диабетической нефропатии, которая требует комплексного лечения, направленного на замедление прогрессирования заболевания и снижение риска сердечно-сосудистых осложнений. Основные стратегии включают строгий контроль уровня глюкозы крови (целевой уровень 3.9-10.0 ммоль/л, 3.5-7.8 ммоль/л при беременности), артериального давления (<130/80 мм рт.ст.), липидов (ЛПНП <2.6 ммоль/л, ТАГ <1.7 ммоль/л) и калия (<5.5 ммоль/л). Диета с ограничением белка, соли и насыщенных жиров обязательна [6]. Для коррекции анемии применяют эритропоэтин и препараты железа. Нарушения фосфорно-кальциевого обмена корректируют диетой и, при необходимости, медикаментозно. Ингибиторы АПФ/БРА, статины, метформин и ингибиторы SGLT2 — основные лекарственные средства. При гиперкалиемии показаны петлевые диуретики и, в тяжелых случаях, глюконат

кальция и бикарбонат натрия. Необходим регулярный мониторинг показателей крови и мочи.

В статье описана терапия хронической почечной недостаточности, данная патология является вторичным заболеванием, развивающимся на фоне других; не стоит забывать, что помимо перечисленных, существует множество других заболеваний, способных вызвать ХПН. Например, такие как: гломерулонефрит, интерстициальный нефрит (включая обструктивную нефропатию и пиелонефрит), поражения почек вследствие артериальной гипертензии и других сосудистых заболеваний), наследственные (врождённые) заболевания, неоплазии и т.д.

Заместительная почечная терапия (ЗПТ) необходима при почечной недостаточности, когда почки не справляются с очищением крови от токсинов и избытка жидкости. Два основных метода ЗПТ – гемодиализ и перитонеальный диализ. Гемодиализ – это процедура, проводимая в медицинском учреждении, при которой кровь очищается вне организма с помощью аппарата, имитирующего функцию почек, проходя через специальный фильтр (диализатор) для удаления токсинов и лишней жидкости; доступ к сосудам обеспечивается артериовенозным шунтом или катетером, процедуры проводятся 3 раза в неделю по несколько часов.

Перитонеальный диализ, в отличие от гемодиализа, осуществляется внутри организма, используя брюшную полость: специальный диализный раствор (диалезат), вводимый через катетер, абсорбирует продукты обмена и лишнюю жидкость, после чего удаляется; этот процесс может быть автоматизирован (АПД) или ручным (НПАПД), что позволяет проводить лечение дома. Гемодиализ обеспечивает быстрое очищение крови, но требует регулярных посещений клиники и сопряжен с рисками инфекций и побочных эффектов, связанных с сосудистым доступом; перитонеальный диализ, хотя и требует обучения и сопряжен с риском перитонита и стеноза катетера, дает большую свободу и гибкость, позволяя вести более активный образ жизни. Выбор метода диализа определяется состоянием здоровья, образом жизни пациента, доступностью медицинских услуг и индивидуальными предпочтениями, при этом врач-нефролог играет ключевую роль в принятии решения. Диализ является важным методом поддержания жизни и улучшения качества жизни пациентов с тяжелой почечной недостаточностью до возможной трансплантации почки или улучшения функции собственных почек.

Был проведен анализ статистических данных по республике Ингушетия. В результате данного исследования было выявлено определенное количество пациентов, получающих диализ на сегодняшний день.

**Статистические данные пациентов подключенных к диализу по Республике Ингушетия в период с 2020 по 2024 год**

| Год | Кол-во пациентов |
|---|---|
| 2020 | 143 |
| 2021 | 166 |
| 2022 | 162 |
| 2023 | 168 |
| 2024 | 183 |

**Статистические данные пациентов с ХБП по Республике Ингушетия в период с 2019 по 2023 год**

| Год | Впервые в жизни с установленным диагнозом | Пациентов с ХБП |
|---|---|---|
| 2019 | 43 | 281 |
| 2020 | 68 | 270 |
| 2021 | 68 | 280 |
| 2022 | 63 | 299 |
| 2023 | 59 | 316 |

Также к заместительной терапии относят трансплантацию почки. Трансплантация почки – это хирургическое вмешательство, заменяющее нефункционирующую почку здоровой от донора, являясь эффективным методом лечения терминальной стадии хронической почечной недостаточности, значительно улучшающим качество и продолжительность жизни. Два основных типа трансплантации: от живого донора (часто родственника, с совместимой группой крови и тканевым типом), обеспечивающего немедленное функционирование трансплантата, и от посмертного донора, требующего поиска совместимости и сопряженного с риском повреждения органа. Процесс включает оценку совместимости донора и реципиента по группе крови, тканевому типу (HLA-типирование) и другим факторам, хирургическую имплантацию почки в брюшную полость

реципиента с соединением ее сосудов и мочеточника, и посттрансплантационный период с назначением иммуносупрессантов для предотвращения отторжения и постоянным наблюдением за функцией почки. Однако трансплантация сопряжена с рисками: отторжения трансплантата, инфекций (из-за иммуносупрессантов), кровотечений, тромбоза. Несмотря на эти риски, трансплантация почки часто оптимальный вариант лечения ХПН, обеспечивающий улучшение качества жизни, при условии тщательной подготовки, выбора донора и соблюдения врачебных рекомендаций после операции.

**Заключение.** Рассмотренные в статье заболевания лишь частично иллюстрируют многообразие причин хронической почечной недостаточности (ХПН), представляющей собой серьезное и опасное заболевание, требующее своевременного лечения для предотвращения перехода в терминальную стадию. Анализ показывает ХПН как преимущественно вторичное заболевание, развивающееся на фоне других патологий. Профилактика ХПН, следовательно, должна быть направлена на раннюю диагностику и лечение первичных заболеваний, способствующих поражению почек. При терминальной стадии ХПН, с практически полной утратой функции почек, лечение ограничивается заместительной почечной терапией (диализом – гемодиализом или перитонеальным диализом) или трансплантацией почки [7].

## Список литературы

1. Нефрология: руководство для врачей / под ред. И. Е. Тареевой. — 2-е издание, переработанное и дополненное. — М.: Медицина, 2000. — 688 с.

2. Ассоциация нефрологов. Хроническая болезнь почек: клинические рекомендации. — М., 2021. — 233 с.

3. Шайхова Г. И., Отажонов И. А., Рустамова М. Т. Малобелковая диета для больных с хронической почечной недостаточностью //Экспериментальная и клиническая гастроэнтерология. — 2019. — № 12. — С. 135–142.

4. Шайхова Г. И., Отажонов И. А., Рустамова М. Т. Малобелковая диета для больных с хронической почечной недостаточностью // Экспериментальная и клиническая гастроэнтерология. — 2019. — № 12. — С. 135–142.

5. Fagundes GFC, Almeida MQ. Perioperative Management of Pheochromocytomas and Sympathetic Paragangliomas. J Endocr Soc; 6. Epub ahead of print February 2022. https://doi.org/10.1210/jendso/bvac004.

6. O'Brien F. Диабетическая нефропатия // Справочник MSD. — 2021.

7. Нефрология — Усанова А.А., Гуранова Н.Н. 2019.

© Албогачиева А.Б., Гагиева Х.Х., Дзаурова Б.Ш.,
Дзейтова Х.Х., Хутиева К.М.

# ОСТРАЯ МЕЗЕНТЕРИАЛЬНАЯ ИШЕМИЯ: СОВРЕМЕННЫЕ ПОДХОДЫ К ЭТИОЛОГИИ И ДИАГНОСТИКЕ

**Бузлаева Анна Сергеевна**
студент
Научный руководитель: **Гаджиев Камалутдин Низамутдинович**
к.м.н., ассистент кафедры факультетской хирургии
ФГБОУ ВО «Астраханский государственный
медицинский универститет» (АГМУ)

**Аннотация:** в статье проведен комплексный анализ о причинах и современных методах диагностики острой мезентериальной ишемии (ОМИ). Несмотря на достижения современной медицины, летальность при данном заболевании остается высокой, достигая 60-90%, что в первую очередь связано с запоздалой диагностикой и неспецефичностью клинических проявлений. Понимание этиологии и ранее предупреждение острой мезентериальной ишемии позволяет снизить риск смертей, избежать осложнений и повысить вероятность благоприятного исхода лечения.

**Ключевые слова:** острая мезентериальная ишемия, этиология, диагностика, верхняя брыжеечная артерия (ВБА), тромб.

# ACUTE MESENTERIC ISCHEMIA: MODERN APPROACHES TO ETIOLOGY AND DIAGNOSIS

**Buzlaeva Anna Sergeevna**
Scientific adviser: **Gadzhiev Kamalutdin Nizamutdinovich**

**Abstract:** the article provides a comprehensive analysis of the causes and modern diagnostic methods of acute mesenteric ischemia (OMI). Despite the achievements of modern medicine, mortality in this disease remains high, reaching 60-90%, which is primarily due to delayed diagnosis and non-specific clinical manifestations. Understanding the etiology and early prevention of acute mesenteric ischemia can reduce the risk of death, avoid complications, and increase the likelihood of a favorable treatment outcome.

**Key words:** acute mesenteric ischemia, etiology, diagnosis, superior mesenteric artery (BBA), thrombus.

## Введение

Острая мезентериальная ишемия (ОМИ) — заболевание, развивающееся вследствие нарушения артериального и венозного кровотока в сосудах мезентериального русла, проявляющиеся нарушением перфузии различных отделов кишечника, что ведет к повреждению клеток, и как следствие, к ишемии определенного сегмента. Как самостоятельное заболевание встречается редко, примерно в 0,09-0,2 % от всех госпитализаций в хирургические стационары [1, с. 102]. В группе риска женщины в возрасте старше 70 лет (64, 4% от всех больных с диагностированной ОМИ) [2, с. 54].

## Этиология

В зависимости от механизма нарушения кровоснабжения ОМИ делят на окклюзионные и неокклюзионные поражения. К окклюзионным нарушениям кровоснабжения кишечника относят эмболию мезентеральных сосудов (50%), тромбоз артерий (25 %), тромбоз вен (10 %), стеноз или окклюзию устья артерий вследствие атеросклероза, окклюзию артерий в результате расслоения стенки аорты, сдавление либо прорастание сосудов опухолью [3, с. 36]. Неокклюзионные нарушения (20-30 %) чаще возникают на фоне резкого снижения системного кровотока с последующей вазоконстрикцией брыжеечной артерии, обычно рассматриваемая как часть системного гипотензивного состояния [3, с. 36]. Чаще возникает у пожилых и тяжелобольных пациентов с полиорганной недостаточностью.

Артериальная этиология ОМИ является наиболее частой, составляя 60–70% всех случаев ОМИ. Артериальная эмболия и тромбоз – наиболее частые подтипы ОМИ. Основным этиологическим фактором является эмболия верхней брыжеечной артерии (66,1%), при этом в большинстве случаев окклюзия вызвана заболеваниями сердца (инфаркт миокарда, ревматические поражения, кардиосклероз), а также аорты и атеросклеротическое поражение сосудов [1, с. 102]. Предрасполагающим фактором также является достаточно крупный диаметр ВБА и более острый угол ее отхождения от аорты [4, с. 6]. Место остановки эмбола во многом зависит от его размера: более крупные эмболы чаще поражают проксимальные брыжеечные артерии, что ведёт к большей степени ишемии и худшему прогнозу. Напротив, более мелкие эмболы обычно фиксируются в более дистальных ветвях, вызывая ограниченное поражение кишечника с более благоприятным прогнозом [4, с. 6].

При вскрытии 122 умерших пациентов с эмболической ОМИ в 16% тромб располагался в области устья аорты ВБА, в корне – в 39% и в периферических ветвях – в 16% (в 29% случаев расположение тромба не

удалось классифицировать) [5, с. 59]. Из-за отсутствия коллатерального артериального кровообращения состояние пациентов с эмболией верхней брыжеечной артерии быстро ухудшается, что грозит инфарктом тонкой и толстой кишки.

Артериальный тромбоз возникает, когда постепенное сужение сосуда достигает критического уровня, после чего прекращается кровоток и запускается процесс тромбообразования. Чаще развивается как осложнение атеросклероза и локализуется в проксимальном отделе ВБА [5, с. 60].

Венозный мезентральный тромбоз (ВМТ) характеризуется определёнными патофизиологическими изменениями, связанными с триадой Вирхова — снижением скорости кровотока, гиперкоагуляцией и воспалением сосудистой стенки. При этом основным причинами являются портальная гипертензия, абдоминальный сепсис, новообразования, повышение свёртываемости крови, нарушения центральной и периферической гемодинамики. При остром течении ВМТ возникает легкий отек кишечника, который может перерасти в инфаркт кишечника [5, с. 60]. Подострая форма ВМТ развивается постепенно в течение нескольких недель и сопровождается незначительной болью [5, с. 60]. Хроническая форма ВМТ развивается в течение нескольких месяцев и может привести к таким осложнениям как портальная гипертензия и гиперспленизм [5, с. 61].

**Диагностика**

Выделяют три стадии заболевания: стадия ишемии, стадия некроза, стадия разлитого перитонита. Необратимые изменения в кишечной стенке наступают спустя 3-6 часов после прекращения кровотока [6, с. 359]. Быстро возникает воспалительный процесс, который может привести к смерти. Именно поэтому так важно начинать раннюю диагностику ОМИ.

Начинить диагностику всегда надо со сбора анамнеза. В стадию ишемии пациенты жалуются на “кинжальную” боль, тошноту, рвоту и диарею каждые 10-12 минут [1, с. 103]. В стадию некроза диарея сменяется запором, появляются тенезмы и небольшое количество кала с примесью крови. В заключительную стадию развиваются признаки перитонита: отсутствие перистальтики, напряжение мышц передней брюшной стенки [1, с. 103]. Также проверяется симптом Щёткина – Блюмберга, который будет сначала отрицательным (на стадии ишемии, в первые 2-6 часов), а позже постепенно нарастает (грозный признак некроза кишечника спустя 6-12 часов). В целом для диагностики ОМИ можно использовать лабораторные и инструментальные методы, а также необходимо опираться на конкретный вид поражения и на клиническую картину.

Наиболее важными лабораторными показателями являются:

– Лейкоцитоз (более 18,1 × $10^9$/л)
– Метаболический ацидоз
– Повышение уровня лактата (более 2 ммоль/л)
– Д-димер (более 5,0 мг/л)
– α-глутатион-S-трансфераза или α-GST (> 20 – 25 мкг/л)
– ишемия-модифицированный альбумин или IMA – Ischemia Modified Albumin (110 - 140 Ед/мл)

Лактат образуется при бактериальном брожении глюкозы и говорит о нарушении стенки кишечника, увеличение которого выявляется ближе к стадии некроза [6, с. 359].

D-димеры являются следствием распада фибрина, основного продукта распада тромбов. При ОМИ, вызванной тромбозом или эмболией мезентериальных артерий, активируется тромболитическая система, растворяющая тромб, и уровень D-димеров повышается, начиная с 2-3 часов с момента начала заболевания [6, с. 360].

Другим маркером ОМИ является α-глутатион-S-трансфераза(α-GST), фермент, находящийся в энтероцитах тонкого кишечника и принимающий участие в обезвреживании токсичных продуктов, уровень которого значительно возрастает при ОМИ [6, с. 360].

Также имеются данные о повышении ишемия-модифицированного альбумина (IMA – Ischemia Modified Albumin) у пациентов с ОМИ. Известно, что при ишемическом повреждении в связи с гипоксией альбумин сыворотки крови становится модифицированным и теряет способность к связыванию ионов кобальта, что послужило поводом к использованию этого показателя для диагностики ишемического поражения различных тканей, в том числе и кишечника [6, с. 361].

В анализе мочи в 96,1 % случаев отмечается протеинурия, объяснимая развитием токсического нефроза на фоне некроза кишечника [3, с. 36].

Стоит отметить, что данные лабораторные методы диагностики не являются достоверными для постановки диагноза ОМИ, т. к. эти же показатели могут повышаться при других заболеваниях, в основе которых лежит воспалительный процесс. Поэтому для диагностики ОМИ необходимо проводить инструментальные методы исследования в соответствии с конкретным видом поражения.

Рентгенологические исследования окклюзионного типа поражения при артериальном тромбозе и эмболии выявляют скопление газа в петлях тонкой кишки с нечеткими уровнями жидкости в просвете, расширенных до 3-4 см

петель, утолщение стенок и складок ее слизистой оболочки [7, с. 75]. При окклюзии вены экссудативная жидкость накапливается во внутрипросветном пространстве ишемизированной кишки и приводит к “расширенной петле, лишенной газов и полностью заполненной жидкостью”, что редко встречается при артериальной форме [4, с. 8]. Ультразвуковые методы диагностики малоэффективны из-за повышенного пневматоза кишечника. Магнитно-резонансная томография может использоваться только для обнаружения проксимальной обструкции ВБА. Самым важным методом диагностики является КТ-ангиография - исследование артерий с помощью контрастных веществ с последующим созданием снимков, где выявляют:

1) Признак "обрыва" сосуда — отсутствие контрастирования просвета артерии (тромб/эмбол).

2) Внутрипросветный дефект наполнения (тромб)

3) Тромбоз брыжеечной вены: увеличение диаметра вены, дефект наполнения в просвете, периферический "ободок" контрастирования (симптом "ободка")

4) Утолщение стенки кишки (>3 мм)

5) Повышенное контрастирование слизистой и серозной оболочек и слабо контрастированный мышечный слой между ними – признак “мишени” [4, с.8].

Неокклюзионный тип поражения наиболее сложный для диагностики, так как магистральные артерии проходимы, а вазоконстрикция брыжеечной артерии обусловлена сопутствующей патологией, воспалительными и инфекционными заболеваниями. Диспепсические явления отмечены лишь у 5% пациентов, для этой группы больных характерны умеренно выраженный абдоминальный болевой синдром и отсутствие признаков раздражения брюшины.

Все также основным методом диагностики является КТ- ангиография, при которой выявляется характерная клиническая картина:

1) сужение в устьях ветвей ВБА (симптом "ниток бисера")

2) нарушения в ветвях кишечника в виде попеременного расширения и сужения по типу “сосисок”

3) спазм мезентериальных аркад [4, с. 9]

Еще одним важным признаком является рефлюкс контраст в брюшную аорту при ангиографии (из-за выраженного стеноза устья БА контрастное

вещество не может пройти “вперед” и с силой перетекает в сторону брюшной аорты) [4, с. 9].

При ангиографии также выявляют проходимость ВБА, уменьшение в ней скорости кровотока, снижение наполнения интрамуральных сосудов [4, с.9].

**Заключение:** острая мезентериальная ишемия представляет собой жизнеугрожающее состояние с множеством этиологических факторов и различными клиническими проявлениями, зависящих от типа поражения. Диагностику острой мезентериальной ишемии можно представить в виде схемы (рис. 1).

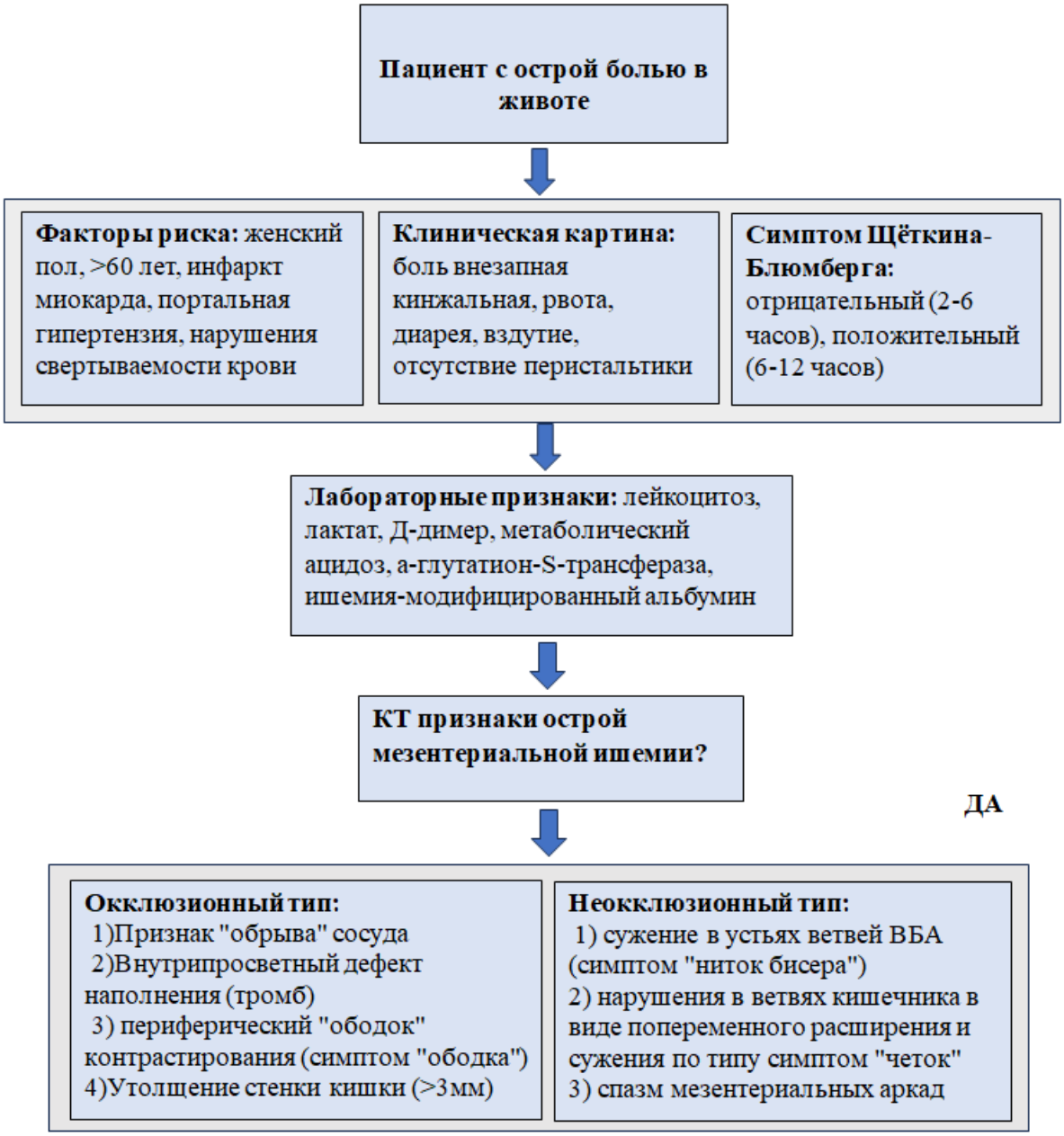


**Рис. 1. Схема диагностики у пациентов с подозрением на острую мезентериальную ишемию**

**Список литературы**

1. Подолужный В.И., Старцев А.Б., Радионов И.А. Острая мезентериальная ишемия: современный взгляд на проблему // Фундаментальная и клиническая медицина. 2023. Т. 8, № 1. С. 101–108.

2. Андреева М.Б. Лечение больных острой окклюзионной артериальной мезентериальной ишемией с декомпенсацией кровотока // – 2013. – С. 54-57.

3. Ярощук С.А., Баранов А.И., Каташева Л.Ю., Лещишин Я.М. Острая мезентериальная ишемия: подходы к диагностике и оперативному лечению // Медицина. – 2018. – Т. 17, № 2. – С. 37-42.

4. Мутаев М.М., Щеголев А.А., Папоян С.А., Мутаев Р.М., Алексеева М.А. Острая мезентериальная ишемия. Часть II. Этиология, классификация, факторы риска, рентгенологические признаки, принципы лечения // Лечебное дело. – 2023. – №3. – С. 5-11. – DOI: 10.24412/2071-5315-2024-13166.

5. Гафарова А.Р., Тимербулатов Ш.В. Острая мезентериальная ишемия: этиология и современные методы ранней диагностики // – 2022. – С. 58-63.

6. Чернооков А.И., Божедомов А.Ю., Атаян А.А., Белых Е.Н., Сильчук Е.С., Хачатрян Э.О. Современные биомаркеры острой интестинальной ишемии // Новости хирургии. – 2018. – Т. 26, № 3. – С. 358-365. – DOI: 10.18484/2305-0047.2018.3.358.

7. Ермолов А.С., Лебедев А.Г., Ярцев П.А., Алексечкина О.А., Селия И.Е., Раскатова Е.В., Тарасов С.А., Левитский В.Д., Калова О.Х. Диагностика и лечение нарушений мезентериального кровообращения // Сборник научных работ НИИ скорой помощи им. Н.В. Склифосовского. – Москва, 2012. – С. 1-5.

© Бузлаева А.С.

# СПОРТИВНАЯ ЛИХОРАДКА: ИММУННАЯ СИСТЕМА СПОРТСМЕНА В УСЛОВИЯХ ФИЗИЧЕСКОЙ НАГРУЗКИ И ГИПОКСИИ

**Верблюдова Мария Александровна**
**Кравцова Алиса Сергеевна**
студенты
Научный руководитель: **Хорошкина Лариса Борисовна**
ассистент кафедры патологической физиологии
ФГБОУ ВО «Астраханский ГМУ» Минздрава России

**Аннотация:** в работе рассмотрены особенности функционирования иммунной системы спортсменов в условиях интенсивной физической нагрузки и гипоксии. Проанализированы механизмы адаптации организма к дефициту кислорода и их влияние на клеточные и гуморальные звенья иммунитета. Отражены изменения иммунных показателей при регулярных тренировках, синдроме «открытого окна» и гиподинамии. Установлено, что умеренные физические нагрузки оказывают иммуномодулирующее действие, тогда как чрезмерные тренировки и гипоксия могут приводить к временной иммуносупрессии и повышению риска инфекционных заболеваний.

**Ключевые слова:** иммунная система, физическая нагрузка, гипоксия, синдром открытого окна, спортсмены, адаптация, иммунодефицит.

# SPORTS FEVER: AN ATHLETE'S IMMUNE SYSTEM UNDER CONDITIONS OF PHYSICAL EXERTION AND HYPOXIA

**Verblyudova Maria Alexandrovna**
**Kravtsova Alice Sergeevna**

**Abstract:** the paper considers the features of the functioning of the immune system of athletes under conditions of intense physical exertion and hypoxia. The mechanisms of the body's adaptation to oxygen deficiency and their effect on cellular and humoral immunity are analyzed. Changes in immune parameters during regular training, "open window" syndrome and physical inactivity are reflected. Moderate physical activity has been found to have an immunomodulatory effect,

while excessive exercise and hypoxia can lead to temporary immunosuppression and an increased risk of infectious diseases.

**Key words:** immune system, physical activity, hypoxia, open window syndrome, athletes, adaptation, immunodeficiency.

Физическая активность является важным фактором, влияющим на функциональное состояние организма человека. Регулярные умеренные физические нагрузки способствуют укреплению здоровья, повышению адаптационных возможностей и оптимизации работы различных физиологических систем, включая иммунную. Однако интенсивные и продолжительные тренировки, особенно в сочетании с гипоксией, могут вызывать неблагоприятные изменения иммунного ответа.

Гипоксия представляет собой состояние дефицита кислорода, возникающее при высоких физических нагрузках, тренировках в условиях высокогорья или при нарушении доставки кислорода к тканям. В ответ на гипоксическое воздействие в организме активируются адаптационные механизмы, направленные на поддержание гомеостаза. Ключевую роль в этом процессе играет гипоксически индуцируемый фактор (HIF), который стимулирует эритропоэз и способствует увеличению транспорта кислорода к тканям. Одновременно с этим изменяется клеточный метаболизм, усиливается анаэробный гликолиз, что сопровождается накоплением метаболитов и развитием утомления.

Иммунная система также активно реагирует на гипоксию. Отмечаются изменения функциональной активности макрофагов, нейтрофилов и лимфоцитов, а также перестройка цитокинового профиля. В условиях кислородного дефицита может наблюдаться повышение уровня провоспалительных цитокинов, что способствует формированию системного воспалительного ответа. Одновременно выявляется снижение количества и активности Т-лимфоцитов, что ослабляет клеточное звено иммунитета и повышает восприимчивость спортсменов к инфекциям.

Особое внимание уделяется синдрому «открытого окна», который развивается после интенсивных физических нагрузок. Данное состояние характеризуется временным угнетением иммунной функции, обусловленным повышенной секрецией стрессовых гормонов — кортизола и катехоламинов. В этот период снижается активность Т-лимфоцитов и натуральных киллеров, увеличивается проницаемость слизистых оболочек, что создает условия для проникновения патогенов и развития инфекционных заболеваний.

При регулярных физических нагрузках умеренной интенсивности формируется иная картина иммунных изменений. У спортсменов в состоянии покоя выявляется снижение активности нейтрофилов и уменьшение выраженности хронических воспалительных процессов. При этом активность натуральных киллеров, как правило, повышается, что свидетельствует об адаптивной перестройке иммунной системы. Существенных изменений в количестве лимфоцитов и их субпопуляционном составе в межтренировочный период, как правило, не выявляется.

Для оценки роли двигательной активности в регуляции иммунитета важное значение имеют данные о влиянии гиподинамии. У лиц с резко ограниченной физической активностью, в том числе у космонавтов после длительных космических полетов, наблюдается снижение активности натуральных киллеров, уменьшение продукции цитокинов и повышение уровня иммуноглобулинов. Эти изменения во многом противоположны эффектам регулярных физических тренировок и подтверждают значимость мышечной активности для поддержания иммунного гомеостаза.

Таким образом, характер и интенсивность физической нагрузки определяют направленность иммунных реакций. Умеренные тренировки обладают выраженным иммуномодулирующим эффектом, тогда как чрезмерные нагрузки и гипоксия могут приводить к транзиторному иммунодефициту.

Иммунная система спортсменов чувствительно реагирует на интенсивность и продолжительность физических нагрузок, а также на условия гипоксии. Умеренная физическая активность способствует укреплению иммунной защиты и повышению адаптационных возможностей организма. В то же время чрезмерные тренировки и недостаточное восстановление могут вызывать временное угнетение иммунитета и повышать риск инфекционных заболеваний. Учет данных особенностей необходим для рационального планирования тренировочного процесса и профилактики иммунных нарушений у спортсменов.

## Список литературы

1. Долгушин И.Н., Колесников О.Л., Селяпина Г.А., Мезенцева Е.А. Влияние физической нагрузки на иммунный ответ // Медицинская иммунология. 1999. С. 3–4.

2. Емельянов Б.А., Кузьмин С.Н., Дзагурова М.С., Мошнашвили И.Я., Першин Б.Б. Воспроизведение феномена исчезновения антител в эксперименте // Иммунология. 1985. С. 58–62.

3. Куликов В.П., Киселёв В.И. Потребность в двигательной активности. Новосибирск: Наука, 1998. 150 с.

4. Меерсон Ф.З., Пшенникова М.Г. Адаптация к стрессорным ситуациям и физическим нагрузкам. М.: Медицина, 1988. 256 с.

5. Новиков В.С. Иммунофизиологические механизмы адаптации к экстремальным воздействиям // Физиология человека. 1996. Т. 22, № 2. С. 25–34.

6. Першин Б.Б., Кузьмин С.Н., Сухачевский А.Б., Филатов И.Н. Исчезновение иммуноглобулинов у спортсменов // Иммунология. 1994. С. 43–45.

7. Першин Б.Б., Кузьмин С.Н. Стресс, вторичные иммунодефициты и заболеваемость. М.: ЗиС, 1994. 190 с.

8. Ратницына И.Л. Местный иммунитет у спортсменов // Стоматология. 1996. С. 73–74.

9. Спортивная медицина: справочное издание. М.: Терра-Спорт, 1999. 240 с.

10. Филаретов Ф.А., Подвигина Т.Т., Филаретова Л.П. Адаптация как функция гипофизарно-адренокортикальной системы. СПб.: Наука, 1994. 132 с.

© Верблюдова М.А., Кравцова А.С.

# МАЛОИНВАЗИВНАЯ КОСМЕТОЛОГИЯ И РЕГЕНЕРАТИВНАЯ МЕДИЦИНА В СИСТЕМЕ АНТИВОЗРАСТНЫХ СТРАТЕГИЙ XXI ВЕКА

**Ибадуллаева Расина Расуловна**
студент 305 группы лечебного факультета
Научный руководитель: **Байменов Ильнур Бауржанович**
ассистент кафедры
ФГБОУ ВО «Астраханский ГМУ» Минздрава России

**Аннотация:** старение вызывает страх утраты привлекательности и здоровья, особенно у женщин. Эстетическая медицина предлагает малоинвазивные методы — от ботокса до полимолочной кислоты, стимулирующей неоколлагенез через иммунный ответ. Регенерация кожи и тканей всё больше связывается со стволовыми клетками, чья функция снижается с возрастом. Современные подходы направлены на коррекцию сигнальных путей, подавление сенесценции и защиту стволовых ниш. Цель — не просто продлить жизнь, а увеличить годы здорового долголетия.

**Ключевые слова:** старение, полимолочная кислота, неоколлагенез, стволовые клетки, SASP, эстетическая медицина.

# LOW-INVASIVE COSMETOLOGY AND REGENERATIVE MEDICINE IN THE SYSTEM OF ANTI-AGING STRATEGIES OF THE 21ST CENTURY

**Ibadullayeva Rasina Rasulovna**

**Abstract:** aging causes fear of losing attractiveness and health, especially in women. Aesthetic medicine offers minimally invasive methods, from Botox to poly-L-lactic acid, which stimulates neocollagenesis through an immune response. Skin and tissue regeneration is increasingly linked to stem cells, whose function decreases with age. Modern approaches focus on correcting signaling pathways, suppressing senescence, and protecting stem cell niches. The goal is not just to prolong life, but to increase the years of healthy longevity.

**Key words:** aging, poly-L-lactic acid, neocollagenesis, stem cells, SASP, aesthetic medicine.

**1. Введение**

Старение — представляет собой постепенное накопление повреждений в организме, приводящее к снижению функциональных резервов, росту риска заболеваний и, в конечном итоге, к смерти.

У людей, а в большей степени у женщин часто формируется страх перед старением, а именно из-за:

1. Страха утраты идентичности и привлекательности
2. Потери себя «то есть потеря памяти»
3. Боль, страдания, увеличение уязвимости к болезням
4. Старение как «приговор»: Старость воспринимается как необратимая дорога к смерти

Статистика Всемирной организации здравоохранения свидетельствует о неуклонном росте продолжительности жизни населения планеты. Попытки радикального продления жизни имеют глубокие исторические корни, проявляясь как в мифологии, так и в ранней медицине. В легендах разных народов (амброзия греков, амрита индийцев, молодильные яблоки скандинавов) бессмертие было прерогативой богов. Источники свиде-тельствуют о практике частых кровопусканий с переливанием крови в целях обновить организм. В древнем Китае «эликсирами молодости» считались экстракты из специфических животных компонентов таких, как оленьи рога или копыта. Многовековые поиски, заложили основу для буду-щих научных исследований в области геронтологии. Кожа человека меняется с возрастом, что приводит к появлению морщин, к потере объема и эластичности. Современные стратегии продления жизни в XXI веке реализуются на двух принципиальных уровнях: от поверхностной коррекции возрастных проявлений (как в эстетической медицине) до фундаментального воздействия на глубинные механизмы старения — геном, процессы регенерации.

**2. Малоинвазивная косметология**

Малоинвазивная косметология — это область нехирургических эстетических коррекций. Её главная сфера — омоложение лица. В сравнении с инвазивными операциями, методики МК демонстрируют аналогичную эффективность при более высокой безопасности (низкая травматичность) и удобстве для пациента (короткий реабилитационный период). Основными процедурами МК являются ботокс и инъекции филлерами. За последние два десятилетия использование инъекционного ботулинического токсина увеличилось на 621% [2].

1) Ботулинический токсин: Препарат, занимающий лидирующую позицию в арсенале косметологов. Его действие заключается в прерывании передачи нервных импульсов к мышцам, что приводит к их временной хемоденервации и расслаблении мышц. Данный механизм лежит в основе коррекции мимических морщин: введённый в мышцы межбровной области, лба или вокруг глаз, токсин позволяет сгладить заломы, образуемые при активной мимике. Важным условием для снижения побочных эффектов и дискомфорта является техника инъекций, в частности, применение игл минимальной длины [2].

2) Полимолочная кислота (ПМК) — стимулятор неоколлагенеза. ПМК — биосовместимый материал, который наше тело со временем безопасно усваивает. Препарат на её основе вводят в средние или глубокие слои кожи. Её действие кардинально отличается от мгновенного «заполнения», как у классических филлеров. ПМК запускает запрограммированный биоматериалом иммуно-фиброзный каскад, где главными исполнителями являются клетки врожденного иммунитета (макрофаги), а результатом является контролируемый неоколлагенез. После инъекции частицы/микросферы ПМК воспринимаются иммунной системой как чужеродный, но биосовместимый материал. На поверхность полимера адсорбируются белки плазмы (фибриноген, иммуноглобулины, комплемент), образуя «биопленку». Макрофаги пытаются фагоцитировать и разрушить частицы ПМК, которая не поддаётся полному и быстрому фагоцитозу из-за своих физико-химических свойств (размер, кристалличность). Это приводит к фрустрации фагоцитоза и слиянию макрофагов в гигантские клетки инородных тел. Клетки остаются в активированном состоянии на поверхности имплантата. Впоследствии запускается классическая реакция на инородное тело (Foreign Body Reaction, FBR) — вариант неспецифического (врожденного) иммунного ответа. Активированные макрофаги и гигантские клетки меняют свой фенотип на про-репаративный М2-подобный. Они начинают секретировать не провоспалительные, а репаративные и фиброгенные цитокины и факторы роста: TGF-β (трансформирующий фактор роста-бета) — главный стимулятор фибробластов, инициатор синтеза коллагена. PDGF (тромбоцитарный фактор роста) — мощный хемоаттрактант и митоген для фибробластов. FGF (фактор роста фибробластов) — стимулирует пролиферацию фибробластов и ангиогенез.IL-4, IL-13 — цитокины, способствующие фиброзу.

Под действием секретируемых факторов фибробласты мигрируют в зону имплантации, пролиферируют и начинают активно синтезировать новый внеклеточный матрикс (коллаген I и III типов, эластин, гиалуроновую кислоту). Продукты постепенной биодеградации ПМК создают слабокислую среду, которая дополнительно стимулирует фибробласты к синтезу коллагена. В итоге частицы ПМК медленно рассасываются, а на их месте формируется собственная, живая коллагеновая сеть, обеспечивающая долгосрочный лифтинг-эффект до 1,5–2 лет.

3) Филлеры на основе гиалуроновой кислоты: Одной из ключевых проблем стареющей кожи является деградация коллагенового каркаса. Гиалуроновая кислота, введенная в дерму, выполняет не только функцию объемного наполнителя. Она создаёт гидрофильный матрикс, который механически стимулирует окружающие фибробласты, побуждая их к активному синтезу собственного коллагена и других компонентов межклеточного матрикса [2]. Kerscher предложил термин «подтягивание кожи», концепцию улучшения качества кожи без прямого воздействия на морщины с помощью инъекций гиалуроновой кислоты в дерму [2]. Благодаря разнообразию препаратов с разной плотностью и вязкостью, специалист может подобрать оптимальный филлер для коррекции конкретных слоев тканей лица.

## 3. Современные подходы к регенерации и омоложению кожи

### 3.1. Регенерация тканей и органов стволовыми клетками(СК)

Регенерация многих органов и тканей организма во многом зависит от резистентности СК, для которых характерно самообновление, дифференцировка в различные клеточные типы за счет асимметричного деления. Особенно высокой пролиферативной и дифференцировочной активностью обладают СК, выделенные из эмбриональных тканей. Применение эмбриональных СК, строго регламентировано Федеральным законом № 323 «Об основах охраны здоровья граждан в РФ», и их применение для «омоложения здорового человека» не является легальной медицинской практикой [3].

### 3.2. Старение основных видов СК

1. Гемопоэтические (ГСК). Это мультипотентные клетки — основоположники крови. Локализуются в костном мозге. В процессе старения количество ГСК снижается за счет уменьшения их пролиферативной активности, что приводит к обеднению клонального состава всех последующих клеточных генераций [1]. Так же с возрастом гемопоэтические

стволовые клетки всё чаще дифференцируются в миелоидную линию, тогда как их способность к образованию лимфоидных клеток ослабевает, смещение дифференцировать сторону миелогенеза определяет развитие у людей пожилого возраста миелобластных лейкозов.

2. Мезенхимальные стволовые клетки (МСК). Локализуются в костном мозге, жировой ткани, способны дифференцироваться во множество другие клеточных структуры, таких как хрящевые клетки, фибробласты, костные и мышечные клетки, а также в другие клетки стромы, играющие важную роль в регенерации перечисленных тканей. МСК могут быть получены из собственных тканей пациента, что делает их идеальными для аутологичнои терапии. Этот подход снижает риск иммунного отторжения и повышает безопасность процедуры [4]. Терапия МСК показала значительные перспективы в лечении состояний, связанных со старением, таких как остеоартрит, саркопения и дегенеративное заболевание межпозвоночных дисков [4]. МСК секретируют биоактивные молекулы, которые вызывают воспаление, стимулируют восстановление тканей и привлекают эндогенные клетки для содействия регенерации. Признаки старения МСК включают появление гранулярной морфологии на фоне снижения секреции различных молекул, что называется секреторным фенотипом, связанным со старением, или SASP (senescence-associated secretory phenotype) [5]. В настоящее время старение МСК оценивают путем измерения активности в-галактозидазы, длины теломер, маркеров экспрессии генов, метилирования CPG и других эпигенетических маркеров [1].

3. Стволовые сателлитные клетки: обеспечивают регенерацию поврежденных скелетных мышц. Их количество значительно быстрее снижается с возрастом. Часто дифференцируются в сторону образования фибробластов в основном из-за изменений в передаче сигналов Wnt и TGF-ß(transforming growth factor beta)[1]. С возрастом у ССК накапливаются необратимые нарушения, включая дефекты в механизмах самообновления и гиперактивацию стресс-индуцированного сигнального пути p38-MAPK.

4. Стволовые клетки кожи: Кожа человека содержит несколько популяций тканеспецифических стволовых клеток, участвующих в поддержании гомеостаза и регенерации эпидермиса. К ним относятся базальные эпидермальные стволовые клетки, ответственные за обновление кератиноцитов, стволовые клетки волосяных фолликулов (hair follicle stem cells, HFSC), обеспечивающие циклический рост волос, а также меланоцитарные стволовые клетки, дающие начало пигмент-продуцирующим

меланоцитам. Цикл развития волосяного фолликула включает последовательные фазы анагена (роста), катагена (регрессии) и телогена (относительного покоя). Одним из наиболее выраженных проявлений кожного старения является удлинение телогеновой фазы, что в ряде случаев приводит к полному прекращению циклической активности фолликулов и их последующей утрате — клинически проявляющейся как возрастная алопеция. В отличие от HFSC, численность меланоцитарных стволовых клеток с возрастом резко уменьшается. Это сокращение не обусловлено апоптозом, а связано с нарушением баланса между самообновлением и дифференцировкой: наблюдается эктопическая дифференцировка стволовых клеток в зрелые меланоциты, которая сопровождается истощением резервов. Дополнительным фактором, ускоряющим этот процесс, выступают генотоксический стресс и воздействие ионизирующего излучения, которые стимулируют дифференцировку меланоцитарных предшественников и, как следствие, способствуют развитию возрастного поседения волос.

**3.3. Основные стратегии «омоложения» через СК.**

1. Модуляция сигнальных путей, нарушенных при старении стволовых клеток. Гиперактивация стресс-индуцированного пути p38-MAPK в сателлитных клетках скелетных мышц напрямую связана с их утратой способности к самообновлению. Экспериментальные исследования на мышах показали, что фармакологическое подавление p38-MAPK восстанавливает пролиферативный потенциал старых сателлитных клеток и улучшает регенерацию мышечной ткани после повреждения. Коррекция Wnt/TGF-β-сигналинга. С возрастом наблюдается дисбаланс в активности Wnt и TGF-β, что способствует фиброзной дифференцировке сателлитных клеток вместо миогенной. Ингибирование TGF-β или восстановление Wnt-активности через GDF11 улучшает мышечную регенерацию у старых животных

2. Подавление SASP (senescence-associated secretory phenotype) у мезенхимальных стволовых клеток (МСК). У стареющих МСК развивается SASP — секреция провоспалительных цитокинов (IL-6, IL-8, MMPs), которые создают «токсичную» микросреду и ускоряют старение соседних клеток. Использование Сенолитиков или Сеноморфиков позволяет устранить сенесцентные МСК или подавить их токсическую секрецию, что восстанавливает регенеративный потенциал стромы.

3. Поддержание гемопоэтического баланса: противодействие миелоидному смещению. Активация FOXO3a и снижение уровня ROS (реактивных

форм кислорода) с помощью антиоксидантов частично восстанавливает лимфоидную дифференцировку ГСК у старых мышей.

4. Сохранение пула меланоцитарных стволовых клеток и HFSC в коже. Поседение и алопеция напрямую связаны с истощением стволовых клеток ниши волосяного фолликула. Ингибирование дифференцировки меланоцитарных стволовых клеток через модуляцию Wnt или MITF-сигналинга может предотвратить их преждевременное истощение. Обеспечить защита от генотоксического стресса: усиленная репарация ДНК через активацию PARP1 или ATM снижает дифференцировку стволовых клеток в ответ на повреждения.

Современные подходы — от сениболиков до эпигенетической терапии — являются перспективами «целенаправленного омоложения тканевых ниш», что может лечь в основу профилактики возраст-ассоциированных заболеваний и продления периода активного долголетия.

## Список литературы

1. В. П. Баклаушев, Е. М. Самойлова, В. А. Кальсин, Г. М. Юсубалиева // Старение и омоложения резистентных стволовых клеток – новый путь к активному долголетию? // Клиническая практика. – 2022. – Том 13 № 1. – С. 82–85.

2. Малоинвазивная косметология в коррекции старческих изменений лица: процессы старения и препараты выбора / М. А. Игитханян, А. К. Чиликина, И. В. Олейник, Л. Г. Базаева // V Международный научно-исследовательский конкурс : сборник статей. – Москва, 2023. – С. 1–2.

3. .Федеральный закон от 21.11.2011 N 323-ФЗ (ред. от 23.07.2025) "Об основах охраны здоровья граждан в Российской Федерации" (с изм. и доп., вступ. в силу с 01.09.2025). Доступ из справ.-правов. системы «КонсультантПлюс».

4. Салиев. Т, П. Б. Сингх // Обзор новейших методов использования стволовых клеток для антивозрастной терапии // Журнал Фтизиопульмонология. – 2025. – № 2. – С. 197.

5. Watanabe, S. Impact of senescence-associated secretory phenotype and its potential as a therapeutic target for senescence-associated diseases / S. Watanabe, S. Kawamoto, N. Ohtani, E. Hara // Cancer Science [Cancer Sci.]. – 2017. – Vol. 108, № 4. – P. 563–569. – DOI: 10.1111/cas.13184.

© Ибадуллаева Р.Р., 2025

# КАРДИОРЕНАЛЬНЫЙ СИНДРОМ У БЕРЕМЕННЫХ: ПАТОФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ, ДИАГНОСТИКА И СТРАТЕГИИ ВЕДЕНИЯ

**Имангалиева Фарида Кайбулаевна**
студент
ФГБОУ ВО Астраханский ГМУ Минздрава России
Научный руководитель: **Байменов Ильнур Бауржанович**
ассистент кафедры патологической физиологии
ФГБОУ ВО Астраханский ГМУ Минздрава России

**Аннотация:** беременность предъявляет повышенные требования к сердечно-сосудистой и мочевыделительной системам, что может привести к декомпенсации ранее существовавших заболеваний или манифестации новых патологических состояний. Кардиоренальный синдром (КРС) – это патобиологическое нарушение работы сердца и почек, при котором острая или хроническая дисфункция одного органа приводит к острой или хронической дисфункции другого. У беременных КРС представляет собой особую клиническую проблему в связи с уникальной физиологической адаптацией организма, сложностью диагностики и ограничениями в выборе терапевтических стратегий. Данный обзор посвящен современным взглядам на патофизиологию, диагностику и ведение кардиоренального синдрома в период гестации.

**Ключевые слова:** беременность, кардиоренальный синдром, скорость клубочковой фильтрации, материнские осложнения, перинатальные исходы, задержка роста плода, тактика ведения.

# CARDIORENAL SYNDROME IN PREGNANCY: PATHOPHYSIOLOGICAL ASPECTS, DIAGNOSIS AND MANAGEMENT STRATEGIES

**Imangalieva Farida Kaibulaevna**

**Abstract:** pregnancy places increased demands on the cardiovascular and urinary systems, which can lead to decompensation of preexisting conditions or the manifestation of new pathological conditions. Cardiorenal syndrome (CRS) is

a pathobiological disorder of the heart and kidneys, in which acute or chronic dysfunction of one organ leads to acute or chronic dysfunction of the other. In pregnant cattle, CRS represents a particular clinical challenge due to the body's unique physiological adaptations, diagnostic complexity, and limitations in the choice of therapeutic strategies. This review focuses on current approaches to the pathophysiology, diagnosis, and management of CRS during gestation.

**Keywords:** Pregnancy, cardiorenal syndrome, glomerular filtration rate, maternal complications, perinatal outcomes, fetal growth restriction, management.

**Цель работы**

Оценить распространенность, клинико-лабораторные предикторы, а также материнские и перинатальные исходы у беременных с кардио-ренальным синдромом по данным литературы.

**Введение**

Беременность характеризуется значительными гемодинамическими сдвигами: увеличением объема циркулирующей крови (ОЦК) на 40-50%, сердечного выброса (СВ) и клубочковой фильтрации (СКФ). Эти изменения, в норме обеспечивающие адекватное кровоснабжение плода, создают дополнительную нагрузку на сердце и почки [1,5,8]. У женщин с предгестационной патологией (пороки сердца, кардиомиопатии, хроническая болезнь почек – ХБП) или при развитии акушерских осложнений (преэклампсия – ПЭ) риск развития КРС значительно возрастает[2,3]. Несмотря на растущий интерес к проблеме, кардиоренальные взаимодействия при беременности остаются недостаточно изученными.

**Классификация и патофизиология КРС у беременных**

У беременных могут встречаться все пять типов КРС, однако наиболее клинически значимыми являются:

- **КРС 1 типа (Острое кардиоренальное повреждение):** Развивается на фоне острой декомпенсации сердечной недостаточности (ОНЖ), например, при перипартальной кардиомиопатии (ППКМП) или тяжелой артериальной гипертензии. Снижение сердечного выброса приводит к уменьшению почечного кровотока, активации ренин-ангиотензин-альдостероновой системы (РААС) и симпатической нервной системы (СНС), что вызывает почечную вазоконстрикцию, задержку натрия и воды, усугубляя сердечную недостаточность.
- **КРС 3 типа (Острое ренокардиальное повреждение):** Инициируется острым повреждением почек (ОПП). Классический пример –

тяжелая преэклампсия с HELLP-синдромом или острое почечное повреждение другой этиологии. Почечная дисфункция приводит к перегрузке объемом, артериальной гипертензии, уремической интоксикации и электролитным нарушениям (гиперкалиемия), что провоцирует острую сердечную недостаточность и аритмии.

- **КРС 5 типа (Вторичный кардиоренальный синдром):** Возникает при системных заболеваниях, одновременно поражающих сердце и почки. У беременных это может быть системная красная волчанка, системные васкулиты или сепсис.

Ключевым патофизиологическим звеном КРС при беременности является **дисбаланс между вазодилатационными и вазоконстрикторными системами**. Физиологическая для гестации вазодилатация, опосредованная простациклином и оксидом азота (NO), нивелируется при ПЭ и ОСН эндотелиальной дисфункцией, избытком ангиотензина II и эндотелина-1. Это приводит к системной и почечной вазоконстрикции, усугубляя гипоперфузию органов [4, 6, 7].

**Диагностические проблемы**

Диагностика КРС у беременных осложнена по нескольким причинам:

1. **Физиологические изменения:** Увеличение СКФ приводит к снижению уровня креатинина сыворотки, что может маскировать начальные стадии почечной дисфункции. Физиологическая тахикардия и отеки нижних конечностей затрудняют раннюю диагностику СН.
2. **Биомаркеры:** Использование традиционных кардиальных биомаркеров (тропонины, NT-proBNP) требует осторожности, так как их референсные значения при беременности могут отличаться. Тем не менее, NT-proBNP считается ценным маркером для диагностики и стратификации риска при ППКМП и тяжелой ПЭ. Для оценки функции почек, наряду с креатинином и расчетом СКФ, перспективным является исследование уровня цистатина С.
3. **Визуализация:** Эхокардиография является золотым стандартом для оценки функции и структуры сердца. Ультразвуковое исследование почек позволяет оценить их размеры, структуру и исключить обструкцию. Применение МРТ ограничено, но возможно по жизненным показаниям.

**Стратегии ведения и лечения**

Ведение беременных с КРС требует мультидисциплинарного подхода с участием акушера-гинеколога, кардиолога, нефролога и неонатолога. Основные принципы:

1. **Мониторинг:** Тщательный контроль артериального давления, диуреза, массы тела, электролитного баланса и функции почек.
2. **Лечение сердечной недостаточности:**
   - **Диуретики (фуросемид):** Применяются с осторожностью при явлениях застоя, так как могут уменьшить маточно-плацентарный кровоток.
   - **Вазодилататоры (гидралазин, нитроглицерин):** Препараты выбора для контроля АГ и снижения постнагрузки.
   - **Бета-блокаторы (метопролол, лабеталол):** Используются для контроля ЧСС и АД.
   - **Сердечные гликозиды (дигоксин):** Могут применяться при фибрилляции предсердий и систолической СН.
   - **Важно!** Ингибиторы АПФ и антагонисты рецепторов ангиотензина II абсолютно противопоказаны при беременности из-за тератогенного эффекта.
3. **Лечение преэклампсии и ОПП:** Единственным радикальным методом лечения тяжелой ПЭ является родоразрешение. Для профилактики судорог используется сульфат магния, который также обладает вазодилатирующими свойствами.
4. **Подготовка к родоразрешению:** Выбор метода родоразрешения зависит от акушерской ситуации и состояния матери. Предпочтение часто отдается плановому кесареву сечению под эпидуральной анестезией для обеспечения стабильной гемодинамики. В интра- и послеродовом периоде необходим строгий контроль за объемной нагрузкой во избежание отека легких.

**Заключение**

Кардиоренальный синдром у беременных является тяжелым, потенциально жизнеугрожающим состоянием, требующим глубокого понимания патофизиологических взаимодействий между сердцем и почками особенно в условиях гестации. Своевременная диагностика, основанная на комплексной оценке клинических данных, биомаркеров и результатов инструментальных исследований, и рациональная мультидисциплинарная тактика ведения позволяют улучшить исходы для матери и плода. Дальнейшие исследования направлены на уточнение роли новых биомаркеров и разработку безопасных и эффективных терапевтических протоколов для данной категории пациенток.

**Список литературы**

1. Ronco C. et al. Cardio-renal syndromes: report from the consensus conference of the acute dialysis quality initiative. Eur Heart J. 2010.
2. Cruz D. et al. Cardiorenal syndrome in critical care: the acute cardiorenal and renocardiac syndromes. Crit Care Clin. 2015.
3. Gansevoort R.T. et al. Pregnancy and renal disease: A successful challenge. NDT. 2020.
4. Regitz-Zagrosek V. et al. ESC Guidelines on the management of cardiovascular diseases during pregnancy. Eur Heart J. 2018.
5. American College of Obstetricians and Gynecologists. Gestational Hypertension and Preeclampsia. ACOG Practice Bulletin No. 222. 2020.
6. Fakhouri F. et al. Pregnancy-related thrombotic microangiopathies: clues from complement biology. Transfus Apher Sci. 2016.
7. Arany Z., Elkayam U. Peripartum Cardiomyopathy. Circulation. 2016.
8. Bauersachs J. et al. "Pathophysiology, diagnosis and management of peripartum cardiomyopathy: a position statement from the Heart Failure Association of the European Society of Cardiology Study Group on peripartum cardiomyopathy." Eur J Heart Fail. 2019.

© Имангалиева Ф.К.

DOI 10.46916/29122025-3-978-5-00215-966-6

# ВАКЦИНЫ: ОТ ИСТОКОВ К СОВРЕМЕННЫМ ТЕХНОЛОГИЯМ В БИОМЕДИЦИНЕ

**Исламова Лейля Ахмадовна**
студент
Научный руководитель: **Смирнова Светлана Николаевна**
к.б.н., доцент
Ордена Трудового Красного Знамени
Медицинский институт им. С.И. Георгиевского
ФГАОУ ВО «КФУ им. В.И. Вернадского»

**Аннотация:** в статье рассматривается эволюция вакцинологии от первых исторических попыток профилактики инфекций до разработки высокотехнологичных препаратов. Раскрываются биологические принципы формирования иммунного ответа и механизм действия различных типов вакцин. Особое внимание уделено современным платформам, таким как мРНК- и векторные вакцины, а также их роли в борьбе с пандемией COVID-19. Проанализированы значение вакцинопрофилактики для общественного здоровья, вызовы, связанные с вакцинным скептицизмом, и перспективные направления развития этой области науки.

**Ключевые слова:** вакцинация, иммунитет, история вакцинологии, мРНК-вакцины, общественное здоровье, инфекционные болезни.

# VACCINES: FROM THE ORIGINS TO MODERN TECHNOLOGIES IN BIOMEDICINE

**Islamova Leylya Akhmadovna**
Scientific adviser: **Smirnova Svetlana Nikolaevna**

**Abstract:** the article examines the evolution of vaccinology from the first historical attempts at infection prevention to the development of high-tech drugs. The biological principles of the immune response formation and the mechanism of action of various types of vaccines are revealed. Special attention is paid to modern platforms such as mRNA and vector vaccines, as well as their role in the fight against the COVID-19 pandemic. The importance of vaccine prevention for public

health, the challenges associated with vaccine skepticism, and promising areas of development in this field of science are analyzed.

**Key words:** vaccination, immunity, history of vaccinology, mRNA vaccines, public health, infectious diseases.

**Введение**

Вакцина – это биологический препарат, который укрепляет естественные защитные силы организма, стимулируя иммунную систему распознавать определенные заболевания и бороться с ними, подготавливая ее к борьбе с болезнетворным организмом в будущем. Вакцинация - это процесс введения вакцины, обычно путем инъекции, но также перорально или назально, для повышения иммунитета. По сути, вакцинация – это введение вакцины, в то время как иммунизация – это процесс выработки защиты от заболевания с помощью вакцинации. Это важнейшая мера общественного здравоохранения, которая укрепляет естественные защитные силы организма путем введения ослабленных или неактивных болезнетворных агентов (антигенов), его токсинов или одного из его поверхностных белков, позволяя иммунной системе научиться бороться с реальной инфекцией, не вызывая болезни [1].

Вакцинация может быть направлена на профилактику (предотвращение или смягчение течения будущей болезни, вызванной естественным, "диким" возбудителем) или использоваться в лечебных целях (например, бруцеллезная вакцина для лечения, вакцины против рака, находящиеся в разработке) [2, с. 1-15].

По оценкам Всемирной организации здравоохранения (ВОЗ), ежегодно в мире предотвращается от 2 до 3 миллионов смертей в результате вакцинации детей. Нет сомнений в том, что вакцины как медицинское вмешательство оказали глубокое влияние на контроль заболеваний и улучшение состояния здоровья населения мира [1].

**Актуальность**

В XXI веке, несмотря на беспрецедентный технологический прогресс, инфекционные заболевания остаются одной из ключевых угроз глобальной безопасности в сфере здравоохранения. Пандемия COVID-19 наглядно продемонстрировала уязвимость современного общества перед новыми патогенами и катализировала революцию в вакцинологии, в частности, стремительное внедрение платформенных технологий на основе матричной РНК. Однако параллельно с научным прорывом обострились и старые

проблемы: нарастающее движение вакцинного скептицизма, неравномерный доступ к иммунобиологическим препаратам и возникновение очагов управляемых инфекций в регионах со сниженным охватом прививками [3, с. 1-28].

Глобальные усилия по иммунизации, несомненно, спасли миллионы жизней. По данным Всемирной организации здравоохранения (ВОЗ), за последние 50 лет благодаря вакцинации было спасено по меньшей мере 154 миллиона жизней. Это означает, что на каждую спасенную жизнь приходится примерно 66 лет полноценного здоровья. Несмотря на значительный прогресс, пандемия COVID-19 повлияла на программы плановой иммунизации, в результате чего глобальный охват составил 89% для первой дозы и 84% для последующих доз [1].

Изучение эволюции вакцин — от эмпирической вариоляции до цифрового дизайна мРНК-препаратов — приобретает особую значимость. Оно позволяет не только отдать дань историческим достижениям, спасшим сотни миллионов жизней, но и критически осмыслить современные вызовы. Понимание биологических основ иммунизации, классических и новейших технологических платформ необходимо для формирования научно грамотного общественного диалога, борьбы с дезинформацией и выработки эффективных стратегий профилактики будущих пандемий. Таким образом, данная работа, охватывающая путь вакцин от истоков до современных биотехнологий, актуальна как с фундаментально-научной, так и с социально-практической точки зрения, отвечая на запрос общества на достоверное знание в области одного из самых эффективных инструментов медицины [4, с. 4161-4164].

**Цель:** Проследить историко-научную эволюцию вакцинопрофилактики как ключевого направления биомедицины — от эмпирических истоков до разработки платформенных технологий XXI века — и комплексно проанализировать ее роль в формировании современной системы глобального общественного здоровья.

**Задачи:**

1. Изучить эволюцию вакцинации – начиная с ранних попыток и заканчивая современным научным подходом.
2. Раскрыть фундаментальные принципы иммунного ответа, возникающего после применения вакцин.
3. Классифицировать ведущие технологии производства вакцин, охватывающие традиционные методы и современные инновации (например, мРНК и векторные препараты).

4. Определить значимость вакцинации для поддержания здоровья населения, учитывая успехи, существующие проблемы и моральные вопросы.

5. Обнаружить наиболее вероятные области прогресса и тенденции в создании вакцин завтрашнего дня.

Чтобы понять, каким образом вакцинам удаётся предотвращать заболевания, не вызывая саму болезнь, необходимо обратиться к фундаментальным принципам работы иммунной системы.

Иммунитет - это способность организма сопротивляться заболеванию или быть защищенным от него. Это сложная система клеток, тканей и органов, которые работают сообща для защиты от патогенов, таких как бактерии, вирусы и другие вредные вещества. Иммунная система распознает, атакует и устраняет чужеродные вещества (антигены), которые могут вызвать заболевание [5, с. 1-12].

Иммунитет традиционно классифицируют на три основных типа, различающихся по механизму формирования, скорости реагирования и продолжительности защиты.

1. Врождённый (естественный, неспецифический) иммунитет

Это эволюционно древняя, универсальная система защиты, присутствующая с рождения. Она обеспечивает быструю, но общую (неспецифическую) реакцию на любые патогены. Его основу составляют: кожа и слизистые оболочки, желудочный сок, лизоцим, антимикробные пептиды, фагоциты (нейтрофилы, макрофаги), которые поглощают и уничтожают чужеродные агенты, а также натуральные киллеры (NK-клетки) [5, с. 13-35].

2. Приобретённый активный (адаптивный, специфический) иммунитет

Эта высокоспециализированная система формируется в течение жизни в ответ на конкретный антиген. Она характеризуется длительной защитой и иммунологической памятью. Ключевые исполнители — лимфоциты: В-лимфоциты продуцируют специфические антитела (иммуноглобулины), которые связывают и нейтрализуют возбудителя. Т-лимфоциты выполняют разные функции: цитотоксические Т-клетки уничтожают инфицированные клетки, а Т-хелперы координируют иммунный ответ [5, с. 169-193].

Естественный активный иммунитет: развивается после перенесённого инфекционного заболевания (например, кори или ветряной оспы).

Искусственный активный иммунитет: формируется после введения вакцины, содержащей ослабленный или инактивированный патоген или его фрагменты [5, с. 195-216].

3. Приобретённый пассивный иммунитет

Это временная форма защиты, при которой готовые антитела передаются организму извне, а не вырабатываются его собственной иммунной системой. Защита возникает быстро, но длится лишь недели или месяцы [5, с. 195-216].

Естественный пассивный иммунитет: антитела передаются от матери плоду через плаценту или младенцу с грудным молоком.

Искусственный пассивный иммунитет: достигается путём введения готовых иммуноглобулинов или сыворотки [5, с. 279-283].

**Состав вакцин**

Вакцины обычно включают активные компоненты, такие как антигены (или их составную часть), и неактивные ингредиенты, такие как консерванты, стабилизаторы и адъюванты. Антигены, которые запускают иммунный ответ, могут быть частями организма, вызывающего заболевание, целым организмом в ослабленной или неактивной форме или генетическим материалом(мРНК или ДНК), который предписывает организму вырабатывать специфические антигены. Неактивные ингредиенты, такие как консерванты, помогают предотвратить заражение, загрязнение вакцины, стабилизаторы поддерживают эффективность вакцины при хранении и транспортировке, а адъюванты усиливают иммунный ответ [2, с. 35-45].

**Классификация вакцин**

1. Живые ослабленные вакцины: Эти вакцины содержат ослабленную версию живого патогена (вируса или бактерии), который все еще может размножаться, но не вызывает заболевания. Обычно они вызывают сильный и длительный иммунный ответ, часто всего за одну или две дозы. Однако они могут не подходить людям с ослабленной иммунной системой. В качестве примеров можно привести вакцины против краснухи (MMR) и ветряной оспы [2, с. 35-45].

2. Инактивированные вакцины: В этих вакцинах используется убитая версия возбудителя, что делает их неспособными к размножению. Хотя они в целом безопаснее живых вакцин, для достижения адекватной защиты часто требуется многократное введение. В качестве примеров можно привести инактивированную вакцину против полиомиелита и некоторые противогриппозные вакцины [2, с. 35-45].

3. Субъединичные, рекомбинантные, полисахаридные и конъюгированные вакцины: Эти вакцины воздействуют на определенные части или компоненты возбудителя, а не на организм в целом. В субъединичных

вакцинах используются очищенные белки или другие фрагменты возбудителя. В рекомбинантных вакцинах используются антигены, вырабатываемые генетически модифицированными микроорганизмами. В полисахаридных вакцинах используются молекулы сахара из внешнего слоя возбудителя. Конъюгированные вакцины связывают полисахарид с белком, улучшая иммунный ответ у маленьких детей. Примерами могут служить вакцины против гепатита В, ВПЧ и некоторые пневмококковые вакцины [2, с. 35-45].

4. Анатоксиновые вакцины: В этих вакцинах для повышения иммунитета используются инактивированные токсины, вырабатываемые бактериями, а не сами бактерии. В качестве примеров можно привести вакцины против столбняка и дифтерии [2, с. 35-45].

5. мРНК- и вирусно-векторные вакцины: Это новейшие технологии создания вакцин, которые используют генетический материал (мРНК или ДНК), чтобы заставить клетки организма вырабатывать специфические антигены. Вакцины на основе мРНК передают инструкции клетке для выработки специфического вирусного белка, в то время как вакцины на основе вирусных векторов используют безвредный вирус для доставки генетического материала. В качестве примеров можно привести некоторые вакцины против COVID-19 [3, с. 1-28].

**Механизм действия вакцин. Иммунный ответ на вакцинацию (развитие антител, клеточный иммунитет)**

Вакцины оказывают свое действие на микробиологическом уровне, вызывая иммунный ответ, который защищает от будущего заражения специфическими патогенами. Они действуют путем введения в организм ослабленной или неактивной формы вируса или бактерии (или их частей), побуждая иммунную систему вырабатывать антитела и иммунную память против этого специфического патогена. Эта иммунологическая память позволяет организму быстро распознавать и нейтрализовать патоген при повторной встрече, предотвращая или уменьшая тяжесть последующих инфекций [2, с. 16-34].

1. Вакцины содержат антигены, представляющие собой молекулы (часто белки или полисахариды), которые распознаются иммунной системой как чужеродные. Эти антигены могут быть получены из самого возбудителя (например, ослабленного вируса или бактерии) или из специфических компонентов возбудителя [5, с. 169-193].

2. При введении вакцины иммунная система подвергается воздействию этих антигенов. Иммунная система распознает антигены как чужеродные и инициирует иммунный ответ, который включает в себя:

Выработка антител: Специализированные белые кровяные тельца, называемые В-лимфоцитами, вырабатывают антитела, которые связываются с антигенами, нейтрализуя патоген и предотвращая его инфицирование клеток.

Клеточный иммунитет: Другие белые кровяные тельца, называемые Т-лимфоцитами, активируются и могут непосредственно уничтожать инфицированные клетки или помогать координировать иммунный ответ [5, с. 195-216].

3. Иммунная система также вырабатывает клетки памяти (как В-, так и Т-клетки), которые могут быстро распознавать патоген и реагировать на него в случае повторной встречи с ним в будущем. Эта иммунологическая память обеспечивает быструю и эффективную реакцию во время реальной инфекции, предотвращая или уменьшая тяжесть заболевания [5, с. 279-283].

4. Недавние исследования показывают, что микробиота кишечника (сообщество микроорганизмов в кишечнике) также может влиять на реакцию организма на вакцины. Некоторые исследования показывают, что здоровый микробиом кишечника, богатый полезными бактериями, может усиливать иммунный ответ на вакцины [6, с. 1-15].

5. Вакцины могут косвенно способствовать снижению устойчивости к противомикробным препаратам (УПП), предотвращая инфекции, что, в свою очередь, снижает потребность в лечении антибиотиками. Снижая частоту инфекций, вакцины могут также снижать избирательное давление на бактерии, способствующее развитию устойчивости к антибиотикам. По сути, вакцины стимулируют иммунную систему распознавать специфические патогены и бороться с ними, обеспечивая тем самым защиту от инфекционных заболеваний. Этот эффект проявляется на микробиологическом уровне, влияя на взаимодействие между патогеном и иммунной системой хозяина [2, с. 16-34].

**Как все начиналось**

Уже в древности было замечено, что некоторые болезни не повторяются. В прошлом к ним относилась оспа. Больные проявляли специфические кожные высыпания – пузырьки, наполненные гноем. Заболевание отличалось высокой летальностью, по некоторым сведениям, уносило до 40% пациентов. Те, кому удавалось выжить, навсегда оставались с рубцами, покрывающими все тело, включая лицо. Эти люди, обладавшие

иммунитетом к оспе, даже во время эпидемий, работали в больницах, ухаживая за заболевшими без риска для себя. Оспины можно было встретить среди людей всех социальных слоев – от простого народа до представителей знати. Первые попытки предотвратить заболевание оспой появились на Востоке, предположительно в Индии или Китае, еще в первом тысячелетии. Тогда применяли вдыхание порошка от струпьев больных или вводили содержимое пузырьков в уши, а также использовали нити, смоченные гноем, для нанесения на кожу. Со временем метод усовершенствовался и получил название вариоляция. Она заключалась в преднамеренном заражении здорового человека оспой с помощью прокола кожи ножом, смазанным оспенным гноем [7, с. 95-110].

Эта техника распространилась в Европу благодаря леди Монтак, которая провела вариоляцию своему ребенку. Позже, процедуре подверглась сама Екатерина II, ее семья и окружение. Однако процедура была небезопасной: около 2% зараженных заболевали в тяжелой форме и умирали, что требовало поиска более безопасной альтернативы [7, с. 95-110].

Первая вакцина, разработанная против натуральной оспы, стала поворотным моментом в истории общественного здравоохранения. Британский врач Эдвард Дженнер в 1796 году продемонстрировал, что прививка от коровьей оспы, родственного, но более легкого заболевания, может защитить от смертельной натуральной оспы. Этот прорыв, хотя и не был первым случаем прививки, был первым, который был научно протестирован и доказал свою эффективность, заложив основу для современной вакцинологии [8, с. 21-25].

Дженнер заметил, что доярки, которые заболели коровьей оспой, болезнью, которая вызывает поражения, сходные с натуральной оспой, но протекающие гораздо легче, казались защищенными от натуральной оспы. Ключевой эксперимент Дженнера заключался в прививке 8-летнему мальчику Джеймсу Фиппсу вещества от коровьей оспы. Фиппс перенес легкое заболевание, но выздоровел, и, что немаловажно, затем было обнаружено, что он устойчив к натуральной оспе. Работа Дженнера продемонстрировала принцип вакцинации, при котором родственный, но более мягкий патоген используется для создания иммунитета против более опасного. Это была революционная концепция, которая с тех пор применяется для лечения многих других заболеваний. Вакцинация против натуральной оспы сыграла решающую роль в окончательном искоренении натуральной оспы, болезни,

которая веками мучила человечество. В 1980 году было официально объявлено о ликвидации натуральной оспы [7, с. 95-135].

**Второй этап развития технологии**

Развитие вакцин нового типа тесно связано с открытиями Луи Пастера и Роберта Коха. Благодаря Пастеру появилась технология использования плотной среды для размножения чистых культур микроорганизмов, то есть популяций бактерий, произошедших от единого предка. А Кох идентифицировал причину туберкулёза и углубил понимание микробиологической природы инфекций. Суть этой теории заключается в том, что каждое заболевание вызвано конкретным видом микробов, если выполняются четыре условия: этот организм присутствует у пациентов и отсутствует у здоровых людей, он способен к изолированному росту в лаборатории, вызывает болезнь при искусственном заражении здорового организма и снова обнаруживается у этого пациента после заражения. Туберкулёз можно предотвратить, используя штамм микобактерии bovis (M. Bovis). Хотя эта вакцина отличается от препарата против коровьей оспы, который как правило безопасен, использование M. Bovis может быть рискованным. К счастью, был найден более безопасный вариант, благодаря работе доктора Кальметта и врача Герена. Они проводили культивацию M. Bovis на протяжении тринадцати лет, пока он не утратил патогенность. Полученный микроорганизм назвали бациллой Кальметта-Герена (БЦЖ) [7, с. 135-155].

**Описание некоторых видов вакцин:**

1. Вакцина против гриппа, также известная как гриппозная вакцина, представляет собой ежегодную вакцинацию, предназначенную для защиты от наиболее распространенных штаммов вируса гриппа, которые, как ожидается, будут циркулировать каждый год. Вакцина заставляет вашу иммунную систему вырабатывать антитела, которые борются с вирусом гриппа. После вакцинации выработка этих антител занимает около двух недель. Вирусы гриппа меняются из года в год, поэтому требуются обновленные вакцины, соответствующие циркулирующим штаммам. Вакцина против гриппа, как правило, безопасна, при этом часто наблюдаются незначительные побочные эффекты, такие как болезненность в месте инъекции [9, с 4-10].

2. Противокоревая вакцина, обычно вводимая в составе вакцины, является высокоэффективным средством профилактики коревой инфекции. Она рекомендуется для плановой иммунизации детей и взрослых в определенных ситуациях. Вакцина вводится в два приема. Вакцина MMR - это живая аттенуированная вакцина. Она была тщательно изучена и доказала

свою безопасность. Она вводится путем инъекции, обычно в предплечье. Вакцина может обеспечить некоторую защиту, если ее ввести в течение нескольких дней после заражения корью [10, с. 28-35].

3. Вакцина против полиомиелита - это вакцина, используемая для профилактики полиомиелита, заболевания, вызываемого полиовирусом. Существует два основных типа вакцин: инактивированная полиовакцина (ИПВ), которая вводится инъекционно, и пероральная полиовакцина (ОПВ), которая вводится перорально. Обе вакцины высокоэффективны в профилактике полиомиелита, и ВОЗ рекомендует всем детям пройти полную вакцинацию. Разработка вакцины против полиомиелита Джонасом Солком в 1955 году стала крупным прорывом в области общественного здравоохранения. Широкое применение вакцины привело к почти полной ликвидации полиомиелита во многих частях мира [2, с. 1272-1283].

4. Вакцины против вируса папилломы человека (ВПЧ) предназначены для защиты от инфекций, вызываемых определенными типами ВПЧ, которые могут вызывать различные виды рака и остроконечные кондиломы. Вакцины наиболее эффективны, если их вводить до потенциального заражения ВПЧ, как правило, в подростковом возрасте. Вакцины против ВПЧ стимулируют организм вырабатывать антитела, которые защищают от определенных типов ВПЧ. Для лиц, которые начинают курс лечения до достижения ими 15-летнего возраста, обычно рекомендуются две дозы, причем вторая доза вводится через 6-12 месяцев после первой. Для тех, кто начинает вакцинацию в возрасте 15 лет и старше, а также для лиц с определенными нарушениями иммунитета, обычно рекомендуется трехразовая схема введения. Вакцины против ВПЧ считаются безопасными и эффективными. Защита от вакцины является долговременной, и исследования показывают, что высокий уровень защиты сохраняется в течение как минимум 12 лет [11, с. 4007-4011].

5. Вакцины против COVID-19 разрабатывались и внедрялись с упором на безопасность и эффективность. Несмотря на то, что они разрабатывались быстро, были приняты все меры для обеспечения их безопасности и эффективности. Исследования показывают, что они обеспечивают надежную защиту от тяжелых заболеваний, госпитализации и смерти. Однако эффективность вакцины против симптоматической инфекции со временем может снижаться, что требует повторных прививок [12, с. 1562-1565].

Эффективность вакцины обычно измеряется с помощью наблюдательных исследований, в ходе которых анализируются данные о вакцинированном населении для оценки реальной защиты. Вакцины против

COVID-19 прошли тщательные испытания на безопасность, и миллионы людей по всему миру получили их [13, с. 2603-2615].

**Обзор современных вакцин**

В современных вакцинах используются различные технологии, включая мРНК, вирусные векторы и субъединичные вакцины, для обеспечения надежной и безопасной защиты от инфекционных заболеваний. Вакцины на основе мРНК, примером которых являются вакцины против COVID-19, продемонстрировали значительный успех благодаря своей скорости разработки и способности вызывать сильные иммунные реакции. Вирусные векторные вакцины используют безвредные вирусы для доставки генетического материала патогена-мишени, в то время как субъединичные вакцины используют специфические белковые компоненты патогена для запуска иммунитета [3, с. 1-28].

1. Вакцины на основе мРНК. Вакцины на основе мРНК доставляют генетические инструкции (мРНК) клеткам, предписывая им вырабатывать определенный вирусный белок. Этот белок запускает иммунный ответ, защищающий от самого вируса. Вакцины на основе мРНК могут быть разработаны и изготовлены быстро, что делает их пригодными для лечения новых инфекционных заболеваний, таких как COVID-19. Они также обладают высокой эффективностью и могут производиться с минимальными затратами. Примеры: Вакцины Pfizer-BioNTech и Moderna против COVID-19 основаны на мРНК. мРНК-вакцины произвели революцию в ответе на COVID-19 и сохраняют перспективы после пандемии. Их адаптивность обеспечивает быструю разработку, что делает их идеальными для новых вариантов и новых заболеваний. Технология мРНК также изучается для иммунотерапии рака и терапии на основе мРНК. Вакцины мРНК, революционный прорыв в иммунологии, используют мРНК-мессенджер для того, чтобы дать клеткам команду производить белки, которые запускают иммунный ответ. В отличие от традиционных вакцин, вакцины мРНК не используют живые вирусы, что обеспечивает быстрое развитие и адаптацию, как это было показано в пандемии COVID-19 [3, с. 1-28].

Быстрое развитие вакцин мРНК стало монументальным достижением в борьбе с COVID-19. Эти вакцины работают, превращая человеческие клетки в фабрики антигенов, метод, который доказал свою эффективность, но все еще находится в зачаточном состоянии. Текущие исследования сосредоточены на повышении эффективности вакцин мРНК, снижении побочных эффектов и улучшении методов доставки. Инновационные подходы, такие как

использование полимерных наночастиц, изучаются для увеличения грузоподъемности и термостабильности этих вакцин, потенциально устраняя необходимость в сверххолодном хранении. Этот прогресс представляет собой значительный шаг вперед в технологии вакцин, направленный на то, чтобы сделать вакцины мРНК более доступными и эффективными против более широкого спектра заболеваний [2, с. 122-126].

2. Вакцины против вирусных переносчиков. В этих вакцинах используется модифицированный безвредный вирус (переносчик) для переноса генетического материала от патогена-мишени в организм. Переносчик доставляет генетический материал, побуждая организм вырабатывать целевой белок и вырабатывать иммунитет. Вакцины на основе вирусных переносчиков имеют проверенную репутацию и могут быть эффективны в стимулировании сильных иммунных реакций. Примеры: В вакцине Johnson & Johnson COVID-19 используется вирусный переносчик [2, с. 35-45].

3. Субъединичные вакцины. Субъединичные вакцины содержат очищенные фрагменты патогена-мишени (белки, полисахариды и т.д.), которые стимулируют иммунную систему. Они не содержат живых или ослабленных патогенов, что делает их очень безопасными. Преимущества: Субъединичные вакцины обладают высокой специфичностью и в целом считаются очень безопасными. Примеры: Многие вакцины против гриппа, гепатита В и ВПЧ основаны на субъединицах [14, с. 273-306].

4. Инактивированные или убитые вакцины. Эти вакцины содержат целые патогенные микроорганизмы, которые были инактивированы или убиты, что делает их неспособными к размножению в организме.

5. Живые аттенуированные вакцины: Эти вакцины содержат ослабленные версии патогена, которые могут размножаться, но не вызывают заболевания у здоровых людей [14, с. 273-306].

**Инновационные системы доставки вакцин**

Инновационные системы доставки вакцин меняют доступность и эффективность иммунизации. Например, микрочиповые пластыри небольшие, безболезненные и простые в применении, расширяя охват вакциной, особенно в отдаленных или ограниченных по ресурсам районах. Мукозальные вакцины, нацеленные на дыхательные или желудочно-кишечные тракты, обещают усилить иммунные реакции в точках проникновения патогенов. Кроме того, системы доставки на основе кожи, такие как микрочиповые пластыри высокой плотности, нацелены на эффективное воздействие на иммунные клетки с

минимальным дискомфортом. Эти достижения знаменуют собой переход к более удобным для пациента, доступным и эффективным методам вакцинации, имеющим решающее значение для глобального здравоохранения [14, с. 273-306].

Введение вакцины без иглы, примером чего является технология HD-MAP, обеспечивает значительный прогресс в доставке вакцины. Этот подход включает в себя пластырь, наклеиваемый на кожу, который доставляет вакцину через микровыступы. Этот метод не только улучшает доступ вакцины к иммунной системе, но и требует меньшего количества, что имеет решающее значение во время пандемий. Технология HD-MAP показала многообещающие результаты в клинических испытаниях и достаточно универсальна для использования с различными типами вакцин. Ее потенциал для содействия масштабным кампаниям по иммунизации, особенно в условиях пандемии, невозможно переоценить [14, с. 273-306].

**Вакцинный скептицизм**

Вакцины – это безопасный и эффективный способ защиты от серьезных заболеваний, но некоторые люди беспокоятся о возможных побочных эффектах и мифах, связанных с ними. Возможные побочные эффекты: болезненность, покраснение или припухлость в месте инъекции; легкая лихорадка; усталость; головная боль; боли в мышцах. Менее распространенные, но более серьезные реакции: аллергические реакции (очень редкие). Преимущества вакцинации намного перевешивают риски потенциальных побочных эффектов.

В 1998 году была опубликована статья Эндрю Уэйкфилда, утверждавшая о связи комбинированной вакцины от кори, краснухи и паротита с аутизмом. Статья была впоследствии дискредитирована, а лицензия автора аннулирована, но дезинформация продолжает распространяться. Многие люди по-прежнему отказываются от прививок, сомневаясь в их безопасности. Вакцины окружены несколькими распространенными мифами, в том числе о том, что они вызывают аутизм, содержат вредные токсины, ослабляют иммунную систему или не нужны из-за редкости заболеваний, которые они предотвращают. Эти утверждения не подкреплены научными доказательствами [4, с. 4161-4164].

**Основные принципы вакцинопрофилактики**

Для эффективного сдерживания эпидемий необходимо формирование коллективного иммунитета — доли населения, обладающей антителами к конкретной инфекции, что позволяет остановить ее распространение. Этот

порог варьируется в зависимости от заболевания, но чем выше заразность, тем больший процент людей должен быть иммунизирован [15, с. 737-741].

**Основные соображения в создании вакцин:** эффективность, безопасность, продолжительность защиты, доступность вакцины по цене для всех групп населения, надзор со стороны регулирующих органов.

**Направления на будущее:** поддержание высокого уровня охвата вакцинацией, персонализированные вакцины, адаптация вакцин к индивидуальным генетическим профилям для оптимизации эффективности и уменьшения побочных эффектов, разработка вакцин, которые обеспечивают широкую защиту от нескольких штаммов патогена, изучение новых способов доставки вакцин, например, через кожу или носовые ходы, укрепление программ иммунизации [16, с. 45-62].

Каждая страна самостоятельно определяет стратегию вакцинации. В одних странах гражданам предоставляется право выбора, и акцент делается на информирование населения. В других вакцинация является обязательной, а отказ от нее влечет за собой последствия, такие как ограничения в трудоустройстве или штрафы [17, с. 1-30].

**Значение вакцин для общественного здоровья**

Вакцины имеют решающее значение для общественного здравоохранения, поскольку они защищают отдельных людей и сообщества от болезней, которые можно предотвратить, снижая заболеваемость, инвалидность и смертность [9, с. 4-10].

Они также способствуют формированию коллективного иммунитета, который защищает уязвимые группы населения, которые не могут быть вакцинированы, и даже может помочь в борьбе с устойчивостью к противомикробным препаратам [10, с. 28-34].

Кроме того, вакцины сыграли важную роль в искоренении разрушительных заболеваний. Ключевыми достижениями являются искоренение натуральной оспы, близкая ликвидация полиомиелита и значительное снижение заболеваемости корью, краснухой и гемофильной палочкой типа в (Hib) [2, с. 1-15].

В целом вакцинация стала огромным достижением в области общественного здравоохранения, и необходимы дальнейшие усилия для закрепления этих успехов и решения остающихся проблем, чтобы обеспечить более здоровое будущее для всех [1].

**Выводы:**

Эволюция вакцинологии от исторических практик до современных биотехнологий демонстрирует триумф научного метода. Сегодня такие платформы, как мРНК, обеспечивают быструю разработку эффективных препаратов, что было подтверждено в ходе пандемии COVID-19. Ключевым социальным эффектом вакцинации остается формирование коллективного иммунитета, необходимого для защиты всего общества. Вакцины ежегодно предотвращают миллионы смертей [4, с. 4160-4165].

Основными вызовами сейчас являются не технологические барьеры, а проблемы доверия, дезинформации и неравенства в доступе к вакцинам. Перспективы развития связаны с созданием универсальных вакцин, инновационных методов доставки и персонализированных подходов [14, с. 273-306].

Таким образом, вакцинация — это мощный инструмент общественного здоровья, чья эффективность зависит как от научного прогресса, так и от социальной солидарности и рационального доверия к доказательной медицине.

## Список литературы

1. Vaccines and immunization: What is vaccination? // World Health Organization (WHO). — 2024. — URL: https://www.who.int/news-room/questions-and-answers/item/vaccines-and-immunization-what-is-vaccination (дата обращения: 10.12.2024).

2. Plotkin, S. A. Vaccines / S. A. Plotkin, W. A. Orenstein, P. A. Offit, K. M. Edwards. — 7th ed. — Philadelphia : Elsevier, 2017. — 1628 p. — ISBN 978-0-323-35761-8.

3. Verbeke, R. The Dawn of mRNA Vaccines: The COVID-19 Case / R. Verbeke, I. Lentacker, S. C. De Smedt, H. Dewitte // Annual Review of Materials Research. — 2022. — Vol. 52. — P. 1–28. — DOI: 10.1146/annurev-matsci-080819-125510.

4. MacDonald, N. E. Vaccine hesitancy: Definition, scope and determinants / N. E. MacDonald, & SAGE Working Group on Vaccine Hesitancy // Vaccine. — 2015. — Vol. 33, Iss. 34. — P. 4161–4164.

5. Аббас, А. К. Клеточная и молекулярная иммунология : учебник для медицинских вузов / А. К. Аббас, Э. Х. Лихтман, Ш. Пиллаи ; пер. с англ. под

ред. В. Л. Быкова, Ю. С. Серова, А. А. Ярилина. — 9-е изд. — Москва : ГЭОТАР-Медиа, 2020. — 760 с. : ил. — Пер. изд.: Cellular and Molecular Immunology / Abbas A. K., Lichtman A. H., Pillai S. — 9th ed. — ISBN 978-5-9704-5527-3.

6. Lynn, D. J. Modulation of immune responses to vaccination by the microbiota: implications and potential mechanisms / D. J. Lynn, S. C. Benson, M. A. Lynn, B. Pulendran // Nature Reviews Immunology. — 2021. — Vol. 21. — P. 1–15.

7. Silverstein, A. M. A History of Immunology / A. M. Silverstein. — 2nd ed. — London : Academic Press, 2009. — 498 p. — ISBN 978-0-08-091946-1.

8. Riedel, S. Edward Jenner and the History of Smallpox and Vaccination / S. Riedel // Proceedings (Baylor University Medical Center). — 2005. — Vol. 18, No. 1. — P. 21–25.

9. Брико, Н. И. Иммунопрофилактика инфекционных болезней в России: состояние и перспективы совершенствования / Н. И. Брико, И. В. Фельдблюм // Эпидемиология и вакцинопрофилактика. — 2017. — Т. 6, № 2 (93). — С. 4–10.

10. Брико, Н. И. Проект национального календаря профилактических прививок взрослого населения в России / Н. И. Брико, И. В. Фельдблюм, М. Х. Алыева [и др.] // Профилактическая медицина. — 2018. — Т. 21, № 5. — С. 28–34. — DOI: https://doi.org/10.17116/profmed20182105128.

11. Frazer, I. H. Development and implementation of papillomavirus prophylactic vaccines / I. H. Frazer // Journal of Immunology. — 2014. — Vol. 192, No. 9. — P. 4007–4011. — DOI: 10.4049/jimmunol.1490012

12. Blumenthal, K. G. Acute Allergic Reactions to mRNA COVID-19 Vaccines / K. G. Blumenthal, L. B. Robinson, C. A. Camargo Jr. [et al.] // JAMA. — 2021. — Vol. 325, No. 15. — P. 1562–1565. — DOI: 10.1001/jama.2021.3976. — URL: https://jamanetwork.com/journals/jama/fullarticle/2777417 (дата обращения: 10.12.2024).

13. Polack, F. P. Safety and Efficacy of the BNT162b2 mRNA Covid-19 Vaccine / F. P. Polack, S. J. Thomas, N. Kitchin [et al.] // New England Journal of Medicine. — 2020. — Vol. 383. — P. 2603–2615.

14. Shetty, S. Next-Generation Vaccine Development with Nanomaterials: Recent Advances, Possibilities, and Challenges / S. Shetty, P. C. Alvarado, D. Pettie, J. H. Collier // Annual Review of Biomedical Engineering. — 2024. — Vol. 26, Iss. 1. — P. 273–306. — DOI: 10.1146/annurev-bioeng-110122-124359.

15. Randolph, H. E. Herd immunity: understanding COVID-19 / H. E. Randolph, L. B. Barreiro // Immunity. — 2020. — Vol. 52, Iss. 5. — P. 737–741.

16. Morrow, W. J. W. Yancey's Vaccinology: Principles and Practice / W. J. W. Morrow, N. A. Sheikh, C. S. Schmidt, D. H. Davies ; ed. by W. J. W. Morrow [et al.]. — 1st ed. — [S. l.] : Elsevier, 2024. — 650 p. : ill. — ISBN 978-0-443-18732-9.

17. Amanna, I. J. Successful Vaccines / I. J. Amanna, M. K. Slifka // Vaccination Strategies Against Highly Variable Pathogens / ed. by L. Hangartner, D. R. Burton. — Berlin, Heidelberg : Springer, 2018. — (Current Topics in Microbiology and Immunology ; vol. 428). — P. 1–30. — DOI: 10.1007/82_2018_102. — ISBN 978-3-030-58003-2.

© Исламова Л.А.

# ОКР: АКТУАЛЬНОСТЬ И ЗНАЧИМОСТЬ В СОВРЕМЕННОМ ОБЩЕСТВЕ С ТОЧКИ ЗРЕНИЯ ПСИХОФИЗИОЛОГИИ И УЧАСТИЯ ЦЕНТРАЛЬНОЙ НЕРВНОЙ СИСТЕМЫ

**Колбанова Екатерина Сергеевна**
**Орлова Анастасия Николаевна**
**Сахаровская Яна Юльевна**
студенты 2 курса
Стоматологический факультет
Кемеровский государственный медицинский
университет Минздрава России
Научный руководитель: **Кувшинов Дмитрий Юрьевич**
д.м.н., заведующий кафедры «Нормальной физиологии
имени профессора Н.А. Барбараш»
Кемеровский государственный медицинский
университет Минздрава России

**Аннотация:** статья посвящена рассмотрению обсессивно-компульсивного расстройства (ОКР) как значимой медико-социальной проблемы в условиях современного общества. Особое внимание уделяется психофизиологическим основам расстройства и ключевой роли дисфункции центральной нервной системы в его патогенезе.

**Ключевые слова:** обсессивно-компульсивное расстройство, психофизиология, центральная нервная система, нейробиология, обсессии, компульсии.

# OBSESSIVE-COMPULSIVE DISORDER: RELEVANCE AND SIGNIFICANCE IN MODERN SOCIETY FROM THE PERSPECTIVE OF PSYCHOPHYSIOLOGY AND THE INVOLVEMENT OF THE CENTRAL NERVOUS SYSTEM

**Kolbanova Ekaterina Sergeevna**
**Orlova Anastasia Nikolaevna**
**Sakharovskaya Yana Yulievna**
Scientific adviser: **Kuvshinov Dmitry Yurievich**

**Abstract:** The article is devoted to the consideration of obsessive-compulsive disorder (OCD) as a significant medical and social problem in the context of modern society. Special attention is paid to the psychophysiological foundations of the disorder and the key role of central nervous system dysfunction in its pathogenesis.

**Key words:** obsessive-compulsive disorder, psychophysiology, central nervous system, neurobiology, obsessions, compulsions.

**Актуальность работы:** В современном обществе, характеризующемся высокой скоростью жизни, информационной перегрузкой и возрастающими требованиями к контролю и безопасности, проблемы психического здоровья выходят на первый план. Подобно тому, как физическая культура является «неотъемлемой частью жизни общества», влияя на образ жизни и ценности [1, с. 356], психическое благополучие определяет социальную адаптацию и качество жизни индивида. Обсессивно-компульсивное расстройство (ОКР) представляет собой хроническое и инвалидизирующее состояние, которое, по данным ВОЗ, входит в десятку ведущих причин нетрудоспособности. Его распространенность достигает 1-3% населения, что подчеркивает масштаб проблемы. В условиях, когда общество сталкивается с «резким снижением двигательной активности» и ростом стрессогенных факторов [3, с. 82], изучение нейрофизиологических основ тревожных расстройств, в частности ОКР, становится особенно важным для разработки эффективных стратегий профилактики и лечения.

**Цель работы** – проанализировать социальную значимость обсессивно-компульсивного расстройства и рассмотреть его патогенез с позиций психофизиологии, уделив особое внимание роли центральной нервной системы.

**Задачи работы:**

1. Оценить актуальность ОКР как проблемы современного социума.
2. Рассмотреть психофизиологические модели и механизмы формирования ОКР.
3. Проанализировать участие и влияние структур центральной нервной системы в развитии и поддержании обсессивно-компульсивной симптоматики.
4. Сформировать обобщающее заключение по теме исследования.

**ОКР в контексте современного общества: социальная значимость**

ОКР оказывает глубокое деструктивное влияние на все сферы жизни человека: профессиональную, социальную, семейную. Стигматизация психических расстройств часто приводит к позднему обращению за помощью и хронификации состояния [5, с. 138]. Обсессии (навязчивые, тревожащие мысли, образы или импульсы) и компульсии (повторяющиеся действия или психические акты, направленные на снижение тревоги) могут занимать многие часы в день, значительно снижая продуктивность. В контексте воспитания личности, где важную роль играет самовоспитание как «активная творческая деятельность» по совершенствованию качеств и борьбе с недостатками [2, с. 193], при ОКР эта деятельность искажается, превращаясь в изнурительную и бессмысленную борьбу с собственным мышлением. Таким образом, ОКР является не только медицинской, но и важной социально-экономической проблемой.

**Психофизиология ОКР и центральная нервная система**

Современные исследования однозначно указывают на биологическую основу ОКР, где ключевую роль играет дисфункция определенных нейронных контуров головного мозга.

1. ОКР как модель дисфункции корково-стриато-таламо-корковой петли (CSTC): Современные нейровизуализационные исследования (фМРТ, ПЭТ) однозначно указывают на центральную роль дисфункции корково-стриато-таламо-корковой петли (CSTC) в патогенезе ОКР. В норме эта замкнутая нейронная цепь выполняет критическую функцию «когнитивного фильтра», обеспечивая плавный переход от намерения к действию, подавление автоматических побуждений и завершение поведенческих актов.

· Орбитофронтальная кора (OFC) как «детектор ошибок»: При ОКР наблюдается ее гиперактивность. В условиях информационного шума и социальных требований OFC начинает генерировать непрерывные сигналы о потенциальной угрозе, ошибке или несовершенстве («руки грязные», «дверь не заперта», «мысль опасна»).

· Стриатум (хвостатое ядро) как «сломанный фильтр»: Гипофункция стриатума приводит к неспособности отфильтровать и подавить эти навязчивые сигналы от OFC. Нерелевантные мысли и побуждения проходят на следующий уровень обработки.

· Таламус как «усилитель»: Получая неугашенные сигналы, таламус возвращает их обратно в префронтальную кору, замыкая патологическую

петлю. Это создает нейрофизиологический субстрат обсессий — ощущение непреходящей тревоги и незавершенности.

2. Нейрохимические нарушения: патогенез ОКР с психофизиологической точки зрения представляет собой системный нейрохимический дисбаланс, затрагивающий ключевые медиаторные системы мозга:

1) Серотонинергическая недостаточность — центральное звено патогенеза. Снижение тонуса серотонина (5-НТ) в структурах CSTC-петли ослабляет её естественное тормозное влияние, что напрямую приводит к:

Гиперактивности орбитофронтальной коры (OFC) как «детектора ошибок»

Неэффективности фильтрующей функции стриатума

2) Дофаминергическая дисрегуляция преимущественно в вентральном стриатуме создаёт основу для компульсивного поведения. Относительная гиперактивность дофаминовой системы способствует:

Патологическому закреплению ритуальных действий через механизмы отрицательного подкрепления

Формированию ригидных, стереотипных поведенческих паттернов

3) Глутаматергическая дисфункция нарушает баланс между возбуждением и торможением в CSTC-петле, способствуя:

Гипервозбудимости нейронных цепей

Патологическому «зацикливанию» навязчивых мыслей и действий

Нарушению нормальной нейропластичности [6, с. 319].

3. Влияние на высшие нервные процессы: Дисфункция ЦНС при ОКР напрямую влияет на подвижность нервных процессов [1, с. 228], нарушая базовые принципы высшей нервной деятельности по И.П. Павлову. Вместо гибкости и быстрого переключения формируется патологическая инертность, «застревание» на определенных мыслях и алгоритмах поведения, что связано с образованием устойчивых доминантных очагов возбуждения в лобно-стриарных отделах мозга. Эта нейродинамическая ригидность находит прямое отражение в характерных для ОКР когнитивных искажениях: гипертрофированном чувстве ответственности, непереносимости неопределенности, потребности в идеальном порядке и контроле. Данные искажения можно рассматривать как попытку сознания компенсировать внутренний хаос и ощущение потери контроля, вызванные сбоем в системе фильтрации и оценки информации [4, с. 108].

Таким образом, ЦНС является не пассивным участником, а активным организатором патологического процесса при ОКР. Нарушения в ее структурах и химии создают «почву» для возникновения симптомов, которые затем взаимодействуют с личностными и социальными факторами.

**Заключение**

В ходе работы установлено, что обсессивно-компульсивное расстройство представляет собой серьезную и актуальную проблему для современного общества, сопоставимую по значимости с проблемами физического здоровья. Рассмотрение ОКР через призму психофизиологии позволяет понять его как заболевание с четкими нейробиологическими корнями, в основе которого лежит дисфункция ключевых контуров центральной нервной системы (CSTC-петли) нейрохимический дисбаланс [8, с. 73].

Этот подход способствует дестигматизации расстройства, доказывая его биологическую природу, и открывает пути для разработки таргетных методов лечения: от фармакотерапии (СИОЗС) до методов нейромодуляции (ТМС, глубокая стимуляция мозга). Комплексное лечение ОКР, сочетающее биологические методы и психотерапию (КПТ), направлено на восстановление баланса в работе ЦНС и улучшение качества жизни пациентов. Дальнейшее изучение психофизиологии ОКР остается важным направлением для повышения эффективности помощи и социальной адаптации страдающих этим расстройством [7, с. 491].

## Список литературы

1. Анохин П. К. Теория функциональной системы. – М.: Наука, 1975. – 400 с.

2. Белов А. В. Психофизиология человека: Учебник. – М.: Академия, 2010. – 320 с.

3. Данилова Н. Н. Психофизиология: Учебник. – М.: Аспект Пресс, 2004. – 368 с.

4. Ильюченок В. И. Психофизиология: Учебное пособие. – М.: Флинта, 2012. – 256 с.

5. Леонтьев А. Н. Деятельность. Сознание. Личность. – М.: Политиздат, 1975. – 304 с.

6. Лурия А. Р. Основы нейропсихологии. – М.: Академия, 2006. – 384 с.

7. Сеченов И. М. Избранные философские и психологические произведения. – М.: Наука, 1977. – 648 с.

8. Судаков К. В. Системные основы организации поведения и эмоций. – М.: Медицина, 1998. – 320 с.

© Колбанова Е.С., Орлова А.Н.,
Сахаровская Я.Ю.

# ЛЕЧЕНИЕ КАРИЕСА И ВЛИЯНИЕ ЭТОЙ ПРОЦЕДУРЫ НА УРОВЕНЬ СТРЕССА

**Зенкова Наталья Алексеевна**
**Овсянникова Елизавета Викторовна**
студенты
Научный руководитель: **Кувшинов Дмитрий Юрьевич**
доктор медицинских наук, доцент, заведующий кафедрой нормальной физиологии имени профессора Н.А. Барбараша
ФГБОУ ВО «Кемеровский государственный медицинский университет»

**Аннотация:** в статье рассматривается стоматологический стресс как частный случай универсального адаптационного механизма. Анализируются его психофизиологические проявления, ключевые триггеры и динамика развития — от острой до хронической формы. Особое внимание уделено феномену дентофобии. Описано взаимовлияние стресса и анестезиологического пособия. Представлен комплекс современных стратегий коррекции тревожности пациента в стоматологическом кресле, включая информирование, релаксационные техники, седацию и психологическую подготовку. Обоснован вывод о необходимости трансформации стоматологического приёма в комплексную практику, направленную как на устранение патологии, так и на минимизацию психоэмоционального дискомфорта пациента.

**Ключевые слова:** стресс, дентофобия, гормоны стресса, острый и хронический стресс, лечение кариеса, местная анестезия, страх, седация, психофизиологические реакции, кариес, снижение стресса, психоэмоциональное напряжение.

# TREATMENT OF CARIES AND ITS EFFECT ON STRESS LEVEL

**Zenkova Natalia Alekseevna**
**Ovsyannikova Elizaveta Viktorovna**
Scientific adviser: **Kuvshinov Dmitry Yurievich**

**Abstract:** The article discusses dental stress as a specific case of a universal adaptation mechanism. It analyzes its psychophysiological manifestations, key triggers, and development dynamics, from acute to chronic forms. Special attention is given to the phenomenon of dentophobia. The article describes the interplay between stress and anesthesia. It presents a comprehensive set of modern strategies for managing patient anxiety in the dental chair, including education, relaxation techniques, sedation, and psychological preparation. The conclusion is substantiated that it is necessary to transform dental treatment into a comprehensive practice aimed at both eliminating pathology and minimizing the patient's psychoemotional discomfort.

**Key words:** stress, dentophobia, stress hormones, acute and chronic stress, caries treatment, local anesthesia, fear, sedation, psychophysiological reactions, caries, stress reduction.

Стресс представляет собой универсальный адаптационный механизм, запускаемый организмом в ответ на воздействие экстремальных раздражителей, способных нарушить внутреннее равновесие (гомеостаз). Данное состояние характеризуется стереотипными сдвигами в функционировании нейроэндокринной системы. Ярким примером триггера стресса выступает визит к стоматологу, особенно, когда речь идет о таких процедурах, как лечение кариеса. [1, с. 4]

Ожидание стоматологического приема часто сопряжено с выраженным психофизиологическим дискомфортом. Его причины многогранны: это и боязнь боли (даже на фоне применения анестезии), и воспоминания о негативном прошлом опыте. Научные данные подтверждают, что предвосхищение процедуры способно вызывать у пациентов клинически значимую тревогу, ухудшая их субъективное состояние.

Клиническая картина стресс-индуцированной тревоги включает комплекс сомато-вегетативных симптомов: учащенное сердцебиение (тахикардия), рост артериального давления, мышечное напряжение, тремор, повышенную потливость, сухость во рту, головокружение и тошноту. Параллельно наблюдаются сбивчивое дыхание, увеличение сердечного выброса, обострение чувствительности (снижение сенсорных порогов) и общая гиперактивация ЦНС.

**По динамике развития стресса выделяют:**

Влияние стрессовых состояний на здоровье человека варьируется в зависимости от их продолжительности.

Кратковременный (острый) стресс характеризуется внезапным возникновением и интенсивными, но часто быстротечными проявлениями, высшей точкой которых является шоковое состояние. Однако если индивид не может психологически преодолеть шоковую ситуацию и продолжает мысленно возвращаться к травмирующему опыту, острый стресс трансформируется в хроническую форму. Последняя считается более разрушительной для организма.

Хронический стресс способен развиться как следствие острого, так и самостоятельно, под влиянием перманентно действующих факторов. К ним относятся, например, затяжные конфликты в отношениях или хроническая неудовлетворённость жизненными обстоятельствами.

Что касается классификации, стрессовые реакции принято делить на две основные группы: физиологическую (или соматическую, средовую) и психоэмоциональную. Первая группа возникает как ответ на изменения во внешней среде (температура, влажность, гравитация) или прямое негативное воздействие на тело (боль, голод, экстремальные физические нагрузки). В рамках физиологического стресса можно выделить более специфические виды: механический, физический, химический, биологический, а также травматический и посттравматический. [2, с. 16-17]

**Стоматологический стресс и его коррекция**

Интенсивность стресс-реакции во время лечения кариеса является управляемым параметром. Современная стоматология предлагает комплекс мер для нивелирования тревожности: от применения высокоэффективных методов обезболивания (например, компьютерной анестезии) до использования малоинвазивных технологий (лазер, озон), делающих процедуру более комфортной.

Посещение стоматолога продолжает ассоциироваться у большинства людей с негативными переживаниями. Это явление известно как дентофобия (стоматофобия или одонтофобия) — стойкий и интенсивный страх, направленный непосредственно на процесс стоматологического лечения.

Факторы, лежащие в основе данной фобии, можно систематизировать следующим образом:

1. **Личный травматичный опыт.** Негативные ощущения, полученные пациентом во время предыдущих визитов к зубному врачу.

2. **Опыт извне (заражение страхом).** Тревожное отношение формируется под влиянием рассказов или демонстрации страха со стороны друзей и родственников.

3. **Генерализация медицинского стресса.** Неудачный опыт лечения в других сферах медицины проецируется на стоматологию, формируя общий негативный фон.

4. **Влияние информационного поля.** Образ, создаваемый в интернете и СМИ, часто драматизирует фигуру врача, что способствует формированию у пациента искажённых и пугающих стереотипов.

5. **Утрата контроля.** Ключевым триггером страха становится ситуация, когда пациент, находясь в кресле, не может контролировать процесс, что порождает чувство беспомощности и уязвимости.

6. **Экономический аспект.** Значимым фактором является боязнь непредвиденных и высоких финансовых затрат, которые могут превысить ожидаемый бюджет на лечение. [3, с. 1]

**Взаимовлияние стресса и анестезии:**

Физиологические реакции: Стресс-индуцированная активация вегетативной нервной системы (тахикардия, гипертензия) может осложнить процедуру обезболивания и снизить ее эффективность.

Психологические реакции: Высокая тревожность способна спровоцировать паническую атаку, что требует от врача дополнительных навыков коммуникации и управления ситуацией.

Непредсказуемость реакции на анестезию: Эмоциональное напряжение способно модифицировать индивидуальную реакцию на анестетики, делая ее менее предсказуемой [4, с. 9].

**Стратегии управления стрессом в кресле стоматолога:**

1. Принцип информированного согласия: детальное разъяснение этапов лечения и ощущений, которые будет испытывать пациент.

2. Немедикаментозная релаксация: техники контролируемого дыхания, направленной визуализации, использование аудиоочков.

3. Эргономика и атмосфера: комфортабельное кресло, адаптивное освещение, успокаивающий музыкальный фон.

4. Седация: применение ингаляционной (закись азота-кислородной смесь) или внутривенной седации для пациентов с повышенной тревожностью.

5. Психологическая подготовка: в сложных случаях – взаимодействие с клиническим психологом для преодоления дентофобии.

**Биохимия стресса: ключевые медиаторы**

В основе реакции лежит каскад нейроэндокринных процессов. Нейромедиаторы — это химические вещества, которые передают сигналы

между нейронами в нервной системе. Их роль в стрессе заключается в том, что они могут изменять активность нервных сигнальных путей, влияя на настроение, поведение и физиологические процессы.

**Некоторые нейромедиаторы, влияющие на уровень стресса:**

Адреналин: гормон немедленного действия, увеличивающий ЧСС, давление и концентрацию.

Норадреналин: модулятор настроения и внимания, поддерживающий состояние бодрствования и готовности.

Кортизол: «гормон хронического стресса», повышающий уровень глюкозы в крови; его длительно повышенная секреция имеет деструктивные последствия.

Серотонин: «нейромедиатор благополучия», падение уровня которого при стрессе коррелирует с ростом тревожности и снижением настроения.

ГАМК (гамма-аминомасляная кислота): главный тормозной медиатор ЦНС, дефицит которого ведет к повышению нервной возбудимости и тревоге [5, с. 1423-1424].

**Заключение**:

Терапия кариеса в современном понимании – это не только техническое устранение дефекта тканей зуба, но и комплексная работа с психо-эмоциональным состоянием пациента. Активное информирование, применение щадящих методик и создание доверительной атмосферы способны трансформировать восприятие стоматологического визита из источника страха в рутинную процедуру по заботе о здоровье. Осознание пациентом того, что своевременное лечение предотвращает серьезные осложнения, является мощным фактором в снижении долгосрочной тревоги и формировании мотивации к регулярным профилактическим осмотрам.

## Список литературы

1. Стресс и общий адаптационный синдром // Стресс и патология: метод. пособие / ред. Г. В. Порядина. – 2009. – 23 с. – Режим доступа: URL – (Дата обращения: 10.11.2025).

2. Психология стресса и методы его профилактики [Электронный ресурс] : учебно-методическое пособие / В. Р. Бильданова, Г. К. Бисерова, Г. Р. Шагивалеева. – Электрон. дан. – Елабуга : [б. и.], 2015. – 142 с. – Режим доступа: URL. (дата обращения: 24.12.2025). – Загл. с экрана.

3. Маргарян, А. Ш. Дентофобия. Особенности стоматологического приема [Электронный ресурс] / А. Ш. Маргарян // КиберЛенинка. – 2017. – 4 с. – Режим доступа: URL. (дата обращения: 19.12.2025). – Текст : электронный.

4. Физиология стресса [Электронный ресурс] : учебно-метод. пособие / сост. Ш. В. Куулар, У. В. Доржу, С. К. Сарыг. – Электрон. дан. – Кызыл : Изд-во ТувГУ, 2018. – 89 с. – Режим доступа: URL. (дата обращения: 19.12.2025).

5. Ангиров, А. В. Стресс как физиологическая реакция: нейроэндокринные механизмы и его влияние на организм А. В. Ангиров, В. И. Маижиев, А. В. Муева // Вестник науки. – 2024. – № 12 (81), Т. 4. – С. 1420-1426. – УДК 159.9. – Режим доступа: URL. – (Дата обращения: 19.12.2025).

© Зенкова Н.А., Овсянникова Е.В.

DOI 10.46916/29122025-6-978-5-00215-966-6

# ДЫХАТЕЛЬНЫЙ ИНСУЛИН: ПАТОФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ

**Рудык Майя Романовна**
студент 305 группы лечебного факультета
Астраханский государственный медицинский университет
Научный руководитель: **Байменов Ильнур Бауржанович**
ассистент кафедры патологической физиологии
ФГБОУ ВО «Астраханский ГМУ» Минздрава России

**Аннотация:** в статье рассматриваются патофизиологические основы и клинические аспекты применения ингаляционного инсулина при сахарном диабете. Анализируются механизмы доставки инсулина через альвеолярно-капиллярный барьер, преимущества и ограничения метода, а также потенциальные риски, связанные с долгосрочным использованием. Особое внимание уделяется вопросам биодоступности, иммуногенности, влияния на легочную ткань и безопасности у пациентов с сопутствующей патологией дыхательной системы. Статья основана на современных данных и клинических исследованиях.

**Ключевые слова:** ингаляционный инсулин, патофизиология, альвеолярная абсорбция, биодоступность, легочная безопасность, сахарный диабет, Афреза, Экзубера, инсулинотерапия, неинвазивное введение.

# RESPIRATORY INSULIN: PATHOPHYSIOLOGICAL ASPECTS

**Rudyk Maya Romanovna**

**Abstract:** the article discusses the pathophysiological basis and clinical aspects of the use of inhaled insulin in diabetes mellitus. The mechanisms of insulin delivery through the alveolar-capillary barrier, the advantages and limitations of the method, as well as the potential risks associated with long-term use are analyzed. Special attention is paid to the issues of bioavailability, immunogenicity, effects on lung tissue and safety in patients with concomitant pathology of the respiratory system. The article is based on current data and clinical studies.

**Key words:** inhaled insulin, pathophysiology, alveolar absorption, bioavailability, pulmonary safety, diabetes mellitus, Aphresis, Exuberance, insulin therapy, noninvasive administration.

**Введение**

Сахарный диабет представляет собой глобальную медико-социальную проблему, при этом особенно остро стоит вопрос обеспечения эффективной и удобной инсулинотерапии для пациентов с диабетом 1-го типа. Традиционное подкожное введение инсулина, несмотря на свою эффективность, сопряжено с рядом ограничений: развитием липодистрофий, необходимостью многократных инъекций, психологическим дискомфортом и риском инсулинорезистентности. В качестве альтернативы рассматривается ингаляционный путь введения, основанный на уникальных анатомо-физиологических особенностях дыхательной системы.

**Патофизиологические основы ингаляционной доставки инсулина**

Легкие являются перспективным путем системной доставки биологически активных веществ благодаря большой площади альвеолярной поверхности (около 90 м²) и интенсивному кровоснабжению. Молекула инсулина, будучи гидрофильной и подверженной деградации в желудочно-кишечном тракте, при ингаляционном введении минует пищеварительную систему и поступает непосредственно в альвеолы. Здесь инсулин проходит через альвеолярно-капиллярный барьер и попадает в системный кровоток.

Ключевым патофизиологическим аспектом является низкая и вариабельная биодоступность ингаляционного инсулина. Только около 10% от введенной дозы достигает кровотока, остальная часть оседает в ротоглотке или выводится. Это требует тщательного дозирования и ограничивает использование метода для базисной терапии.

**Клинико-фармакологические особенности**

Ингаляционный инсулин характеризуется быстрым началом действия (снижение гликемии отмечается уже через 10–15 минут) и короткой продолжительностью эффекта (до 90–120 минут). Это делает его оптимальным для коррекции постпрандиальной гипергликемии. В настоящее время единственным одобренным препаратом является Afrezza (инсулин Technosphere), который демонстрирует сопоставимую с инъекционными аналогами эффективность и сниженный риск гипогликемии.

**Потенциальные риски и ограничения**

1. Влияние на легочную ткань:

Инсулин обладает митогенными свойствами и может взаимодействовать с рецепторами роста на поверхности альвеолярного эпителия. Теоретически это создает риск стимуляции пролиферации клеток и развития неоплазий. Хотя краткосрочные исследования не подтвердили канцерогенный эффект, долгосрочные данные отсутствуют.

2. Иммуногенность:

При ингаляционном введении отмечается повышение титра антител к инсулину, что может приводить к изменению фармакокинетики и повышению риска отсроченной гипогликемии.

3. Ограничения для отдельных групп пациентов:

Метод не рекомендуется беременным, детям, активным и пассивным курильщикам, а также пациентам с хроническими заболеваниями легких (ХОБЛ, астма), поскольку абсорбция инсулина в поврежденной легочной ткани может быть непредсказуемой.

4. Побочные эффекты:

Наиболее частым нежелательным явлением является кашель, связанный с раздражением дыхательных путей частицами порошка.

**Заключение**

Ингаляционный инсулин представляет собой перспективную альтернативу традиционной инъекционной терапии, особенно для пациентов с фобией инъекций или выраженными липодистрофиями. Однако его применение требует тщательного отбора пациентов, контроля функции легких и обучения правильной технике ингаляции. Дальнейшие долгосрочные исследования необходимы для окончательной оценки безопасности, особенно в отношении потенциального онкологического риска. При условии минимизации рисков ингаляционный инсулин может существенно улучшить качество жизни пациентов с сахарным диабетом.

## Список литературы

1. McMahon G. T., Arky R. A. Inhaled Insulin for Diabetes Mellitus. New England Journal of Medicine. 2007; 356:497-502. https://www.nejm.org/doi/abs/10.1056/NEJMct063533

2. Agu R. U., Ugwoke M. I., Armand M., Kinget R., Verbeke N. The lung as a route for systemic delivery of therapeutic proteins and peptides. Respiratory Research. 2001; 2:198-209. https://link.springer.com/article/10.1186/rr58

3. Heinemann L. The failure of exubera: are we beating a dead horse? Journal of Diabetes Science and Technology. 2008; 2(3):518-529. https://journals.sagepub.com/doi/10.1177/193229680800200325?__cf_chl_rt_tk=xeD1Ix9uGseM2ro3AMtJQuECH.KkijJCKPFktKLUKoA-1766487750-1.0.1.1-YFVfaLku.jYKk.br.Jg_qMtoeB_jZuYXe7kgLrm1odU

4. Quattrin T., Belanger A., Bohannon N. J., Schwartz S. L. Efficacy and safety of inhaled insulin (Exubera) compared with subcutaneous insulin therapy in patients with type 1 diabetes. Diabetes Care. 2004; 27:2622-2627. https://diabetesjournals.org/care/article-abstract/27/11/2622/23811/Efficacy-and-Safety-of-Inhaled-Insulin-Exubera?redirectedFrom=fulltext

5. Rave K., Heise T., Pfützner A., Boss A. H. Coverage of Postprandial Blood Glucose Excursions with Inhaled Technosphere Insulin in Comparison to Subcutaneously Injected Regular Human Insulin in Subjects with Type 2 Diabetes. Diabetes Care. 2007; 30(9):2307-2308. https://diabetesjournals.org/care/article-abstract/30/10/2579/30252/Single-Oral-Challenge-by-Advanced-Glycation-End?redirectedFrom=fulltext

6. Ингаляционный инсулин: современное состояние и перспективы. Проблемы эндокринологии. https://www.probl-endojournals.ru/jour/article/view/13251

7. FDA approves Afrezza to treat diabetes. U.S. Food and Drug Administration. 2014. https://www.fda.gov/news-events/press-announcements/fda-approves-afrezza-treat-diabetes

© Рудык М.Р.

# ХРОНИЧЕСКОЕ НЕДОСЫПАНИЕ И ЕГО КОРРЕКЦИЯ МЕЛАТОНИНОМ

**Шамсутдинова Диана Ренатовна**
студент
Научный руководитель: **Байменов Ильнур Бауржанович**
ассистент кафедры патологической физиологии
ФГБОУ ВО «Астраханский ГМУ» Минздрава России

**Аннотация:** в статье рассматривается проблема хронического недосыпания, его ключевые проявления и негативное влияние на когнитивные функции, особенно в студенческой среде. Раскрывается роль гормона мелатонина в регуляции циркадных ритмов и цикла «сон-бодрствование». На основе данных исследования анализируется эффективность применения экзогенного мелатонина для коррекции нарушений сна. Установлено, что его курсовой прием достоверно улучшает показатели засыпания, продолжительности сна и дневного функционирования.

**Ключевые слова:** хроническое недосыпание, депривация сна, мелатонин, циркадные ритмы, коррекция сна, когнитивные функции, студенты, качество сна.

# CHRONIC SLEEP DEPRIVATION AND ITS CORRECTION WITH MELATONIN

**Shamsutdinova Diana Renatovna**
Scientific adviser: **Baimenov Ilnur Baurzhanovich**

**Abstract:** The article examines the problem of chronic sleep deprivation, its key manifestations and negative impact on cognitive functions, especially among students. The role of the hormone melatonin in the regulation of circadian rhythms and the sleep-wake cycle is revealed. Based on the research data, the effectiveness of the use of exogenous melatonin for the correction of sleep disorders is analyzed. It has been established that his course admission significantly improves the indicators of falling asleep, sleep duration and daytime functioning.

**Key words:** chronic sleep deprivation, sleep deprivation, melatonin, circadian rhythms, sleep correction, cognitive functions, students, sleep quality.

Хроническое недосыпание (Поведенчески обусловленная депривация сна, Синдром недостаточного сна) – это состояние, вызванное регулярным сокращением времени сна ниже индивидуальной нормы. Его ключевыми характеристиками являются стойкое снижение уровня дневного бодрствования и общей активности. К типичным проявлениям синдрома относятся: повышенная сонливость в дневные часы, снижение концентрации внимания, ощущение постоянной усталости, быстрая утомляемость и общее ухудшение соматического состояния.

**Патогенез**

Одной из базовых потребностей организма является сон, в течение которого происходит регенерация всех его систем. Запускается этот процесс благодаря мелатонину — гормону, вырабатываемому эпифизом в ответ на уменьшение количества света. Основная задача мелатонина — настройка внутренних биологических часов (циркадных ритмов), что позволяет регулировать цикл «сон-бодрствование», создавать седативный эффект.

К группам повышенного риска относятся:

1. Лица, которые сознательно или вынужденно сокращают время сна из-за ранних подъемов на работу или учёбу, а также те, кто не придает должного значения полноценному сну.
2. Работники с ночным или сменным графиком (например, сотрудники экстренных служб, медицинский персонал).
3. Молодые родители, чей привычный режим дня и сна резко меняется после рождения ребенка.

Проблема хронического недосыпа в студенческой среде:

В последние годы наблюдается рост распространенности хронического дефицита сна в студенческой среде. Согласно актуальным международным исследованиям, свыше 60% учащихся университетов отводят на сон меньше 7 часов в день. Этот показатель не соответствует физиологическим потребностям организма, поскольку Всемирная организация здравоохранения рекомендует молодым людям 18-25 лет спать от 7 до 9 часов в сутки. Постоянный недостаток отдыха негативно сказывается на когнитивных функциях, успеваемости и общем состоянии здоровья студентов.

Недостаток сна нарушает нормальную работу префронтальной коры – области мозга, ответственной за исполнительные функции, что закономерно приводит к снижению концентрации внимания, ухудшению рабочей памяти и снижению способности к критическому мышлению [1].

Согласно ряду исследований, дефицит сна наиболее заметно снижает когнитивные функции при выполнении заданий, связанных с комплексным анализом данных и регуляцией собственных действий. Данный эффект обладает свойством накопления: систематическое, даже незначительное сокращение длительности сна (например, до менее 6 часов в течение пяти суток) приводит к снижению умственных способностей, аналогичному легкой степени алкогольной интоксикации (при концентрации этанола в крови около 0,05%).

**Мелатонин при расстройствах сна**

В наибольшей степени доказаны эффекты мелатонина, используемого в качестве лекарственного препарата при расстройствах сна. К основным его проявлениям относятся бессонница, чрезмерная дневная сонливость, снижение работоспособности, общее недомогание.

Применение мелатонина с пролонгированным высвобождением в дозе 2–10 мг за 1–2 часа до сна может быть полезным для лечения симптомов бессонницы или сопутствующей бессонницы при различных нейро-психиатрических расстройствах у взрослых.

Механизм действия: Экзогенный мелатонин обладает двумя ключевыми эффектами:

Снотворный (усыпляющий): способствует наступлению и поддержанию сна.

Хронобиотический: синхронизирует циркадные ритмы, корректируя "внутренние часы".

Рекомендация: Применение мелатонина 2–10 мг за 1-2 часа до сна для лечения бессонницы.

Примечание: Хронобиотические дозы мелатонина (<1 мг) используются для коррекции циркадных нарушений (например, синдрома отсроченной фазы сна). [2]

Статистический анализ результатов исследования влияния мелатонина на состояние студентов Астраханского ГМУ с хроническим дефицитом сна:

1. Характеристики исходной выборки. В исследовании приняли участие 100 студентов медицинского вуза (средний возраст 21 ± 1.5 лет; 68 женщин, 32 мужчины), соответствующих критериям хронического дефицита сна (средняя продолжительность сна <6 часов в сутки в течение минимум 3 месяцев).

Методом рандомизации участники были разделены на две группы: основную (n=50), получившую мелатонин в дозе 3 мг за 30-40 минут до сна

ежедневно в течение 4 недель, и группу контроля (n=50), получившую идентичное плацебо по той же схеме.

2. Динамика показателей сна и дневного функционирования.

Латентность засыпания: В группе мелатонина время засыпания достоверно сократилось с 52 минут до 25.1 ± 9.8 минут.

Общая продолжительность сна: Продолжительность сна в группе вмешательства увеличилась с 5 часов до 7 часов·

3. Оценка академической эффективности и когнитивных функций. По результатам теста скорость переработки информации значимо увеличилась только в группе мелатонина.

Воздействие хронической недостаточности сна на нервную и сердечно-сосудистую систему**:**

Недостаток сна может быть вызван другими нарушениями сна или медицинскими состояниями. Например, апноэ во сне, нарушение дыхания, которое может вызывать десятки ночных пробуждений, может повлиять как на продолжительность, так и на качество сна. На качество и количество сна могут влиять и другие медицинские или психические проблемы, такие как боль или общее тревожное расстройство [3, с. 181].

Симптомы недосыпания:

- снижение концентрации внимания;
- ухудшение памяти;
- недостаток энергии, настроения, включая чувство стресса, тревоги или раздражительности.

Без надлежащего сна мозг с трудом функционирует должным образом. Некачественный сон ухудшает память, нарушая нормальный процесс.

Существенные данные свидетельствуют о том, что проблемы со сном, включая недосыпание и фрагментированный сон, оказывают негативное влияние на здоровье сердца. Во время стадий небыстрого движения глаз (NREM) частота сердечных сокращений замедляется, кровяное давление падает на 10–20%, а дыхание стабилизируется. Эти изменения уменьшают нагрузку на сердце, позволяя ему восстанавливаться после перенапряжения, возникающего в часы бодрствования [3, с. 182].

**Список литературы**

1. Мячин Г. В. Проблема хронического недосыпа в студенческой среде: некоторые последствия и стратегии профилактики // XIX Международная научно-практическая конференция «Экологические проблемы региона и пути их разрешения» (15-17 мая 2025 г, Россия, г. Омск). С. 1.

2. International Expert Opinions and Recommendations on the Use of Melatonin in the Treatment of Insomnia and Circadian Sleep Disturbances in Adult Neuropsychiatric Disorders / Daniel P. Cardinali // 10 June 2021. URL : https://www.frontiersin.org/journals/psychiatry/articles/10.3389/fpsyt.2021.688890/full.

3. Сборник по итогам Форума СНО образовательных организаций Чувашской Республики «Научный БУМ» / Захарова А.Н., Журавлев К.В., Петрова Д.В., Николаева Н.В. // Комплексное воздействие хронической недостаточности сна на здоровье сердца и нервной системы. 2023 С. 180-183.

© Шамсутдинова Д.Р., 2025

# ПРОБЛЕМЫ ВЫЯВЛЕНИЯ КОЛОРЕКТАЛЬНОГО РАКА В КУРСКОЙ ОБЛАСТИ

**Поднебесная Анжелика Анатольевна**
**Подольский Владимир Владиславович**
**Молдованова Юлия Викторовна**
ОБУЗ «Курский онкологический научно-клинический центр имени Г.Е. Островерхова»
**Подольская Елена Анатольевна**
д.м.н., профессор кафедры лучевой диагностики и терапии
ФГБОУ ВО «Курский государственный медицинский университет»

**Аннотация:** оценен вклад качественного иммунохимического теста кала на скрытую кровь в выявление КРР в Курской области. Выявлена недостаточность охвата населения скринингом; прямая связь охвата диспансеризацией и уровнем заболеваемости КРР. Иммунохимический анализ кала на скрытую кровь ведёт к диагностике КРР на более ранней стадии. Необходимо введение количественного теста кала на скрытую кровь, создание центра скрининга КРР, включающего call-центр и кабинет колоноскопии.

**Ключевые слова:** колоректальный рак, скрининг, тест кала на скрытую кровь, колоноскопия, FIT-тест.

# PROBLEMS OF DETECTING COLORECTAL CANCER IN THE KURSK REGION

**Podnebesnaya Anzhelika Anatolievna**
**Podolskiy Vladimir Vladislavovich**
**Moldovanova Uilia Victorovna**
**Podolskaya Elena Anatolievna**

**Abstract:** the contribution of a qualitative immunochemical stool test for latent blood to the detection of CRC in the Kursk region was assessed. Insufficient coverage of the population by screening has been revealed; there is a direct link between the coverage of medical examinations and the incidence of CRC. Immunochemical analysis of feces for latent blood leads to the diagnosis of CRC at an earlier stage. It is necessary to introduce a quantitative stool test for hidden

blood, create a CRC screening center, including a call center and a colonoscopy room.

**Key words:** colorectal cancer, screening, fecal occult blood test, colonoscopy, FIT.

## Актуальность

Колоректальный рак (КРР) находится на третьем место в мире среди злокачественных опухолей после новообразований легкого и молочной железы, доля его составляет около 10 % всех онкологических заболеваний. Среди всех злокачественных новообразований (ЗНО) смертность от КРР занимает второе место, уступая лишь ЗНО легких [12, с. 13]. Заболеванием преимущественно страдают пожилые люди, и большинство случаев – это лица в возрасте 50 лет и старше.

Мужчины значительно чаще болеют КРР, чем женщины. В 3–5 % случаев ЗНО толстой кишки развитие заболевания ассоциировано с манифестацией наследственных синдромов, например, синдрома Линча, семейного аденоматоза толстой кишки и MUTYH-ассоциированного полипоза, редких гамартомных полипозных синдромов. Остальные пациенты – лица с злокачественными опухолями ободочной и прямой кишки, у которых возникновение заболевания имеет случайный характер. Среди этиологических факторов данного онкологического заболевания в литературе указываются хронические воспалительные заболевания толстой кишки (например, язвенный колит, болезнь Крона), курение, алиментарные нарушения (алкоголь, употребление в пищу красного мяса), наличие сахарного диабета, ожирение или повышенный индекс массы тела, гиподинамия [10, с. 319-320; 14, с. 94-95]. Напротив, здоровое питание (употребление молока, цельного зерна, свежих фруктов и овощей, а также высокое содержание в пище кальция, клетчатки, поливитаминов и витамина D являются факторами снижения риска заболевания. В литературе широко представлены данные о многогранном влиянии кишечного микробиома на канцерогенез КРР [7].

В статистике заболеваемости и смертности от злокачественных опухолей толстого кишечника государств с низким и средним уровнем жизни отмечается быстрый рост, а в высокоразвитых странах отмечается стабилизация или снижение данных статистических показателей. Ожидается значительный рост числа больных с КРР - до 60 % и ожидается в 2030 году более 2,2 млн новых случаев и 1,1 млн смертей [20].

Доказана прямая связь прогноза при ЗНО колоректальной области со стадией болезни на момент установки диагноза; другими словами, чем раньше выявляется опухоль, тем выше показатели выживаемости и тем лучше качество жизни пациентов. Тем не менее, в некоторых субъектах РФ, около половина случаев заболевания выявляются лишь на III–IV стадиях неопластического процесса, что значительно снижает показатели выживаемости [2, с 16]. Возраст постановки диагноза КРР, в среднем, – 66–68 лет, а смертности от него – 69–71 год; тем не менее, в последнее десятилетие отмечается печальная тендеция: КРР «молодеет», поэтому необходимо более раннее начало скрининга [11, с 22].

Под скринингом в медицинском сообществе принято понимать процесс систематического обследования лиц без прямых симптомов заболевания. Цель скрининга заключается в выявлении признаков патологии или обнаружении предраковых состояний – заболеваний, на фоне которых со временем может возникнуть ЗНО. При этом применяются тесты, анализы или другие диагностические процедуры, которые могут использоваться на большой популяции и дать быстрый результат. Скрининг-тесты позволяют выделить среди внешне здоровых лиц тех, кто могут страдать от тех или иных болезней, либо, напротив, тех, кто теоретически этих болезней не имеет. Скрининг-тест никогда не достигает на 100 % по точности; он не дает определенности, а лишь служит указанием на вероятность риска наличия искомого заболевания (или его отсутствие). Лиц с положительными или подозрительными результатами планируется маршрутизировать к врачам-специалистам для показанного вмешательства и морфологической верификации диагноза [9, с. 18-19].

Следует дифференцировать скрининг и раннюю диагностику. Под скринингом подразумевается тестирование бессимптомной группы населения, а ранняя диагностика применяется для максимально раннего выявления патологических процессов у пациентов с уже имеющимися проявлениями того или иного заболевания. Организация и проведение популяционного скрининга КРР отвечает главным принципам целесообразности, сформулированным Wilson и Jungner, и поддерживаемым ВОЗ [17].

По мировым данным, отмечается снижение в странах Запада, заболеваемости и смертности КРР, где длительно активно применяются скрининговые программы, включающие в себя систематическое комплексное

применение фекального иммунохимического теста (fecal immunochemical test – FIT) и видеоколоноскопии [15, 16, 18].

FIT-тест – лабораторное исследование, проводимое в целях выявления скрытого кровотечения из нижних отделов желудочно-кишечного тракта. Он способствует обнаружению измененного гемоглобина эритроцитов даже в ситуации, когда красные клетки крови при микроскопии кала не выявляются.

Среди источников крови в кале выделяют: геморрой, анальные трещины, полипы прямой кишки, неспецифический язвенный колит и др. Аденоматозные полипы являются находками у 20–40 % лиц с положительным результатом анализа на скрытую кровь [19], как известно, они склонны озлокачествлению с дальнейшим исходом в КРР.

Значительная доля скрининговых программ [1, с. 457] в разных государствах для первичной диагностики КРР многоэтапна и включает в себя выявление скрытой крови в кале на первом этапе, а затем инструментальное обследование – при положительном результате неинвазивного теста [4, с 147]. По данным литературы, КРР обнаруживается в 0,5–5% случаев с положительным результатом иммунохимического теста для выявления скрытой крови [19].

Однако, несмотря на кажущуюся доступность скрининговых программ, в Курской области доля активного выявления КРР согласно официальным данным в 2023 году составила в ободочной кишке 19,4 %, а доля активного выявления больных с раком анального канала, прямой кишки и ректосигмоидного перехода – 35,9 %. В 2024 году доля активного выявления для опухолей ободочной кишки составила 21,1 %, ректосигмоидного перехода – 19,1 %, прямой кишки и анального канала – 34,2 % [5, с 80, 84; 6, с 80, 84].

**Цель:** оценить вклад качественного иммунохимического теста кала на скрытую кровь в выявление колоректального рака в Курской области.

**Материалы и методы.** Изучалась Форма №025/у – «Медицинская карта пациента, получающего медицинскую помощь в амбулаторных условиях» 1400 пациентов, поставленных на учёт с диагнозом КРР (С18-С20) в 2023–2024 гг, анализировались отчёты единой лаборатории Курской области за 2023–2024 гг.

Качественный иммунохимический тест кала на скрытую кровь выполнялся с помощью анализатора OC-SENSOR iO. Колоноскопия производилась на видеостойках Pentax EPK-i7010 и Olympus EVIS EXERA III. Статистическая обработка проводилась с помощью программы SPSS 20.0. Для оценки связи использовался коэффициент корреляции $r_s$ Спирмена. Сила

связи оценивалась по шкале: слабая связь 0,01–0,29, умеренная 0,3–0,69, сильная – 0,7–1,0. Достоверной признавалась связь при уровне значимости $p \leq 0{,}05$.

## Результаты

В рамках национального скрининга КРР пациентам в возрасте от 40 до 64 лет обязательной рекомендацией является иммунохимическое исследование кала на скрытую кровь 2 раза в год, а с 65 до 75 лет – 1 раз в год [8]. По данным Росстата в Курской области в 2023 году первая группа составила 386 649, вторая – 197 507 человек, 2024 – 382 861 и 204 713 соответственно [13, с. 25].

Из отчётов лаборатории на базе Курского областного онкологического научно-клинического центра следует, что в 2023 году в области было произведено 27200 анализов кала на скрытую кровь, а в 2024 – 35057 (рост на 28,9 %). Из данных показателей следует, что охват населения Курской области скринингом КРР (7,0 % и 8,8 % в 2023 и 2024 гг. соответственно) очевидно недостаточен.

Среди проведённых качественных иммунохимических тестов на скрытую кровь оказалось 2334 и 2791 положительных результатов соответственно (рост 19,5 %). Из 2334 случаев положительных результатов в 2023 году, только в 278 выполнена колоноскопия, среди которых у 54 был выявлен КРР. В 2024 году из 2791 случая положительных тестов, колоноскопия выполнена в 334 случаях, выявлено 93 КРР. При этом всего впервые установленных случаев КРР в 2023 г – 629, в 2024 году 771 – рост на 22,6 % (рисунок 1).

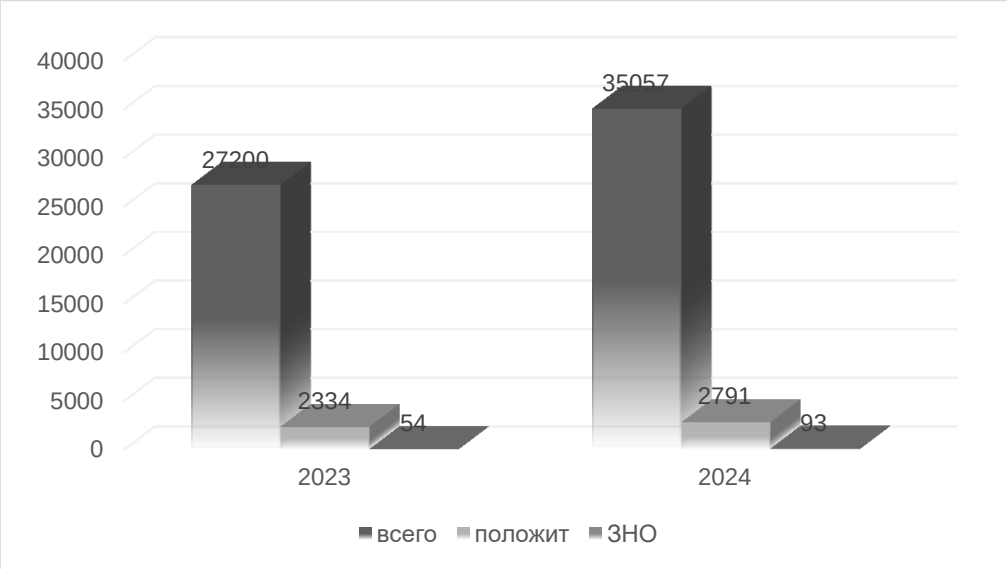


**Рис. 1. Соотношение проведённых FIT, положительных FIT и выявленных КРР**

Кроме того, были выявлены случаи ложноположительных результатов. Так, например, в 2023 году из 278 оказалось 224 (80,6 %) ложно-положительных случая, а в 2024 из 334 – 241 (72,2 %) случай. Рисунок 2 иллюстрирует ситуацию.

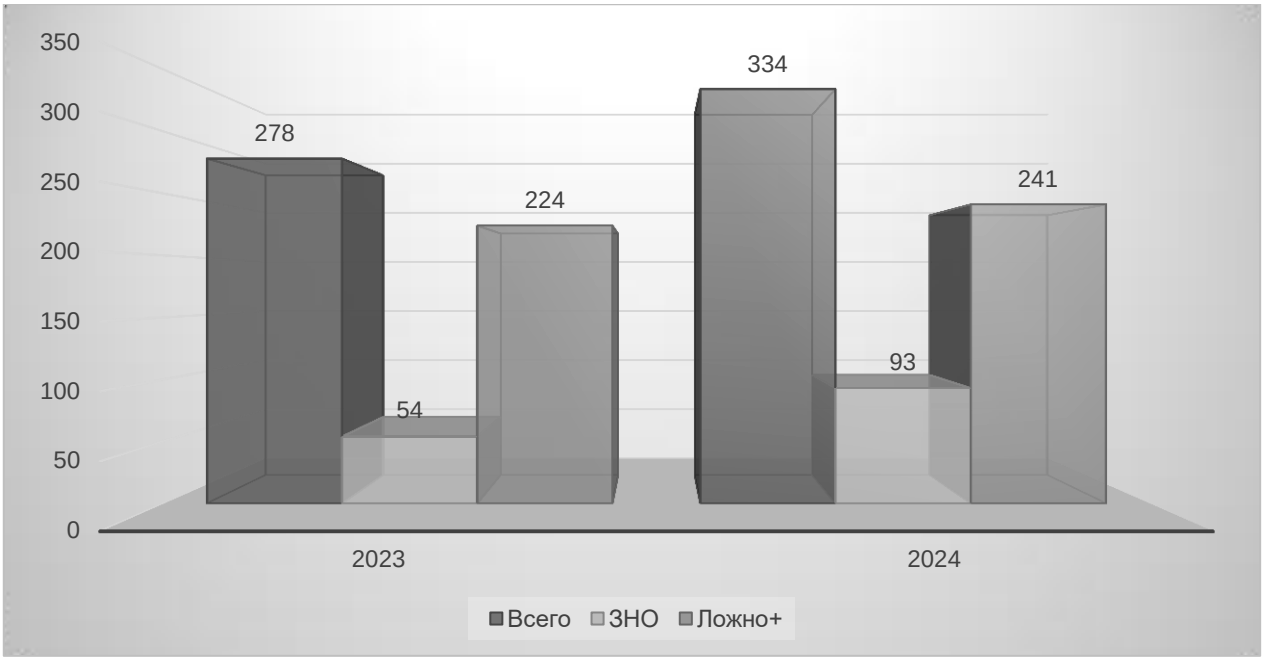


**Рис. 2. Сравнительный анализ между выявленными случаями рака и ложноположительными тестами**

Корреляционный анализ выявил прямую сильную положительную связь количества произведенных FIT, положительных тестов, проведённых колоноскопий и количества выявленных случаев КРР ($r_s$=1, p=0,01). Данный статистический вывод ожидаем и свидетельствует о прямой связи между охватом определенных групп взрослого населения профилактическими медицинскими осмотрами/диспансеризацией и уровнем заболеваемости.

Анализ распределения стадий, выявленных КРР за 2023 и 2024 гг. демонстрирует значительное преобладание выявляемости КРР на III стадии: 38% за 2023 г и 51% за 2024 г. (рисунки 3 и 4), т.е. диагностика опухолей ранней стадии не отработана.

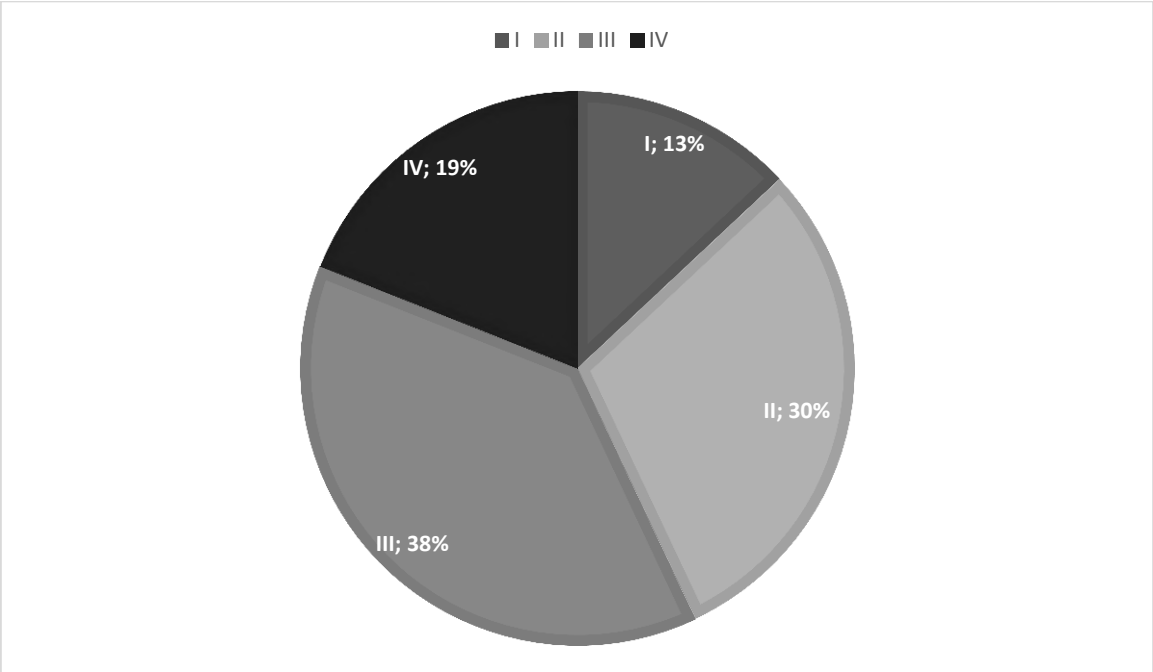


**Рис. 3. Распределение впервые выявленных случаев КРР в 2023 году по стадиям**

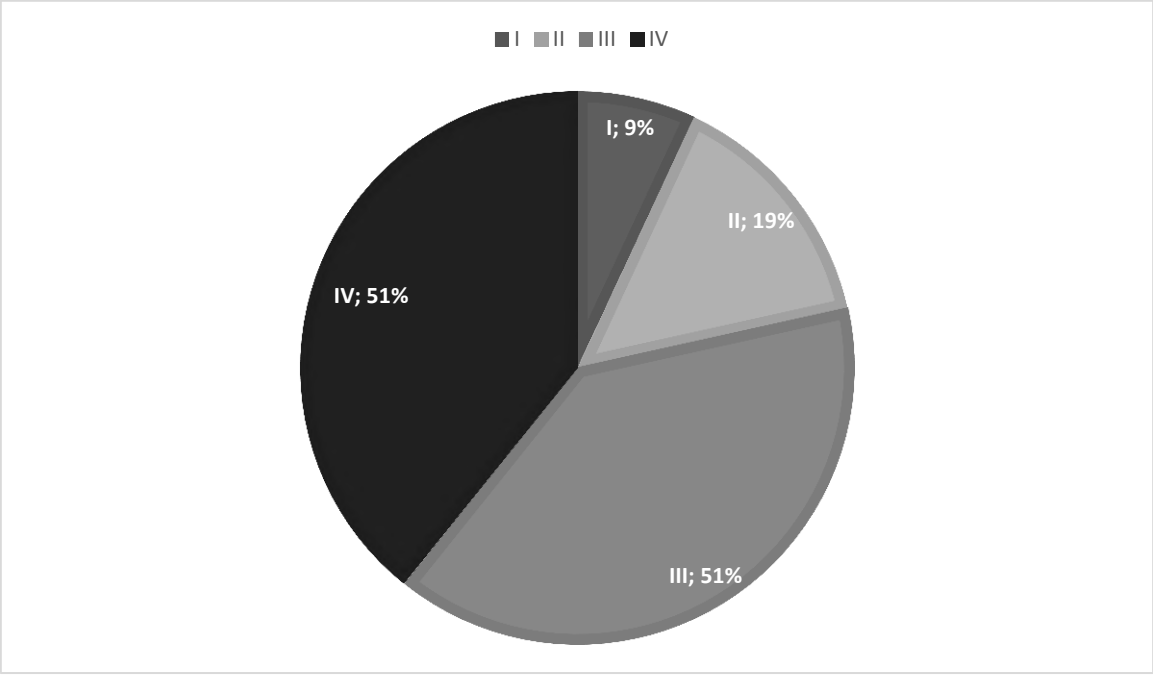


**Рис. 4. Распределение стадий КРР в 2024 году**

Отставание ранней диагностики отражено и в графиках распределения стадий по районам. В данных за оба года (2023 г и 2024 г) преимущество у III стадии (см. рис. 5, 6).

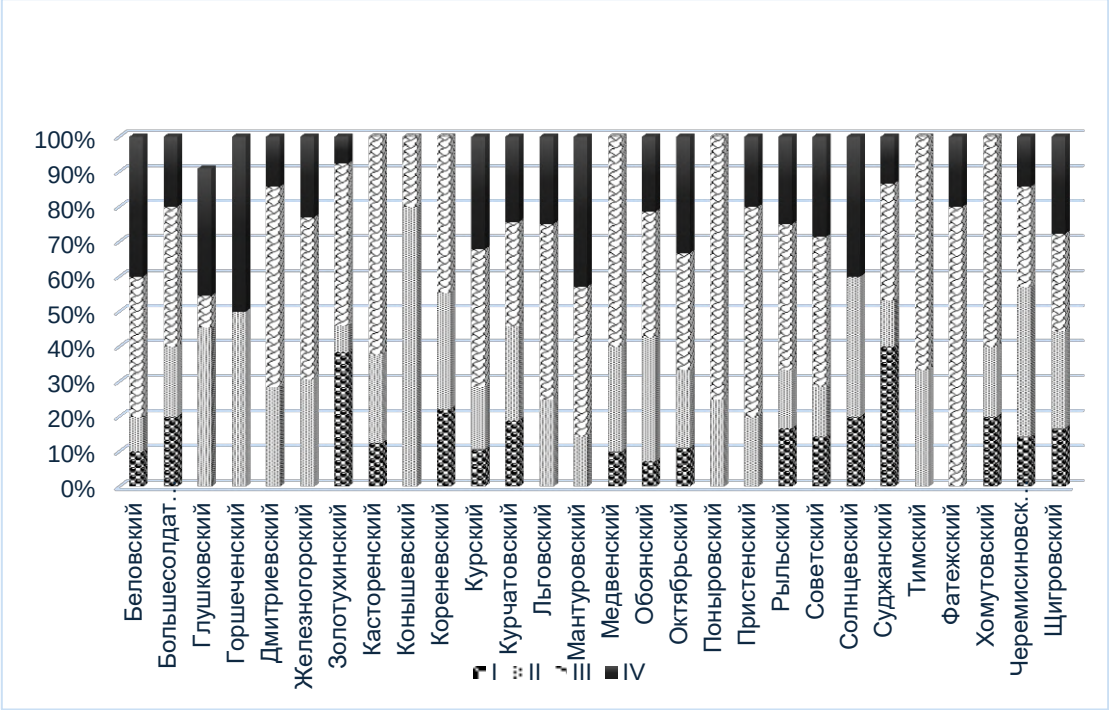


**Рис. 5. Распределение стадий по районам, 2023 г.**

**Рис. 6. Распределение стадий КРР по районам, 2024 г.**

При сравнении диаграмм численности населения и выявления КРР обнаружена прямая связь между выявленными случаями КРР и численностью населения в районах Курской области: чем больше численность, тем больше выявляемость (см. рис 7, 8). Это свидетельствует о территориальной гомогенности диагностики и заболеваемости.

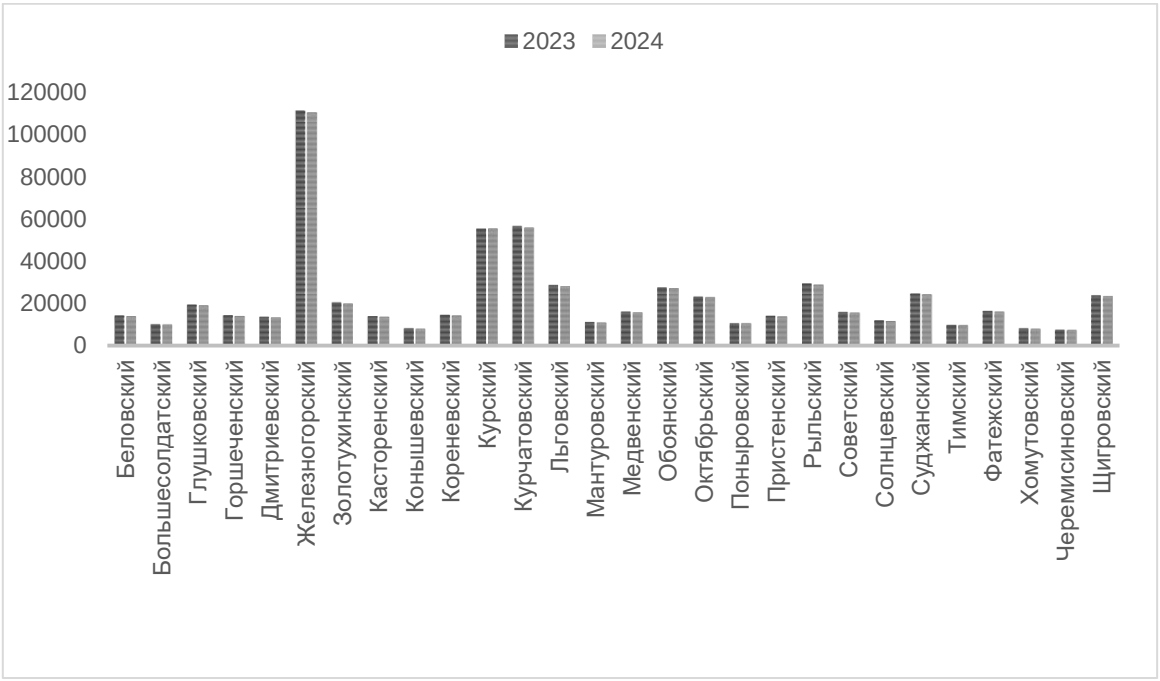


**Рис. 7. Численность населения в 2023 и 2024 гг. [4, с 42 – 46]**

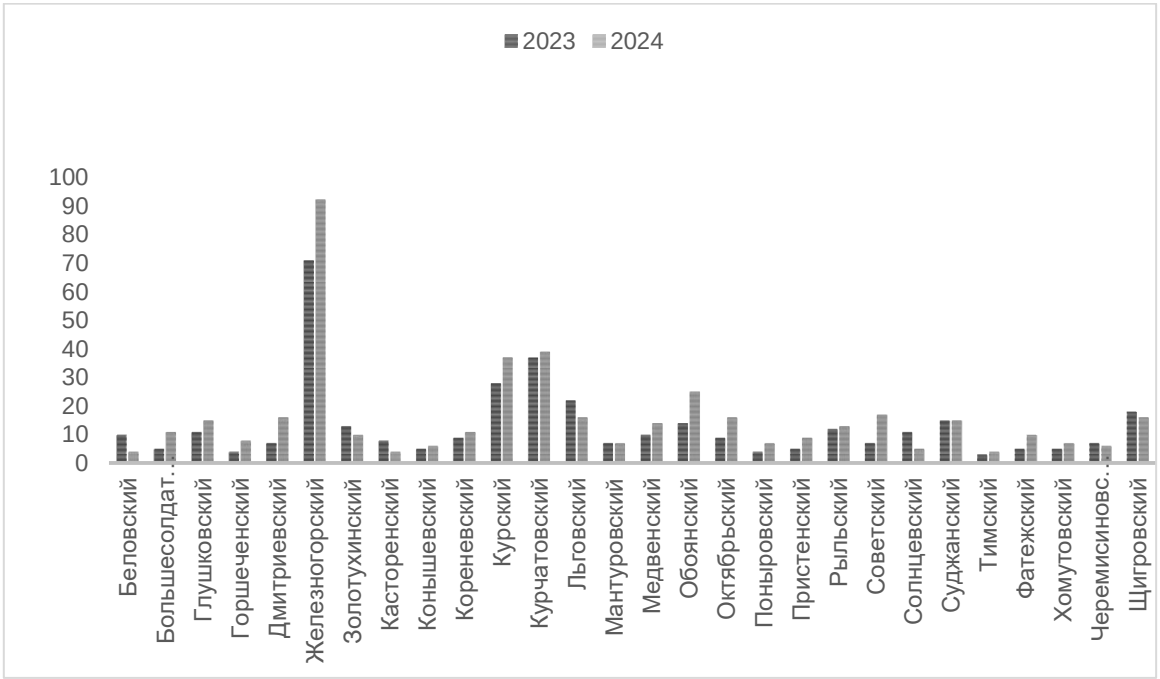


**Рис. 8. Выявление КРР в районах в 2023 и 2024 гг.**

В 2023–2024 гг. с диагнозом КРР на учёт поставлено 1369 человек, из них 665 женщин и 704 мужчины. Возраст пациентов составил от 29 до 99 лет. Обращает на себя внимание присутствие среди возрастной группы лиц, не подлежащей скрининговым мероприятиям, т.е. младше 45 и старше 75 лет: 21,3 % (рисунок 9).

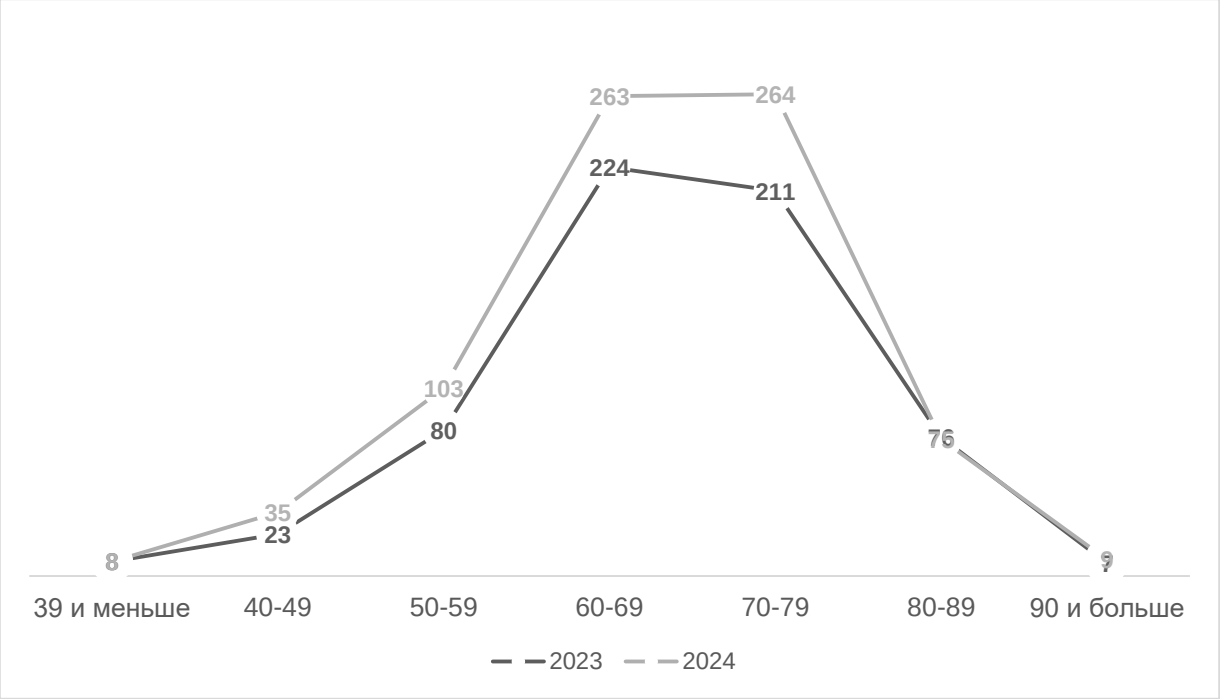


**Рис. 9. Распределение пациентов с КРР по возрасту**

Распределение по отделам поражения толстой кишки представлено на рисунке 10. Явно превалирует ободочная кишка: 57 % против 43 % (прямая кишка и ректосигмоидное соединение).

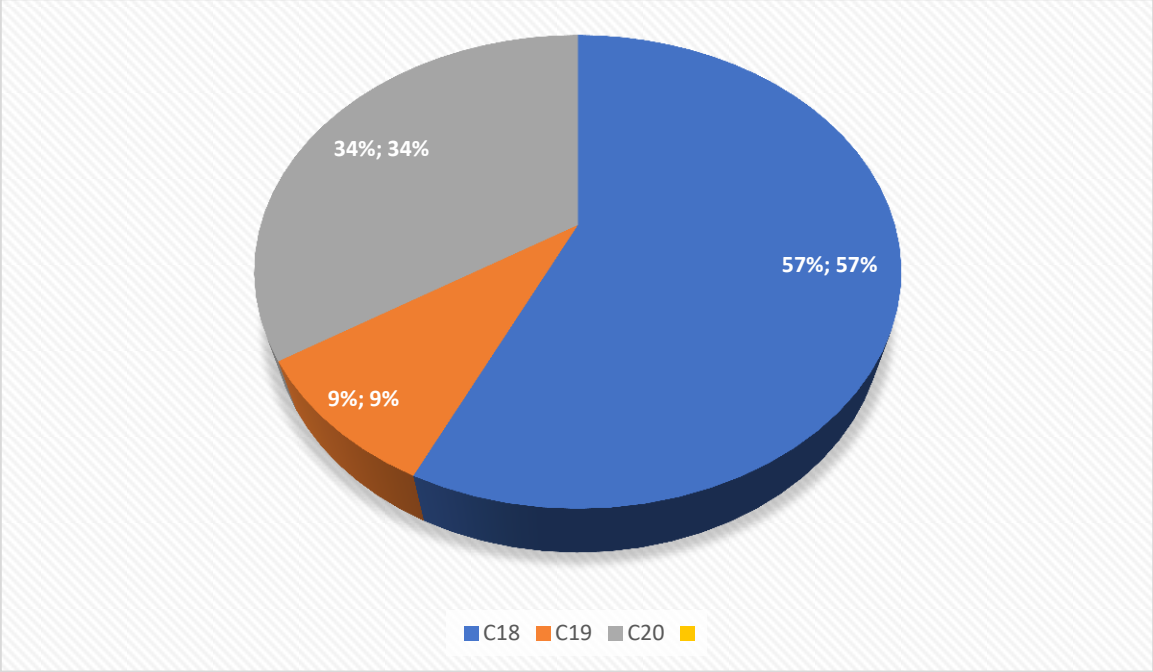


**Рис. 10. Распределение по отделам поражения толстой кишки: С18 – ЗНО ободочной кишки; С19 – ЗНО ректосигмоидного соединения; С20 – ЗНО прямой кишки** [3, с. 97].

Среди поражений ободочной кишки лидирует сигмовидная (выявлено у 369 из 816), в то время как меньше всего КРР обнаруживается в червеобразном отростке (рисунок 11).

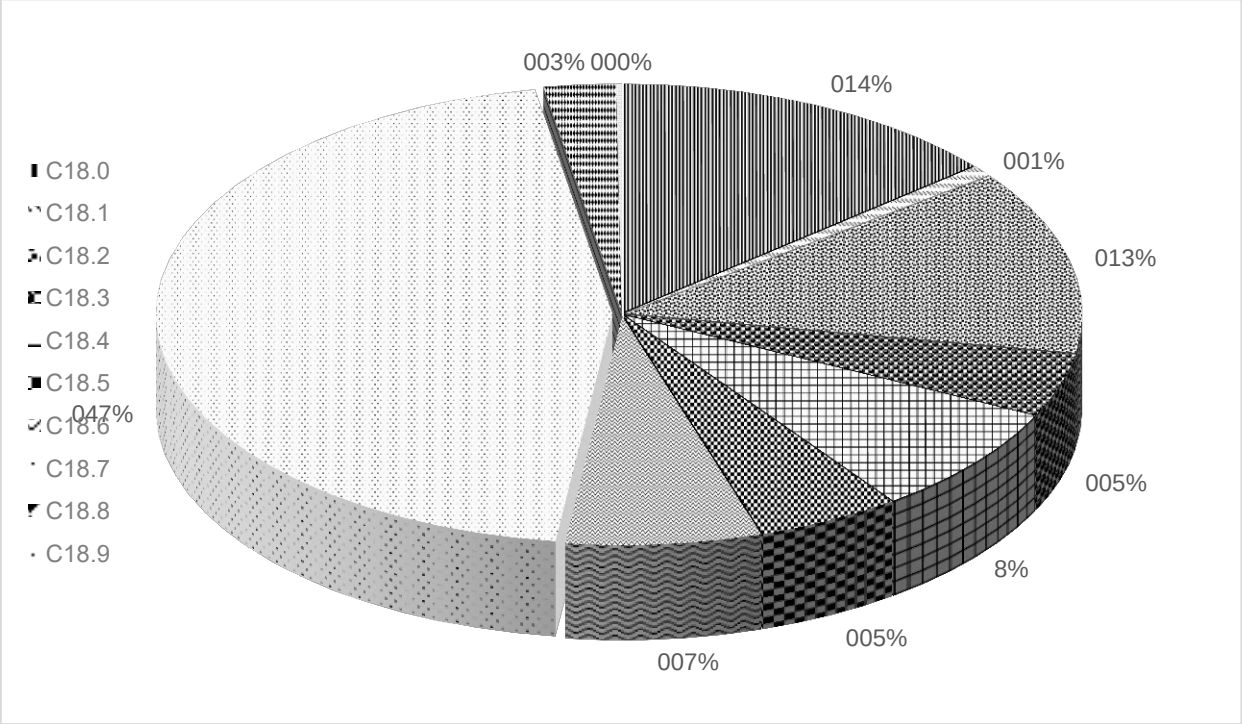


**Рис. 11. Распределение по локализация ободочной кишки: С18.0 – ЗНО слепой кишки; С18.1 – ЗНО червеобразного отростка; С18.2 – ЗНО восходящей ободочной кишки; С18.3 – ЗНО печеночного изгиба ободочной кишки; С18.4 – ЗНО поперечной ободочной кишки; С18.5 – ЗНО селезеночного изгиба ободочной кишки; С18.6 – ЗНО нисходящей ободочной кишки; С18.7 – ЗНО сигмовидной кишки; С18.8 – поражение ободочной кишки, выходящее за пределы одной и более вышеуказанных локализаций; С18.9 – ЗНО ободочной кишки неуточненной локализации** [3, с. 97].

В 2023 году благодаря обнаруженному положительному анализу, было выявлено 54 человека (31 женщины и 23 мужчины) с КРР в возрасте от 54 до 85 лет.

На рисунке 12 продемонстрировано, что в 2023 году наибольшая выявляемость опухолей ободочной кишки была у пациентов со II стадией (27,7 %), в то время как пациентов с I стадией выявлено 12,9 %, с III стадией – 18,5 % и менее всего – с IV стадией – всего 1,8 %.

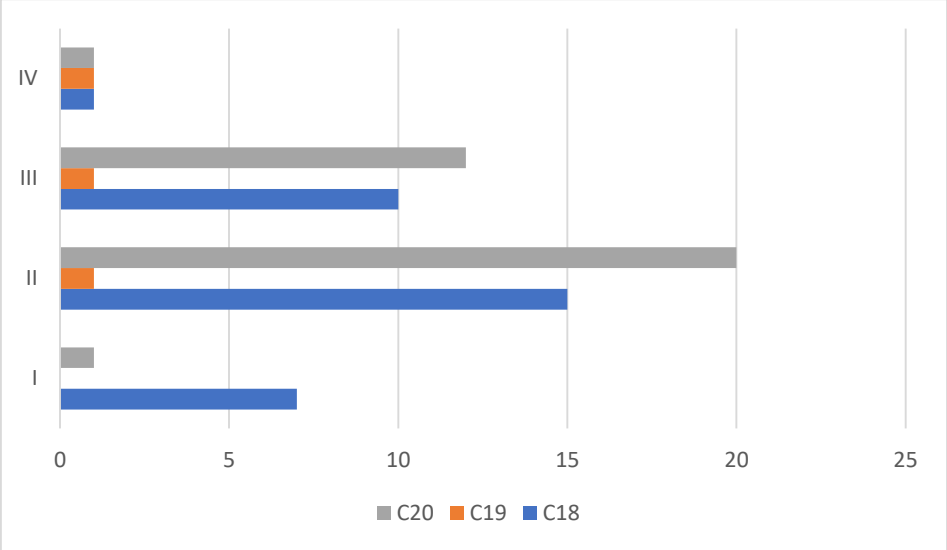


**Рис. 12. Распределение по стадиям и отделам, 2023 г.**

В указанной группе двое пациентов имеют диагноз «Первично-множественный рак»: C18.7 + C19 (рак сигмовидной кишки и рак ректосигмоидного соединения) и C18.2 + C18.5 (рак восходящей ободочной кишки и рак селезеночного изгиба ободочной кишки). Кроме того, у 22 из обследуемых был выявлен низкий гемоглобин, (ниже 120 г/л), а у 10 гемоглобин был ниже 90 г/л (наименьший 45 г/л).

В 2024 году положительный тест кала на скрытую кровь был выявлен у 93 человек (35 женщин и 58 мужчин) в возрасте от 45 до 84 лет. Распределение по стадиям и отделам представлено на рисунке 13.

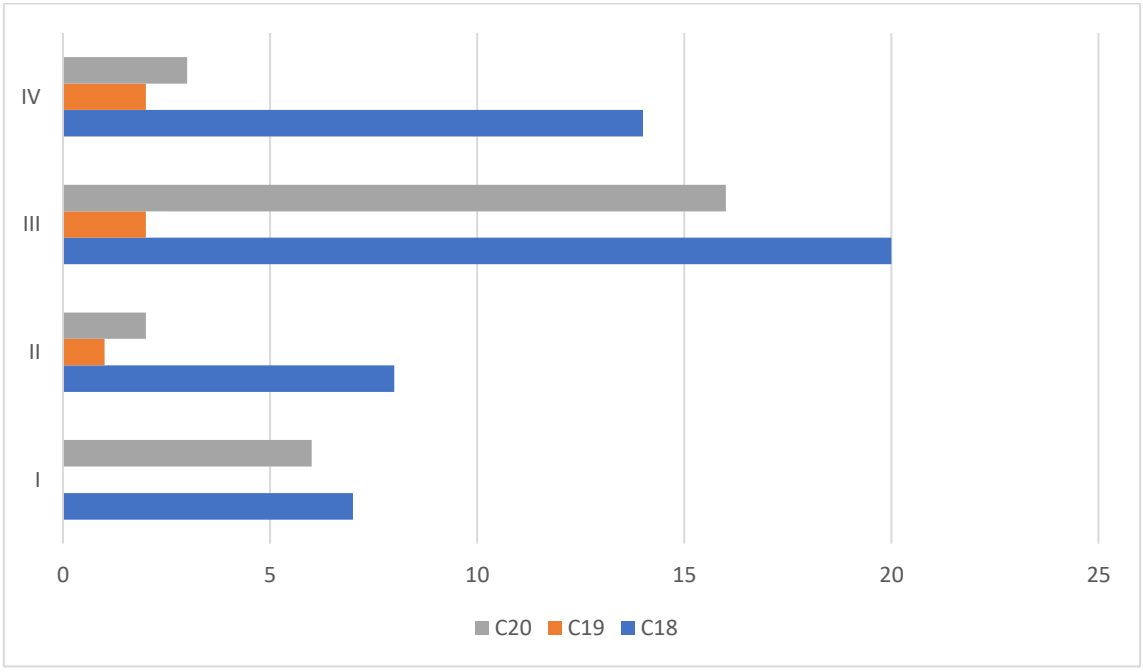


**Рис. 13. Распределение по стадиям и отделам, 2024 г.**

Анализ данных 2024 г. выявил следующую ситуацию. Наибольшая доля пациентов пришлась на III стадию – 45,7% и на IV стадию – 22,9 %. На I стадию – 15,6 % и на II – 13,2 %, среди которых наибольшая выявляемость рака ободочной кишки: I стадия – 8,4 %, II стадия – 9,6 %, III стадия – 24,1 %, IV стадия – 16,9 %. Как и в 2023г., наибольшая доля выявляемости приходится на III стадию.

Положительный анализ кала был выявлен у 137 (10 %) пациентов, в то время как 1232 человек (90 %) этот анализ не сдавали (рис. 14)

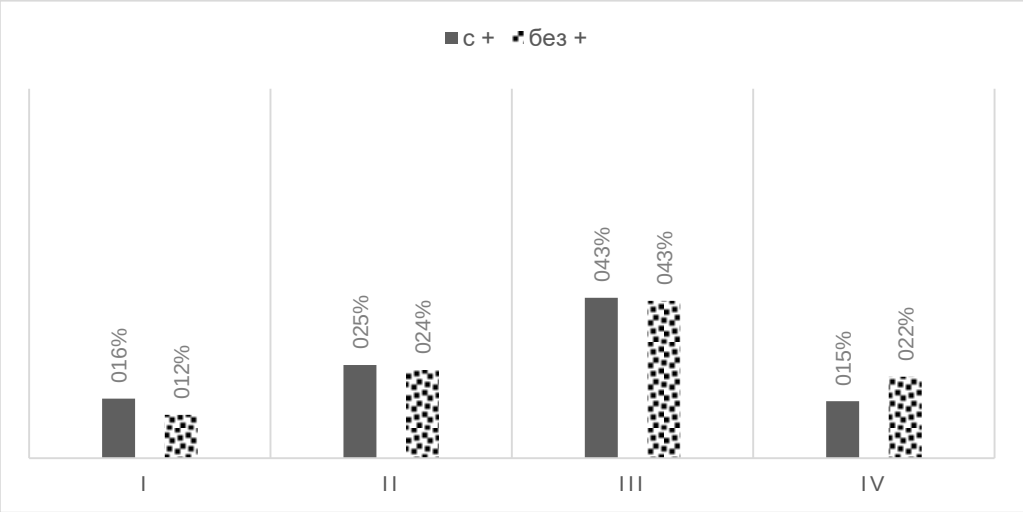


**Рис. 14. Распределение по стадиям пациентов, подвергшихся и не подвергшихся FIT**

Чтобы оценить вклад иммунохимического анализа кала на скрытую кровь, мы провели корреляционный анализ с целью выявить связь стадии с наличием/отсутствием проведения анализа кала на скрытую кровь в исследуемой группе. Выявлена слабая отрицательная связь. Коэффициент Спирмена равняется –0,053, $p<0,05$. Для интерпретации полученных результатов мы сравнили распределение пациентов по стадиям в исследуемой группе и отдельно в группе с проведением FIT. Выяснено, что в обеих группах превалирует III стадия (610 (42,6 % против 62 (43,4 %))), но в общей группе доля пациентов с IV стадией почти вдвое больше, чем с I (305 (21,3 %) против 174 (12,2 %)), а в группе с проведением FIT – соотношение стремится в пользу I стадии (22 (15,4 %) против 23 (16,1 %)). Отрицательность связи обусловлена кодированием переменной отсутствия/наличия FIT 0 и 1. Значение 1 приводит к снижению порядковой переменной стадии КРР. Таким образом, очевидно, что проведение FIT ведёт к ранней диагностике КРР.

## Выводы

1. Охват населения Курской области скринингом КРР (7,0 % и 8,8 % в 2023 и 2024 годах соответственно) недостаточен.
2. Корреляционный анализ выявил прямую связь охвата определенных групп взрослого населения профилактическими медицинскими осмотрами / диспансеризацией и уровнем заболеваемости КРР.
3. Только 12 % пациентов с положительным иммунохимическим анализом кала на скрытую кровь проходили колоноскопию.
4. Доля КРР, выявленного с помощью FIT- теста, составила 8,6 % (54 из 629) и 10,8 % (83 из 771) случаев КРР в 2023 и 2024 годах соответственно.
5. Качественный тест кала на скрытую кровь отличается низкой специфичностью – доля ложноположительных результатов достигает 80,6 %.
6. Проведение иммунохимического анализа кала на скрытую кровь ведёт к диагностике КРР на более ранней стадии ($r_s$=–0,053, p <0,05).

Таким образом, перспективно прикладывать усилия в направлении организации и контроля скрининга КРР. Возможным организационным вариантом решения проблемы скрининга КРР является введение количественного теста кала на скрытую кровь, создание центра скрининга КРР, включающего call-центр и кабинет колоноскопии.

## Список литературы

1. Андреев Д.А, Кашурников АЮ, Завьялов АА. Скрининг на колоректальный рак: пороговые концентрации гемоглобина в фекальном иммунохимическом тесте (обзор зарубежных рекомендаций). Вопросы онкологии 2021; Т 67 №4, с. 456–462.
2. Динамика региональной смертности от злокачественных новообразований желудочно-кишечного тракта в России за 2019—2021 гг./ Афанасенкова Т.Е., Самородская И.В., Ойноткинова О.Ш., Никонов Е.Л. // Доказательная гастроэнтерология. 2023; с. 15–24.
3. Дубова Е.А., Павлова К.А. TNM: Классификация злокачественных опухолей. 2-е издание на русском языке. – М. Логосфера, 2018. – 344 с.
4. Исследование кала на скрытую кровь в программах скрининга колоректального рака. / Северская Н.В., Невольских А.А., Авдеенко В.А. и др., // Исследования и практика в медицине 2022, Т9 №3 с 145 – 159.
5. Каприн А.Д., Старинский В.В., Шахзадова А.О. Состояние онкологической помощи населению России в 2023 году. − Москва: МНИОИ

им. П.А. Герцена – филиал ФГБУ «НМИЦ радиологии» Минздрава России, 2024. – 257 с.

6. Каприн А.Д., Старинский В.В., Шахзадова А.О. Состояние онкологической помощи населению России в 2024 году. − Москва: МНИОИ им. П.А. Герцена – филиал ФГБУ «НМИЦ радиологии» Минздрава России, 2025. – 275 с.

7. Колоректальный рак: эпидемиология и факторы риска/ Старостин Р.А., Гатауллин Б.И., Валитов Б.Р., Гатауллин И.Г. Поволжский онкологический вестник. - 2021. - Т. 12. - № 4 - С. 52-59. URL: https://oncovestnik.ru/archive/2021/2021-4/kolorektalnyj-rak-epidemiologiya-i-faktory-riska (дата обращения 19.10.2025 г.).

8. Приказ №124 от 13.03.2019 Об утверждении порядка проведения профилактического медицинского осмотра и диспансеризации определенных групп взрослого населения (URL:https://normativ.kontur.ru/document?moduleId=1&documentId=383371 дата обращения 19.10.2025 г.).

9. Программы скрининга: краткое руководство. Повышение эффективности, максимальное увеличение пользы и минимизация вреда. Копенгаген: Европейское региональное бюро ВОЗ; 2020, - 72 с.

10. Рак ободочной кишки, ректосигмоидного соединения и прямой кишки. Федянин М. Ю., Гладков О. А., Гордеев С. С. и др. Клинические рекомендации RUSSCO, часть 1.1. Злокачественные опухоли 2025 ; Т 15 №3s2, с. 310–372.

11. Руководство по организации популяционного скрининга колоректального рака. Методические рекомендации / Драпкина О.М., Каприн А.Д., Шелыгин Ю.А. и др., Москва 2025, 117 с.

12. Скрининг колоректального рака: состояние проблемы и перспективы. Бакулин И.Г., Жарков А.В., Журавлева М.С., Серкова М.Ю. Профилактическая медицина: сб. ст., Т 26, №12. 2023, с. 12 – 18.

13. Статистический ежегодник Курской области. 2025. / Геращенко Е.И., Бартенева Г.В., Ильин А.Е. и др. Федеральная служба государственной статистики 2025, 212 с.

14. Цуканов В.В., Рябоконь А.Г., Тонких Ю.Л., Васютин А.В. Колоректальный рак: заболеваемость, факторы риска и скрининг. Профилактическая медицина. 2024; Т27 № 3, с. 93–97.

15. Effectiveness of Screening Using Fecal Occult Blood Testing and Colonoscopy on the Risk of Colorectal Cancer: The Japan Public Health Center-based Prospective Study. J Epidemiol. Tanaka K, Sobue T, Zha L et al. 2023 URL:

https://www.researchgate.net/publication/351942971_Effectiveness_of_screening_using_fecal_occult_blood_test_and_colonoscopy_on_the_risk_of_colorectal_cancer_The_Japan_Public_Health_Center-based_Prospective_Study (accessed 22.10.2025)

16. High rate of Advanced Adenoma Detection in 4 Rounds of Colorectal Cancer screening with the Fecal Immunochemical Tect. Clin. Gastroenterol. And Hepatol. Crotta S., Segnan N., Paganin S. et al. 2012 г URL: https://www.cghjournal.org/article/S1542-3565(12)00309-6/fulltext (дата обращения 27.10.2025).

17. Hoffmeister M. Interim evaluation of the colorectal cancer screening programme in the Netherlands. Lancet Gastroenterol Hepatol. 2022 Jan;7(1):8–9. URL: https://www.thelancet.com/journals/langas/article/PIIS2468-1253(21)00392-7/abstract (accessed 27.10.2025).

18. Impact of colorectal cancer screening on cancer-specific mortality in Europe: A systematic review. Eur J Cancer. 2020 Mar Gini A, Jansen EEL, Zielonke N et al. URL: https://www.ejcancer.com/article/S0959-8049(19)30870-6/fulltext (accessed 27.10.2025 г)

19. Ribbing Wilén H, Saraste D, Blom J. Gender-specific cut-off levels in colorectal cancer screening with fecal immunochemical test: A population-based study of colonoscopy findings and costs. J Med Screen. 2021 Dec 9;28(4):439–47. URL: https://www.researchgate.net/publication/352277548_Gender-specific_cut-off_levels_in_colorectal_cancer_screening_with_fecal_immunochemical_test_A_population-based_study_of_colonoscopy_findings_and_costs (accessed 28.10.2025).

20. Xi Y., Xu P. Global colorectal cancer burden in 2020 and projections to 2040 // Translational Oncology 2021. С 2 – 7, URL: https://www.researchgate.net/publication/353051910_Global_colorectal_cancer_burden_in_2020_and_projections_to_2040 (accessed 19.10.2025).

© Поднебесная А.А., Подольский В.В.,
Молдованова Ю.В., Подольская Е.А.

# СЕКЦИЯ БИОЛОГИЧЕСКИЕ НАУКИ

# ВОДНЫЙ ТРАНСПОРТ: УГРОЗА ЭКОЛОГИИ И ПУТИ МОДЕРНИЗАЦИИ

**Тимербулатова Ильсия Равилевна**
к.т.н.
**Каюмова Гузель Газинуровна**
к.б.н.
Институт морского и речного флота
имени Героя Советского Союза М.П. Девятаева –
Казанский филиал ФГБОУ ВО «ВГУВТ»

**Аннотация:** статья посвящена исследованию негативного влияния морского транспорта на глобальную экологию и проблемам снижения уровня вредных выбросов. Описаны основные причины загрязнения воздуха судами, включая выбросы твердых частиц, парниковых газов и азотных оксидов. Рассматриваются методы модернизации транспортных судов, направленные на улучшение экологической обстановки путем внедрения технологий рекуперации тепловой энергии, что позволит сократить расходы на эксплуатацию и уменьшить негативное воздействие на окружающую среду.

**Ключевые слова:** загрязнение атмосферы, диоксид серы, рекуперация тепловой энергии, модернизация судов, охрана окружающей среды, парниковые газы, утилизация.

# WATER TRANSPORT: ENVIRONMENTAL THREAT AND MODERNIZATION WAYS

**Timerbulatova Ilsia Ravilievna**
**Kayumova Guzel Gazinurovna**

**Abstract:** The article is devoted to the study of the negative impact of marine transport on global ecology and the problems of reducing the level of harmful emissions. The main causes of air pollution by ships, including emissions of particulate matter, greenhouse gases, and nitrogen oxides, are described. The article discusses methods of modernizing transport ships to improve the environmental situation by implementing heat recovery technologies, which can reduce operating costs and the negative impact on the environment.

**Key words:** air pollution, sulfur dioxide, heat recovery, ship modernization, environmental protection, greenhouse gases, and recycling.

Согласно последним данным исследования Всемирной метеорологической организации (далее – ВМО) из-за того, что миллиарды жителей планеты вынуждены жить в загрязнённой атмосфере, ежегодно свыше 4,5 миллиона человек умирают преждевременно [4]. Экологическая обстановка на Земле продолжает ухудшаться.

При этом транспортная система остаётся фундаментальным элементом экономической инфраструктуры государства. Она не только обеспечивает циркуляцию продукции и сервисов, но и создаёт коммуникационные каналы между территориями и государствами, одновременно решая задачи мобильности населения. Для ряда территорий транспортные коммуникации представляют собой единственно возможный вариант логистики.

Судоходная индустрия наносит колоссальный ущерб планетарной экосистеме через атмосферное загрязнение. Вредоносные химические соединения и газы, провоцирующие парниковый эффект, активно поступают в атмосферу именно от морских и речных судов, что угрожает как природным комплексам, так и человеческому благополучию.

Ключевым токсичным компонентом выступает диоксид серы ($SO_2$), формирующийся вследствие использования высокосернистого горючего. Данное химическое соединение провоцирует выпадение кислотосодержащих осадков, разрушает флору и деградирует водные ресурсы.

Среди критических загрязнителей, производимых морским флотом, выделяются многочисленные опасные элементы, требующие пристального внимания экологов.

Главные факторы загрязнения атмосферы морским транспортом включают твердые микрочастицы PM, которые возникают вследствие недостаточного окисления горючего и способны проникать в глубокие отделы легочной ткани, провоцируя патологии органов дыхания. Газы, создающие парниковый эффект: двуокись углерода ($CO_2$), метановые соединения ($CH_4$) и оксид диазота ($N_2O$). Их поступление в атмосферу усугубляет процессы климатического потепления планеты. Азотные оксиды ($NO_x$) формируются в условиях экстремально высоких температур при окислении топлива. Они оказывают раздражающее воздействие на слизистые дыхательной системы и участвуют в образовании токсичного смога фотохимической природы.

Прогресс в судостроительной отрасли характеризуется появлением мощных скоростных кораблей, оснащенных рациональными силовыми агрегатами, автоматическими и механизированными комплексами, унифицированными компонентами энергосистем. Обновление судовых моторов в процессе их работы представляет собой один из методов решения существующей проблемы.

Негативное влияние на экологию оказывают следующие факторы:

– расширение масштабов морских грузоперевозок на фоне развития глобальной коммерции,

– недостаточная эффективность систем фильтрации отработанных газов на водном транспорте,

– применение горючего низкого качества с повышенной концентрацией сернистых соединений и загрязняющих веществ.

Судоходные предприятия преимущественно сохраняют эксплуатационные характеристики своего флота посредством модернизационных работ, технического переоснащения и ремонтных мероприятий. В нынешней экономической ситуации вложение средств в усовершенствование действующих судов представляется более рациональным решением по сравнению с возведением новых кораблей. Процедуры модернизации реализуются в строгом соответствии с установленными стандартами, отраслевыми регламентами и техническими спецификациями на используемое оснащение и расходные материалы.

Энергетические комплексы современных морских судов характеризуются значительными потерями – приблизительно 50% тепловой энергии, образующейся в результате топливного сгорания, рассеивается во внешнюю среду посредством выхлопных газов и систем водяного охлаждения.

Судовые двигатели генерируют значительное количество тепловой энергии при различных температурных режимах. Системы охлаждения дизельных установок разогревают воду до диапазона 65–85°C, в то время как отработавшие газы демонстрируют существенно более высокие показатели: четырехтактные агрегаты выбрасывают их при 380–500°C, двухтактные — при 265–350°C после прохождения турбины [2].

Благодаря столь высоким температурным параметрам источников вторичного тепла на морских судах активно внедряются технологии его рекуперации. Горячая вода из контура охлаждения силовой установки используется для опреснительных систем, получающих пресную воду.

Энергия отходящих газов направляется в утилизационные котлы для парообразования. Такая практика повторного использования тепловых ресурсов получила широкое распространение в судоходстве, что делает её экономически целесообразной. Воздух, прошедший через компрессоры наддува, нагревается до 90–160°С и содержит существенный запас тепловой энергии. Перед направлением в цилиндры его требуется охладить, чтобы увеличить плотность.

На судах вспомогательного назначения, где пар не требуется, распространена элементарная схема рекуперации энергии – применение отработавших газов для функционирования котлов, нагревающих воду. Наибольший экономический эффект обеспечивает схема, при которой утилизационный котёл снабжает паром турбогенератор утилизационного типа. Такое решение даёт возможность снизить нагрузку или полностью остановить дизель-генераторные установки при разных эксплуатационных условиях, что увеличивает общую экономичность энергетического комплекса судна на 12%.

На судах с силовыми установками, где основные двигатели развивают свыше 10000 кВт, но работают по двухтактному циклу (температура отработавших газов достигает лишь 280°С), возникают сложности с генерацией перегретого пара требуемых характеристик и количества для стабильного функционирования турбогенератора утилизационного типа. В то же время опыт рекуперации энергии отработавших газов демонстрирует: когда судовая энергосистема оснащена главными моторами производительностью от 6000 кВт и выше, а температурные показатели выхлопа за турбинными агрегатами превышают 320°С, турбогенератор утилизационного назначения способен обеспечить судно электричеством в полном объеме, при этом вырабатываемый пар удовлетворяет все технологические потребности корабля.

Для судна "Академик Карпинский" серии 3801-С была разработана модель реализации модернизации климатических и отопительных установок. Основным решением стала установка современного автоматического котла Kiturami KSO 70 взамен устаревшего КОАВ 68. Данное техническое решение обеспечивает снижение энергопотребления, оптимизирует процессы теплообеспечения за счёт автоматики и создаёт более комфортные и безопасные условия для экипажа. При этом используется интегрированный подход к рекуперации тепловой энергии, позволяющий задействовать все

доступные теплоносители: отработанные газы двигателя, воздух после турбонаддува и жидкость системы охлаждения [1].

Установка современного теплообменника в охлаждающую систему позволяет рационально утилизировать избыточную энергию, вырабатываемую дизелями. Данное техническое решение способствует снижению расхода горючего, уменьшает непродуктивные теплопотери и улучшает экологический профиль судна за счёт оптимального использования вторичных энергоресурсов [3].

Обновление компрессорного оборудования предполагает демонтаж устаревших электрокомпрессоров типа ЕКА и внедрение более производительных моделей с расширенными техническими возможностями. Параллельно проводится модернизация автоматизированных систем управления. Комплекс этих мероприятий гарантирует бесперебойный пуск силовых установок, повышает общую работоспособность оборудования и устраняет вероятность технических отказов, что критически важно для выполнения буксировочных операций.

Экологические показатели судна улучшились на 13% благодаря сокращению выбросов выхлопных газов, напрямую связанному с уменьшением потребления топлива. Проведённое технико-экономическое обоснование выявило положительную динамику по нескольким направлениям: рентабельность эксплуатационных затрат выросла на 2,4%, затраты на материалы и топливо сократились на 2,2%, а стоимость транспортировки снизилась на 1,3%. Эксплуатационные издержки в целом уменьшились на 10–15%, что одновременно увеличило автономность плавания и существенно снизило негативное воздействие на окружающую среду.

## Список литературы

1. Матвеев, Ю. И. Конструкторско-технологическая модернизация судовых малоразмерных дизелей / Ю. И. Матвеев, П. А. Дорохов, Н. В. Пахомова, В. В. Алексеев. - Вестник Астраханского государственного технического университета. Серия: Морская техника и технология, 2015, № 1 (февраль). - С. 74-83.3. «Судостроение и судоремонт» http://shipbuilding.ucoz.ru (дата обращения: 06.12.2025).

2. Тимофеев В.Н., Салахов И.Р., Харисова Н.Р., Кутепова Л.М., Каюмова Г.Г., Киекбаев А.А., Юнусова А.Р., Тимербулатова И.Р. Терморегулирующее устройство системы охлаждения судового двигателя внутреннего сгорания. Патент № 209290 U1 РФ. МПК F01P 7/16 (2006.01) Заявл: 10.08.2021; Опубл. 14.03.2022; заявитель: Виталий Никифорович Тимофеев. Бюл. № 8.

3. Храмов, М. Ю. Судовые энергетические установки: учебное пособие / М. Ю. Храмов. - Н. Новгород: Изд-во ФГБОУ ВПО «ВГУВТ», 2021. - 148 с.

4. 4. World Meteorological Organization: Air pollution levels are rising, but not everywhere // РБК: [сайт]. — URL: https://news.un.org/ru/story/2025/09/1466320 (дата обращения: 30.11.2025).

© Тимербулатова И.Р., Каюмова Г.Г., 2025

# СЕКЦИИЯ ФАРМАЦЕВТИЧЕСКИЕ НАУКИ

DOI 10.46916/29122025-1-978-5-00215-966-6

# СОВРЕМЕННЫЕ ЛОГИСТИЧЕСКИЕ ПОДХОДЫ В ХРАНЕНИИ И ТРАНСПОРТИРОВКЕ ЛЕКАРСТВЕННЫХ СРЕДСТВ

**Бейсенова Зухра Кайратовна**
**Баяхметова Гульнур Жолжанова**
**Баяхметова Жанар Темирбаевна**
магистранты
Научный руководитель: **Лабковская Майя Викторовна**
к.п.н., доцент, кандидат фармацевтических наук,
доцент кафедры управления и экономики фармации,
фармацевтической технологии и фармакогнозии
ФГБОУ ВО «Оренбургский государственный медицинский университет»
Министерства здравоохранения Российской Федерации

**Аннотация:** в условиях интеграции фармацевтических рынков стран Евразийского экономического союза особую значимость приобретают вопросы логистического обеспечения хранения и транспортировки лекарственных средств. Надёжность логистических процессов напрямую определяет сохранность качества, безопасности и терапевтической эффективности лекарственных препаратов, особенно при трансграничных поставках и обращении термолабильной продукции. В статье рассматриваются современные логистические подходы к хранению и транспортировке лекарственных средств в Российской Федерации и Республике Казахстан с учётом требований надлежащей дистрибуционной практики (GDP), функционирования холодовой цепи и внедрения цифровых систем прослеживаемости. Особое внимание уделено унификации нормативных требований в рамках ЕАЭС, роли цифровой маркировки (Track & Trace) и специфике логистических маршрутов между Россией и Казахстаном. Показано, что развитие интегрированных логистических решений и цифровых инструментов контроля является ключевым фактором устойчивости фармацевтических цепей поставок и повышения доступности лекарственной терапии в условиях межгосударственного взаимодействия.

**Ключевые слова:** фармацевтическая логистика, хранение лекарственных средств, транспортировка лекарственных средств, холодовая цепь, GDP, цифровизация, Track & Trace, ЕАЭС, Россия, Казахстан.

# MODERN LOGISTIC APPROACHES TO STORAGE AND TRANSPORTATION OF MEDICINES

**Beisenova Zukhra Kairatovna**
**Bayakhmetova Gulnur Zholzhanova**
**Bayakhmetova Zhanar Temirbaevna**
Scientific adviser: **Labkovskaya Maya Viktorovna**

**Abstract:** in the context of the integration of pharmaceutical markets in the countries of the Eurasian Economic Union, issues of logistical support for the storage and transportation of medicines are of particular importance. The reliability of logistics processes directly determines the safety of the quality, safety and therapeutic effectiveness of medicines, especially in the case of cross-border shipments and circulation of thermolabile products. The article discusses modern logistical approaches to the storage and transportation of medicines in the Russian Federation and the Republic of Kazakhstan, taking into account the requirements of good distribution practice (GDP), the functioning of the cold chain and the introduction of digital traceability systems. Special attention is paid to the unification of regulatory requirements within the EAEU, the role of digital labeling (Track & Trace) and the specifics of logistics routes between Russia and Kazakhstan. It is shown that the development of integrated logistics solutions and digital control tools is a key factor in the sustainability of pharmaceutical supply chains and increasing the availability of drug therapy in the context of interstate interaction.

**Key words:** pharmaceutical logistics, storage of medicines, transportation of medicines, cold chain, GDP, digitalization, Track & Trace, EAEU, Russia, Kazakhstan.

Современное развитие фармацевтической отрасли характеризуется усложнением процессов обращения лекарственных средств, расширением ассортимента фармацевтической продукции и увеличением доли термолабильных и биологических препаратов. В данных условиях логистические процессы хранения и транспортировки приобретают ключевое значение, поскольку от их эффективности напрямую зависит сохранность качества, безопасности и терапевтической эффективности лекарственных средств на всех этапах обращения [1, с. 27].

Логистика лекарственных средств в настоящее время рассматривается не только как вспомогательная функция фармацевтической деятельности, но и как стратегический элемент системы здравоохранения. Нарушение условий хранения или транспортировки может привести к деградации активных фармацевтических субстанций, снижению эффективности лекарственной терапии и формированию рисков для здоровья населения [2, с. 64]. В связи с этим обеспечение надлежащих логистических условий становится одной из приоритетных задач фармацевтической отрасли.

Актуальность проблематики усиливается в условиях усложнения цепей поставок и роста межрегиональных и трансграничных перевозок лекарственных средств. Современные логистические цепи включают множество этапов и участников, что увеличивает вероятность отклонений от нормативных параметров хранения и транспортировки, особенно при обращении препаратов, чувствительных к температурным воздействиям [3, с. 112].

Дополнительным фактором трансформации фармацевтической логистики является активное внедрение цифровых технологий. Использование автоматизированных систем мониторинга, электронного документооборота и систем прослеживаемости лекарственных средств способствует повышению прозрачности логистических процессов, снижению влияния человеческого фактора и усилению контроля качества продукции [4, с. 15].

Целью настоящей статьи является анализ современных логистических подходов в хранении и транспортировке лекарственных средств с позиции обеспечения качества, безопасности и устойчивости цепей поставок.

Фармацевтическая логистика представляет собой специализированную область логистики, направленную на управление материальными и информационными потоками лекарственных средств с учётом их физико-химических, фармакологических и терапевтических особенностей [5, с. 24]. В отличие от логистики товаров общего назначения, обращение лекарственных средств подчиняется строгим нормативным требованиям, ориентированным на защиту здоровья населения.

Роль логистики в системе хранения и транспортировки лекарственных средств заключается в обеспечении сохранности качества продукции на протяжении всего срока её годности. Хранение и транспортировка являются критическими этапами обращения лекарственных средств, поскольку именно

на данных этапах создаются условия, определяющие стабильность активных веществ и безопасность готовых лекарственных форм [6, с. 148].

Современные логистические подходы основаны на принципе системности, в рамках которого хранение и транспортировка рассматриваются как взаимосвязанные элементы единой цепи поставок. Нарушение одного из звеньев логистической цепи неизбежно отражается на качестве лекарственного средства и может привести к снижению терапевтической эффективности препарата [5, с. 41].

Таким образом, логистика в системе хранения и транспортировки лекарственных средств выполняет не только техническую, но и социально значимую функцию, напрямую влияя на эффективность лекарственного обеспечения и безопасность пациентов.

Хранение лекарственных средств является одним из наиболее ответственных этапов фармацевтической логистики, поскольку именно на данном этапе формируются условия, определяющие стабильность качества продукции в течение всего срока годности [8, с. 203].

Организация хранения лекарственных средств осуществляется в соответствии с требованиями надлежащей дистрибуционной практики (Good Distribution Practice, GDP), которые регламентируют параметры складской инфраструктуры, условия хранения, квалификацию персонала и порядок документирования логистических операций [9, с. 15]. Соблюдение данных требований позволяет минимизировать риски порчи, деградации и утраты терапевтической эффективности лекарственных препаратов.

Особое внимание в системе хранения уделяется термолабильным лекарственным средствам, включая вакцины, иммунобиологические препараты, гормональные и противовирусные лекарственные средства. Даже кратковременное отклонение от установленного температурного режима может привести к необратимым изменениям структуры активных веществ и снижению эффективности лекарственной терапии [10, с. 64].

Современные логистические подходы предусматривают внедрение риск-ориентированного управления, направленного на выявление, оценку и минимизацию рисков, связанных с условиями хранения лекарственных средств. К числу таких рисков относятся сбои в работе оборудования, человеческий фактор и воздействие неблагоприятных внешних условий [11, с. 22].

Транспортировка лекарственных средств является одним из наиболее уязвимых этапов фармацевтической логистики, поскольку в процессе

перевозки существенно возрастает риск нарушения установленных условий хранения [6, с. 148].

Ключевым элементом транспортной логистики является управление холодовой цепью, представляющей собой совокупность мероприятий, направленных на поддержание заданного температурного режима на протяжении всего логистического маршрута [12, с. 9]. Для термолабильных препаратов соблюдение температурных параметров является обязательным условием сохранения их фармакологической активности.

Современные подходы к транспортировке лекарственных средств включают использование специализированного транспорта, электронных терморегистраторов и валидированных маршрутов доставки. Применение систем температурного мониторинга позволяет фиксировать параметры перевозки в режиме реального времени и документировать все отклонения от допустимых значений [13, с. 12].

Таким образом, управление холодовой цепью является ключевым фактором обеспечения качества лекарственных средств в процессе транспортировки и требует применения современных технических и организационных решений.

Цифровизация фармацевтической логистики является одним из приоритетных направлений её развития. Внедрение информационных логистических систем способствует автоматизации процессов хранения, транспортировки и учёта лекарственных средств [14, с. 6].

Одним из ключевых цифровых инструментов является система прослеживаемости лекарственных средств (Track & Trace), обеспечивающая контроль движения каждой единицы продукции по всей цепи поставок. Использование цифровой маркировки позволяет повысить прозрачность логистических операций и снизить риски оборота контрафактной продукции [15, с. 12].

Интеграция систем мониторинга условий хранения и транспортировки с электронным документооборотом позволяет повысить эффективность логистического управления и обеспечить оперативное реагирование на возможные отклонения [4, с. 114].

Проведённый анализ современных логистических подходов в хранении и транспортировке лекарственных средств позволяет сделать вывод о том, что фармацевтическая логистика является стратегически значимой сферой, напрямую влияющей на качество и безопасность лекарственной терапии. Эффективное управление процессами хранения и транспортировки,

соблюдение требований GDP, поддержание холодовой цепи и внедрение цифровых инструментов контроля обеспечивают устойчивость цепей поставок и защиту интересов пациентов.

**Список литературы**

1. Аникин Б. А. Логистика : учеб. пособие. — М. : ИНФРА-М, 2021. — 352 с.
2. Родников А. Д. Фармацевтическая логистика : организация и управление. — М. : ГЭОТАР-Медиа, 2019. — 288 с.
3. Гаджинский А. М. Логистика: теория и практика. — М. : Дашков и К°, 2020. — 484 с.
4. Государственная фармакопея Российской Федерации. — М. : Министерство здравоохранения РФ, действующее издание.
5. Guidelines on Good Distribution Practice of Medicinal Products for Human Use. — Brussels : European Commission, 2013.
6. WHO Technical Report Series No. 908. Quality assurance of pharmaceuticals. — Geneva : World Health Organization, 2003. — 243 p.
7. СП 3.3.2.1248-03. Условия хранения и транспортирования медицинских иммунобиологических препаратов. — М., 2003.
8. ISO 9001:2015. Quality management systems — Requirements. — Geneva : International Organization for Standardization, 2015.
9. Решение Совета Евразийской экономической комиссии от 03.11.2016 № 80 «Об утверждении Правил надлежащей дистрибьюторской практики в рамках ЕАЭС».
10. Track & Trace Systems in Pharmaceutical Supply Chains. — Cham : Springer, 2021. — 312 p.
11. Digital Transformation in Pharmaceutical Logistics. — Amsterdam : Elsevier, 2022. — 295 p.
12. Christopher M. Logistics and Supply Chain Management. — London : Pearson Education, 2016. — 328 p.
13. Lambert D. M., Cooper M. C. Issues in Supply Chain Management // Industrial Marketing Management. — 2000. — Vol. 29. — P. 65–83.
14. Good Storage and Distribution Practices for Medical Products. — Geneva : World Health Organization, 2020.
15. OECD. Pharmaceutical Supply Chains and Logistics Resilience. — Paris : OECD Publishing, 2021.

© Бейсенова З.К., Баяхметова Г.Ж, Баяхметова Ж.Т., 2025

# СЕКЦИЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫЕ НАУКИ

# ЭФФЕКТИВНОСТЬ ФУНГИЦИДОВ В ПОСЕВАХ ПОДСОЛНЕЧНИКА

**Гайдамакин Алексей Владимирович**
аспирант
Научный руководитель: **Глазунова Наталья Николаевна**
д.с.-х.н., доцент
ФГБОУ ВО «Ставропольский государственный аграрный университет»

**Аннотация:** фунгициды в защите подсолнечника способствуют к увеличению урожайности, высокому качеству и получению высокой прибыли. На сегодняшний день подбор различных действующих веществ из разных химических классов и их комбинаций против различных заболеваний подсолнечника является актуальной задачей. Поэтому требует тщательных исследований в этой области.

**Ключевые слова:** подсолнечник, болезни, фунгициды, биологическая эффективность, урожайность.

# THE EFFECTIVENESS OF FUNGIQUIDES IN SUNFLOWER CROPS

**Gaidamakin Alexey Vladimirovich**
Scientific adviser: **Glazunova Natalia Nikolaevna**

**Abstract:** Fungicides in the protection of sunflower contribute to an increase in yield, high quality and high profit. Today, the selection of various active substances from different chemical classes and their combinations against various diseases of sunflower is an urgent task. Therefore, it requires thorough research in this area.

**Key words:** sunflower, diseases, fungicides, biological efficiency, yield.

В Российской Федерации подсолнечник считают одной из самых рентабельных сельскохозяйственных культур. Высокие урожаи подсолнечника прежде всего зависят, от своевременного фитосанитарного мониторинга и состояния посевов. Согласно исследованиям Саскевич П.А., Коготько Л.Г. и

других, посевы подсолнечника подвержены влиянию более полусотни различных заболеваний, при этом грибковые заболевания встречаются значительно чаще бактериальных и вирусных [1].

Фитосанитарное состояние подсолнечника зависит от видового состава возбудителей болезней, агрессивности и вирулентности патогенов. Важную роль играют сроки заражения болезнями, которые напрямую зависят от климатических условий, региона выращивания, устойчивости используемых гибридов или сортов, а также применяемых агротехнических методов. Фитосанитарное состояние посевов подсолнечника необходимо моделировать: мониторингом посевов, агротехническим, биологическим и химическим.

Обеспечение надежной защиты подсолнечника от заболеваний – ключевой аспект увеличения объемов урожая [2]. Рациональное использование фунгицидных препаратов способствует улучшению экономической эффективности выращивания данной культуры [3]. В связи с этим, тестирование фунгицидов играет важную роль в системе защиты подсолнечника от патогенов.

Для применения фунгицидов на подсолнечнике необходимо удостовериться о регистрации фунгицида в государственном каталоге пестицидов и агрохимикатов. На территории РФ на подсолнечнике зарегистрировано большое количество фунгицидов, с действующими веществами из разных химических классов и с разнообразными комбинациями. Это способствует сельхозтоваропроизводителю при обработки фунгицидами посевов подсолнечника предотвращать поражение болезнями.

Н. Н. Глазунова, Ю. А. Безгина в сезоне 2017-2018 года проводили исследования по биологической эффективности фунгицидов путем определения сроков внесения и кратности в посевах подсолнечника. Кроме того, авторы исследовали, как использование фунгицидов сказывается на объеме урожая подсолнечника, выращиваемого в различных климатических зонах Ставропольского края.

Для исследований против листостебельных заболеваний подсолнечника использовали фунгициды: Аканто Плюс, КС, Танос, КС и Спирит, КС.

Первую фунгицидную обработку проводили в фазу 6 пар настоящих листьев подсолнечника, препаратом Танос, КС (фамоксадон 250 г/л + цимоксанил 250 г/л) с нормой расхода - 0,6 л/га. Перед обработкой провели учёт болезней. Обнаружили: ложная мучнистая роса распространение которой

составило - 2 %, фомоз распространение которого составляло - 5 %, а степень его развития - 3 %.

В фазе «звёздочка» растения были обработаны фунгицидами во второй раз, следуя схеме опыта. На контроле, где фунгициды не использовались, выявлено следующее: 10% растений были поражены ЛМР, а фомоз обнаружился на 10% растений с степенью развития 4%.

Анализ полученных данных позволил сделать заключение о высокой эффективности фунгицидов Танос (фамоксадон 250 г/л + цимоксанил 250 г/л) и Аканто Плюс (пикоксистробин 200 г/л + ципроконазол 80 г/л) в различные фазы культуры. В диапазоне от 94,6 до 96,2% они обеспечивают контроль распространения грибковых заболеваний, а по степени их развития - от 95,0 до 96,8%. Важно отметить, что эти показатели значительно превосходят эффективность фунгицида Спирит, который демонстрирует защиту посевов от распространения заболеваний на уровне 84,7% и от развития на 91,3%.

Наибольшую эффективность показал фунгицид Танос, КС с нормой расхода - 0,6 л/га в фазу «звездочка», который позволил получить прибавку урожая 5,1 ц/га, увеличивая дополнительную прибыль на 6153,28 руб./га в сравнении с хозяйственным вариантом. В 2017 году климатические условия были достаточно влажными, что способствовало получить высокие показатели урожайности. В таких климатических условиях, оценивать эффективность фунгицидов наиболее достоверно. Так как влажные климатические условия, способствуют более благоприятному развитию заболеваний.

Но проведенные исследования показали, что применение фунгицидов в фазу 6 пар и «звездочка» способствовало прибавке к урожаю на 3,7 ц/га, но и увеличению затрат на получение дополнительного урожая, что снизило прибыль до 1570,32 руб./га в сравнении с хозяйственным вариантом.

Наилучшим вариантом оказался Аканто Плюс - 0,6 л/га. На данном варианте прибавка урожая составила 3,5 ц/га, а дополнительная прибыль увеличилась на 4352,3 руб./га в сравнении с хозяйственным вариантом [3].

В 2021-2022 году О. П. Кожевникова, Г. А. Бурлака, Д. Ю. Токарев, Е.Х. Нечаева испытывали в посевах подсолнечника различные фунгициды и оценивали их эффективность против ржавчины в Самарской области. Они отметили, что наибольшая урожайность была зафиксирована на вариантах с применением фунгицидов Амистар Голд и Аканто Плюс. На гибриде СИ Бакарди КЛП фунгициды способствовали получить урожай в размере 24,4 ц/га. Гибрид Сумико, обработанный фунгицидом Аканто Плюс, показал

урожайность на уровне 22,4 ц/га. Но, обработка фунгицидом Оптимо привела к наименьшей урожайности, независимо от гибрида (Бакарди или Сумико): 21,6 ц/га для СИ Бакарди и 19,8 ц/га для Сумико. По вариантам опыта прибавка урожая подсолнечника в среднем относительно контрольного участка (без обработки фунгицидами) составила 2-3 ц/га, что нынешнем производстве является существенным [4].

Н.Н. Вошедский и Т.И. Пасько исследовали эффективность фунгицидов против сухой гнили на подсолнечнике в Ростовской области. Они обнаружили, что на всех исследуемых вариантах с применением фунгицидов Пиктор, КС в норме расхода - 0,5 л/га и Оптимо, КЭ - 1 л/га наблюдалось снижение вредоносности заболеваний подсолнечника. Биологическая эффективность фунгицида Пиктор, КС составила - 69,1%. На варианте Оптимо, КЭ составило - 67,0%, что меньше на 2,1%. Из полученных данных урожайности, также проведен расчет экономической эффективности применения фунгицидов. Исследования, проведенные в Приазовской зоне Ростовской области, показали, что применение фунгицидов для защиты подсолнечника позволяло достичь биологической эффективности в борьбе с ризопусной гнилью (Rhyzopus nodosus) в диапазоне от 67,0 до 69,1%. Применение фунгицидов привело к увеличению урожайности: в случае с препаратом Пиктор, КС, прибавка составила 2,8 ц/га, а при использовании Оптимо, КЭ – 3,0 ц/га. С точки зрения экономической выгоды, препарат Оптимо, КЭ продемонстрировал лучшие результаты, обеспечив условно-чистый доход в размере 1545 рублей с гектара, в то время как для Пиктора, КС этот показатель составил 780 рублей с гектара [5].

Авдеенко А.П. в 2019 году в Ростовской области испытывала фунгициды: химического (Танос, 0,6 кг/га, Пиктор, КС 0,5 л/га) и биологического (БФТИМ, Ж - 2,0 л/га) происхождения, различные сроки внесения и совместные комбинации препаратов. Одноразовую обработку за весь вегетационный период проводили препаратами (Танос, КС - 0,6 л/га и БФТИМ, Ж - 2,0 л/га) в фазу 4-6 листьев подсолнечника. На вариантах (Танос, КС - 0,6 л/га + Пиктор, КС - 0,5 л/га; БФТИМ, Ж - 2,0 л/га + БФТИМ, Ж - 2,0 л/га; Танос, КС - 0,6 л/га + БФТИМ, Ж - 2,0 л/га; БФТИМ, Ж - 2,0 л/га + Пиктор, КС - 0,5 л/га) обработку проводили дважды: в фазу 4-6 листьев и фазу «звёздочка». В данном опыте Авдеенко А.П. определяла экономически выгодную схему защиты подсолнечника.

Анализ экономической эффективности защиты подсолнечника показал, что стоимость урожая напрямую зависит от величины его урожайности и по

вариантам исследований. Самый высокий урожай получили на варианте БФТИМ, Ж - 2,0 л/га + Пиктор, КС - 0,5 л/га. Поэтому себестоимость урожая варьировала от 39,0 тыс.руб/га на контроле и до 50,6 тыс.руб/га (БФТИМ, Ж - 2,0 л/га + Пиктор, КС - 0,5 л/га).

Размер прямых затрат колебался от 28,2 тыс. руб./га на контрольном участке до 35,2 тыс. руб./га при обработке посевов подсолнечника дорогостоящими химическими фунгицидами по следующей схеме: Танос, КС - 0,6 л/га и Пиктор, КС - 0,5 л/га. Использование как биологических, так и химических фунгицидов в схеме обработки подсолнечника несколько снижает прямые затраты до уровня 32,1-32,5 тыс. руб./га, в то время как применение исключительно биологических фунгицидов приводит к снижению затрат на производство маслосемян культуры до 28,8-29,4 тыс. руб./га.

Анализ рентабельности производства подсолнечника показал, что выращивать данную сельскохозяйственную культуру рентабельно. Рентабельные варианты при обработке посевов биологическими фунгицидами БФТИМ, Ж - 2,0 л/га и БФТИМ, Ж 2,0 л/га + БФТИМ, Ж - 2,0 л/га составила 72,1 и 62,3 %. Обработка подсолнечника только химическими фунгицидами снижает рентабельность его производства до 33,8-47,2%. Если использовать совместно химические и биологические фунгициды рентабельность составляет до 51,3 - 55,8% [6].

Исследования показывают, что использование фунгицидов способствует не только улучшению фитосанитарной ситуации, но и сохранению урожая подсолнечника.

## Список литературы

1. Саскевич П.А., Коготько Л.Г., Кажарский В.Р., Дуктов В.П., Журавский А.С., Устинова Н.В. Оценка применения фунгицидов в посевах подсолнечника // ВЕСТНИК БЕЛОРУССКОЙ ГОСУДАРСТВЕННОЙ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ АКАДЕМИИ / Учред: Белорусская государственная сельскохозяйственная академия, № 3, 2022, С. 54-59.

2. Системы защиты основных полевых культур Юга России / Н. Н. Глазунова, Ю. А. Безгина, Л. В. Мазницына, О. В. Шарипова. Ставрополь, 2013. 184 с.

3. Н. Н. Глазунова, Ю. А. Безгина, Л. В. Мазницына ВЛИЯНИЕ ФУНГИЦИДОВ НА УРОЖАЙНОСТЬ ПОДСОЛНЕЧНИКА НА ЮГЕ

РОССИИ / ВЕСТНИК АПК СТАВРОПОЛЬЯ – Ставрополь. – 2019. - № 4(36). – С. 54-59.

4. О.П. Кожевникова, Г.А. Бурлака, Д.Ю. Токарев, Е.Х. Нечаева Эффективность применения фунгицидов на посевах гибридов подсолнечника / АПК РОССИИ: ОБРАЗОВАНИЕ, НАУКА, ПРОИЗВОДСТВО Сборник статей VI Всероссийской (национальной) научно-практической конференции с международным участием. Под научной редакцией М.К. Садыговой, А.А. Галиуллина, М.В. Беловой. Пенза, 2023, С. 149-153.

5. Вошедский Н.Н., Пасько Т.И. Эффективность фунгицидов против сухой гнили подсолнечника / МЕЖДУНАРОДНЫЙ ЖУРНАЛ ГУМАНИТАРНЫХ И ЕСТЕСТВЕННЫХ НАУК Учред.: ООО "Капитал", - пос. Рассвет, - 2018, - № 2, - С. 103-105.

6. Авдеенко А.П. Экономическая оценка эффективности применения фунгицидов на подсолнечнике / INNOVATION SCIENCE Сборник научных трудов по материалам II Международной научно-практической конференции / Издательство: Международный научно-информационный центр "Наукосфера". - Смоленск, - 2019, - С. 48-51.

© Гайдамакин А.В.

# СЕКЦИЯ ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

# ПРИМЕНЕНИЕ КОНСТРУКЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ В НЕФТЕГАЗОВОЙ ОТРАСЛИ

**Кван Ольга Вилориевна**
д.б.н.
**Шароварова Ирина Сергеевна**
студент
ФГБОУ ВО «Оренбургский государственный университет»

**Аннотация:** в статье рассматривается нефтегазовая промышленность как ключевой сектор мировой экономики, обеспечивающий сырьём энергетику, транспорт, фармацевтику и другие отрасли. Основное внимание отводится использованию различных конструкционных материалов для изготовления оборудования и деталей, использующихся в нефтегазовой отрасли. Раскрыто многофункциональное использование материалов, описаны их эксплуатационные характеристики: химическая стойкость, механическая прочность, климатическая адаптивность.

**Ключевые слова:** нефтегазовая промышленность, конструкционные материалы, углеводороды, стальные трубы, полимерные трубы.

# APPLICATION OF STRUCTURAL MATERIALS IN THE OIL AND GAS INDUSTRY

**Kvan Olga Vilorievna**
**Sharovarova Irina Sergeevna**

**Abstract:** this article examines the oil and gas industry as a key sector of the global economy, providing raw materials for the energy, transportation, pharmaceutical, and other industries. The focus is on the use of various structural materials for the manufacture of equipment and components used in the oil and gas industry. The multifunctional use of these materials is explored, and their performance characteristics, including chemical resistance, mechanical strength, and climatic adaptability, are described.

**Key words:** oil and gas industry, structural materials, hydrocarbons, steel pipes, polymer pipes.

Нефтегазовая промышленность является главным сектором топливной промышленности, который играет ключевую роль в мировой экономике. Продукты производства находят применение в различных областях, таких как энергетика, транспорт, фармацевтика и производство товаров широкого потребления. Целью данной отрасли является извлечение нефти и газа из недр земли на поверхность, их переработка, транспортировка и сбыт. И все эти процессы нуждаются в использовании соответствующего оборудования.

В данной статье рассмотрим особенностей применения современных материалов в нефтегазовой промышленности. Проанализируем преимущества и недостатки материалов (сталь, стеклопластики, полимеры и др.).

Материалы, предназначенные для изготовления конструкций, деталей машин, элементов сооружений, воспринимающих силовую нагрузку называются конструкционными. Определяющими параметрами таких материалов являются механические свойства и высокая конструкционная прочность, что отличает их от других технических материалов.

Тип конструкционных материалов выбираются с учетом условий эксплуатации оборудования. В нефтегазовой промышленности оборудование подвергается воздействию высоких температур (до +600°С и выше), агрессивных химических сред, а также значительным механическим нагрузкам. Поэтому материалы должны обладать свойствами, которые противостоят действию этих факторов.

Например, для транспортировки нефти и газа используются различные виды оборудования: трубопроводы, насосы, компрессоры и транспортные средства. Выбор оборудования зависит от вида перекачиваемой среды, её вязкости, плотности и температуры.

В современном мире для транспортировки используются стальные и полимерные трубы. Первые являются традиционным материалом для транспортировки углеводородов, систем поддержания пластового давления, сбора нефти и газа. Однако стальные трубы подвержены коррозии, что может привести к их разрушению и утечкам [5].

Полимерные трубы используются для промысловых и магистральных трубопроводов. Армированные полимерные трубы – имеют полимерный или металлический армирующий каркас, могут сгибаться, но с большим радиусом. Стеклопластиковые трубы — легче металлических и не подвержены коррозии, но жёсткие и хрупкие, требуют подготовки трассы. Плоскосворачиваемые полиуретановые рукава — сохраняют гибкость до -60

°С, в свёрнутом состоянии занимают мало места и могут монтироваться на пересечённой местности с высокой скоростью — до 40 км/ч [1].

Всё шире становится применение полимерных материалов, так они обладают наиболее подходящими свойствами и изделия из таких материалов служат намного дольше (табл. 1).

**Таблица 1**

**Преимущества и особенности труб из разных материалов**

| Материал | Прочность | Коррозия | Срок службы |
|---|---|---|---|
| Сталь | Высокая | Подвержены | До 50 лет |
| Полиэтилен ПВП | Средняя | Устойчивые | До 150 лет |
| Стекловолокно | Низкая | Устойчивые | До 50 лет |

Полиэтилен имеет широкое применение в нефтегазовой отрасли для транспортировки газа, нефти и не только. Для изготовления труб используют трубные марки полиэтилена высокой плотности (ПВП), так как его прочностные характеристики выше, чем у полиэтилена низкой плотности. Полиэтиленовые трубы могут прокладываться как в траншеях, так и над землёй. Трубы для надземной прокладки иногда изготавливают с тонким защитным слоем специальной ПЭ-композиции белого цвета – для снижения нагрева от прямых солнечных лучей [3].

Для транспортировки газа используются полиэтиленовые трубы из ПНД предназначены для сооружения магистральных газопроводов и распределительных сетей газоснабжения — для транспортировки газа потребителям. Используют материал марок ПЭ-80 и ПЭ-100 [4].

Полиэтиленовые трубы для газопроводов обладают некоторыми особенностями: прочность и устойчивость к воздействию химических реагентов и перепадам температур, легкость таких труб упрощает транспортировку и монтаж газопровода, газонепроницаемость исключает проникновение кислорода внутрь трубопровода, так как при его повреждении чревато возникновением взрывоопасной ситуации.

Для нефти применяются полиэтиленовые трубы, которые используются для строительства напорных нефтепроводов –трубопроводов для транспортирования подготовленной или частично подготовленной нефти от пункта сбора нефти и дожимной насосной станции до центрального пункта сбора под давлением до 4 Мпа [2].

Такие трубопроводы обладают рядом преимуществ:

Обладают высокой коррозионной и гидроабразивной стойкостью, повышенной пропускной способностью.

Подходят для прокладки под землёй, на её поверхности и над ней.

Благодаря эластичности могут применяться в местах с повышенной сейсмической активностью.

Металлопластиковые трубы – это полимерная труба, армированная жёстким стальным каркасом. Каркас внутри стенки трубы изолирован от воздействия внешней и перекачиваемой среды полимером. Особенности: прочностные качества, близкие к стальным трубам (благодаря металлическому каркасу), химическая стойкость и износостойкость (благодаря полимеру).

Преимущества использования полиэтилена связаны с его устойчивостью к агрессивным средам, длительным сроком службы и другими свойствами. Трубопроводы из полиэтилена: Обладают коррозионной стойкостью – полиэтилен химически инертен, не вступает в контакт с большинством агрессивных сред (нефть, газ, сероводород и др.). Не требуется антикоррозионная защита. Гарантированный срок эксплуатации полиэтиленовых труб – 50 лет, расчётный – до 150 лет. Гибкость – позволяет выпускать трубы с рабочей длиной до нескольких сотен метров, что упрощает монтаж. У труб из полиэтилена хорошая теплоизоляция.

Но в нефтегазовой промышленности из полиэтилена используют не только трубопроводы, а так же кабели, покрытия, элементы оборудования.

Сегодня выбор материала для трубопроводов определяется комплексом факторов: типом транспортируемой среды, условиями эксплуатации, требованиями к долговечности и экономической эффективностью. Полимерные и металлопластиковые трубы, благодаря своим уникальным свойствам, всё активнее вытесняют традиционные стальные конструкции, открывая новые возможности для развития отрасли.

## Список литературы

1. Андреев И.Г., Тихонов А.М. Опыт внедрения полиэтиленовых трубопроводов в российских нефтегазовых месторождениях // Полимерные материалы в промышленности. 2022. № 9. С. 30–37.

2. Романов И.И. Перспективы использования полиэтиленовых труб в магистральных нефтегазопроводах // Полимерные технологии. 2015. № 2. С. 48–53.

3. Саввина Н.В. Исследование прочности и долговечности армированных полиэтиленовых труб для газопроводов: дис. ... канд. техн. наук. Новосибирск, 2015. 86 с.

4. Шурайц А.Л. Газопроводы из полимерных материалов. М.: Стройинформ, 2007. 256 с.

5. Ягафаров А. В. СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ МАТЕРИАЛОВ ТРУБ НЕФТЕГАЗОВОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ // Форум молодых ученых. 2020. №2 (42).

© Кван О.В., Шароварова И.С.

# ИНФОРМАЦИОННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ В ЭКОСИСТЕМЕ WEB 3.0: УГРОЗЫ, УЯЗВИМОСТИ И СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ ЗАЩИТЫ

**Князев Евгений Александрович**
аспирант
**Привалов Александр Николаевич**
д.т.н., профессор
ШФ ФГБОУ ВО «Ивановский государственный университет»

**Аннотация:** в данной статье рассматриваются основные угрозы информационной безопасности, возникающие в экосистеме Web 3.0, а также анализируются современные методы защиты, применяемые в децентрализованных системах. Проведён обзор типичных форм мошенничества (скамы, фишинговые атаки, rug pull), уязвимостей смарт-контрактов и рисков, связанных с манипуляцией данными оракулов. Особое внимание уделено угрозам в сфере децентрализованных финансов (DeFi), рыночным манипуляциям и отмыванию средств через криптовалютные инструменты. Рассмотрены существующие подходы к обеспечению безопасности: аудит и верификация смарт-контрактов, применение машинного обучения для выявления мошеннических схем, использование децентрализованных оракулов и систем мониторинга.

**Ключевые слова:** Web 3.0; блокчейн; децентрализованные приложения; смарт-контракты; информационная безопасность; фишинг; скам; DeFi; оракулы; машинное обучение; криптовалюты; аудит безопасности; киберугрозы.

# INFORMATION SECURITY IN THE WEB 3.0 ECOSYSTEM: THREATS, VULNERABILITIES AND MODERN PROTECTION METHODS

**Knyazev Evgeniy Alexandrovich**
**Privalov Alexander Nikolaevich**

**Abstract:** this article examines the main information security threats emerging in the Web 3.0 ecosystem, as well as analyzes modern protection methods

used in decentralized systems. A review of common forms of fraud (scams, phishing attacks, rug pulls), smart contract vulnerabilities, and risks associated with oracle data manipulation is conducted. Special attention is given to threats in the decentralized finance (DeFi) sector, market manipulation, and money laundering through cryptocurrency tools. Existing approaches to ensuring security are considered: auditing and verification of smart contracts, the use of machine learning to detect fraudulent schemes, and the use of decentralized oracles and monitoring systems.

**Key words:** Web 3.0; blockchain; decentralized applications; smart contracts; information security; phishing; scam; DeFi; oracles; machine learning; cryptocurrencies; security audit; cyber threats.

Переход к децентрализованной парадигме Web 3.0 радикально изменяет архитектуру киберпространства и, соответственно, модель угроз. Отказ от централизованных посредников и внедрение блокчейн-технологий усиливают прозрачность и автономность систем, но одновременно создают новые векторы атак, ранее нехарактерные для традиционного веба. Web 3 унаследовал целый спектр рисков от предыдущих поколений - фишинг, мошенничество, социальную инженерию, - однако специфические механизмы децентрализации порождают уникальные уязвимости, связанные со смарт-контрактами, оракулами, инфраструктурой и экономикой токенов. Ниже представлен системный обзор основных угроз безопасности Web 3.0 и современных подходов к их нейтрализации.

Мошенничество (scam) остаётся одной из самых распространённых угроз в экосистеме Web3. Помимо классических фишинговых атак, пользователи сталкиваются с новыми типами обмана, ориентированными на криптовалютные активы. Среди них - фиктивные ICO/IDO-проекты, «раздачи» токенов (giveaway scams), поддельные NFT-коллекции и Ponzi-схемы на блокчейне, в которых смарт-контракт имитирует инвестиционный механизм, выплачивая прибыль за счёт новых вкладчиков. Особое распространение получила схема rug pull, когда создатели DeFi-проекта внезапно выводят ликвидность, полностью обесценивая токен. По статистике 2021–2023 годов, число таких инцидентов резко выросло, особенно на неконтролируемых децентрализованных биржах (DEX).

Методы противодействия включают повышение цифровой грамотности пользователей, публикацию предупреждений о мошеннических активностях и развитие автоматизированных систем анализа контрактов. Научные работы

демонстрируют, что алгоритмы машинного обучения (например, случайный лес или градиентный бустинг) способны выявлять Ponzi-контракты с точностью до 94%. Появляются децентрализованные репутационные системы, где пользователи коллективно отмечают подозрительные проекты, создавая эффект «социального антивируса».

Смарт-контракты лежат в основе большинства Web3-приложений и управляют значительными объёмами цифровых активов. Ошибка в коде или логике может привести к необратимым финансовым потерям. Один из самых известных примеров - взлом DAO (2016), где уязвимость Reentrancy позволила хакеру похитить около $60 млн, что стало причиной раскола сети Ethereum.

Среди типовых уязвимостей выделяются переполнение целочисленных типов, ошибки проверки условий, нарушения логики аукционов, а также атаки с использованием flash loans - мгновенных кредитов, позволяющих манипулировать контрактами в одной транзакции. Такие атаки нанесли ущерб DeFi-протоколам на миллионы долларов в 2020–2021 гг. [1, с. 33].

Система защиты строится на трёх уровнях:

1. Аудит безопасности - обязательная практика перед развёртыванием контракта (организации OpenZeppelin, Trail of Bits и др.).
2. Автоматический анализ кода - инструменты вроде Mythril, Slither и Certora проверяют контракты статически и динамически.
3. Мониторинг исполнения - решения наподобие RunTime Verification отслеживают подозрительные вызовы и операции в реальном времени.

Дополнительно применяются шаблоны безопасного проектирования (OpenZeppelin Contracts), механизмы экстренного останова (circuit breaker) и принципы минимизации сложности. Несмотря на это, концепция «абсолютно безопасного контракта» остаётся недостижимой, что требует постоянного мониторинга и оперативного реагирования на инциденты.

Многие приложения Web3 используют оракулы - сервисы, передающие в блокчейн внешние данные (например, курсы валют). Нарушение достоверности этих данных может привести к катастрофическим последствиям. Известны случаи атак на Compound (2020) и dYdX (2019), когда искажение данных оракула позволило злоумышленникам извлечь прибыль или ликвидировать чужие позиции [3, с. 370].

Современные подходы к защите включают:

– Децентрализацию оракулов (пример - сеть Chainlink), где используется консенсус нескольких независимых источников.

– Криптографическую верификацию данных, обеспечивающую доказуемость их корректности.

– Ограничение доверия - внедрение временных задержек и ограничений на изменение параметров смарт-контракта.

Перспективным направлением исследований является концепция MetaOracle, сочетающая on-chain и off-chain проверку, а также использование Zero-Knowledge Proofs для верификации данных без раскрытия их содержания. Это открывает путь к созданию действительно доверенных каналов данных для децентрализованных приложений.

Децентрализованные финансы (DeFi) создают условия для новых форм рыночных манипуляций. Одним из наиболее заметных примеров является wash trading - фиктивные торги, когда злоумышленник совершает сделки сам с собой, искусственно повышая объёмы и стоимость активов. Такие практики особенно распространены на NFT-платформах и DEX, где отсутствует централизованный контроль. Для выявления подобных схем применяются графовые и статистические методы анализа транзакций - кластеризация адресов, поиск циклических операций и выявление аномалий в структуре потока средств.

Параллельно усиливается проблема отмывания денег через криптовалюты. Преступники используют миксеры, конвертацию токенов и NFT, а также цепочки мелких транзакций для сокрытия происхождения средств.

В ответ развиваются технологии AML (Anti-Money Laundering) для блокчейна. Компании Chainalysis и CipherTrace анализируют потоки средств, маркируют «грязные» адреса и выстраивают карты связей. Научные модели, такие как предложенная Onu et al. (2023), применяют машинное обучение для классификации адресов Ethereum по категориям «фишинг», «обменник», «мошенничество». Тем не менее полное устранение угрозы невозможно без участия регуляторов и внедрения частично централизованных механизмов идентификации.

Технологический фундамент Web3 включает P2P-сети, децентрализованные хранилища (IPFS) и мосты между Web2 и Web3. Это создаёт множество точек уязвимости.

Ключевые типы атак:

– 51%-атаки на блокчейны с консенсусом Proof-of-Work или Proof-of-Stake, когда злоумышленник получает контроль над большей частью вычислительных ресурсов или монет.

– DDoS-атаки на узлы и RPC-интерфейсы, нарушающие работу приложений.

– Эксплуатация уязвимостей Web2-компонентов, включая DNS и XSS в интерфейсах dApp, что может привести к краже приватных ключей.

Противодействие включает использование PoS-протоколов с экономическими штрафами (slashing), применение WAF и CSP, а также развитие децентрализованных DNS-систем (ENS). Кроме того, кошельки нового поколения (например, MetaMask Snaps) внедряют изоляцию контекста исполнения и предупреждения о рисках взаимодействия с небезопасными контрактами. Аппаратные кошельки остаются самым надёжным методом защиты конечного пользователя.

Современная экосистема Web 3 демонстрирует активное развитие инструментов безопасности. Появляются децентрализованные системы мониторинга, такие как Forta, где независимые боты анализируют транзакции и контракты, выявляя эксплойты и мошеннические действия в реальном времени. Интеграция искусственного интеллекта и машинного обучения становится ключевым трендом - графовые нейросети применяются для выявления сложных аномалий и корреляций между событиями в блокчейне.

Однако остаются нерешённые задачи:

- отсутствие общедоступных датасетов и стандартов оценки рисков,
- слабая интероперабельность инструментов безопасности,
- отсутствие унифицированных отраслевых норм (аналогов OWASP для Web3).

Перспективные направления исследований включают формальные языки для безопасного программирования смарт-контрактов, применение Zero-Knowledge Proofs для проверки вычислений и развитие децентрализованных идентификаторов (DID), повышающих контроль пользователя над личными данными.

Безопасность Web 3.0 требует комплексного подхода, объединяющего технические, организационные и образовательные меры. Новые угрозы - от уязвимостей смарт-контрактов до манипуляций на рынке - невозможно устранить изолированно. Эффективная защита должна сочетать аудит, мониторинг, искусственный интеллект и коллективные механизмы доверия.

Хотя децентрализация повышает устойчивость к отдельным типам атак, она также усложняет реагирование и регуляцию. Поэтому задача исследователей и разработчиков - выработать баланс между свободой экосистемы и контролем за безопасностью. Web 3.0 открывает путь к более прозрачной и автономной цифровой экономике, но её устойчивость напрямую зависит от зрелости механизмов защиты, разрабатываемых уже сегодня.

## Список литературы

1. Chen, T., Li, Z., Luo, X., Zhang, X. Understanding the Security Risks in Decentralized Finance (DeFi) // *IEEE Security & Privacy*. — 2022. — Т. 20, № 4. — С. 30–39. — DOI: 10.1109/MSEC.2022.3162960.

2. Mense, A., Flatscher, M. Security Vulnerabilities in Smart Contracts: Analysis and Detection Methods // *Journal of Computer Security*. — 2021. — Т. 29, № 3. — С. 355–380. — DOI: 10.3233/JCS-210016.

© Князев Е.А., Привалов А.Н., 2025

# АНАЛИЗ ТРАВМАТИЗМА НА ПРЕДПРИЯТИЯХ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО МАШИНОСТРОЕНИЯ

**Сутягина Валерия Сергеевна**
магистрант
**Батурина Елена Вячеславовна**
**Рудыка Елена Александровна**
к.т.н., доценты
ФГБОУ ВО «Воронежский государственный университет инженерных технологий»

**Аннотация:** проведен комплексный анализ причин и обстоятельств травмирования работников на заводах АО «Желдорреммаш», определены наиболее часто встречающиеся травмирующие факторы, профессии, работники которых чаще получают травмы, причины несчастных случаев. Выявлены основные направления повышения эффективности производственного процесса с точки зрения защиты работников предприятия от техногенных рисков.

**Ключевые слова:** производственная безопасность, техногенный риск, несчастный случай, травма, анализ состояния.

# ANALYSIS OF INJURIES AT RAILWAY MACHINERY ENTERPRISES

**Sutyagina Valeria Sergeevna**
**Baturina Elena Vyacheslavovna**
**Rudyka Elena Alexandrovna**

**Abstract:** a comprehensive analysis of the causes and circumstances of injuries among employees at the Zheldorremmash JSC factories has been conducted, and the most common injurious factors, professions, and causes of accidents have been identified. The main areas for improving the efficiency of the production process in terms of protecting employees from technological risks have been identified.

**Key words:** industrial safety, technological risk, accident, injury, and condition analysis.

Актуальность выбранной темы обусловлена необходимостью постоянного совершенствования системы управления техносферной безопасностью на предприятиях железнодорожного машиностроения, особенно на таких крупных производствах, как Воронежский тепловозоремонтный завод, входящий в АО «Желдорреммаш». Анализ работы отдела экологии и техносферной безопасности позволяет выявить основные направления повышения эффективности производственного процесса с точки зрения минимизации воздействия на окружающую среду и обеспечения защиты работников предприятия от техногенных рисков.

Цель исследования заключается в проведении комплексного анализа работы отдела экологии и техносферной безопасности с последующей разработкой рекомендаций по повышению техносферной защищенности. Для достижения поставленной цели предполагается решение ряда взаимосвязанных задач, включающих выявление основных факторов риска, разработку предложений по модернизации мероприятий по охране труда и промышленной санитарии.

Предметом изучения выступают процессы и механизмы функционирования указанного подразделения в рамках общей стратегии устойчивого развития промышленного комплекса Воронежской области [1]. Методология исследования базируется на комплексном подходе, включающем методы статистической обработки данных, моделирования экологических ситуаций, ситуационного анализа и метод экспертных оценок.

При анализе факторов травмирования определены основные виды происшествий в 2025 году (Табл. 1).

**Таблица 1**

**Травмирующие факторы**

| Травмирующий фактор | Количество |
|---|---|
| Падение при разности уровней высот (с деревьев, мебели, со ступеней, приставных лестниц, строительных лесов, зданий, оборудования, транспортных средств и др.) | 5 |
| Падение на поверхности одного уровня в результате проскальзывания, ложного шага или спотыкания | 4 |
| Удары падающими предметами и деталями (включая их осколки и частицы) при работе (обращении) с ними | 3 |
| Падение на ровной поверхности одного уровня, в том числе: | 2 |
| защемление между неподвижными и движущимися предметами, деталями и машинами (или между ними) | 2 |

Продолжение таблицы 1

| | |
|---|---|
| Падение в глубину (в шахты, ямы, равнины и других) | 1 |
| Воздействие движущихся, разлетающихся, вращающихся предметов, деталей, машин и других, в том числе: | 1 |
| контактные удары (ушибы) при столкновении с неподвижными предметами, деталями и машинами, в том числе в результате взрыва | 1 |
| Попадание инородного тела через кожу (край или обломок другого предмета, заноза и других) | 1 |
| Соприкосновение с горячими и раскаленными частями оборудования, предметами или материалами, включая воздействие пара и горячей воды | 1 |

В табл. 2 представлены профессии, работники которых получили травмы за отчетный период.

**Таблица 2**

**Профессии, работники которых получили травмы**

| Профессия/должность | Количество |
|---|---|
| Слесарь по ремонту подвижного состава | 4 |
| Слесарь-электрик по ремонту электрооборудования | 4 |
| Обрубщик | 2 |
| Слесарь-ремонтник | 2 |
| Изолировщик | 1 |
| Мастер | 1 |
| Машинист моечной машины | 1 |
| Слесарь по сборке металлоконструкций | 1 |
| Составитель поездов | 1 |
| Старший диспетчер | 1 |
| Токарь | 1 |
| Электромонтажник-схемщик | 1 |
| Электросварщик ручной сварки | 1 |

**Таблица 3**

**Возрастной контингент пострадавших**

| Возрастной контингент пострадавших | Количество |
|---|---|
| До 25 лет | 1 |
| От 26 до 40 | 8 |
| От 41 до 50 | 7 |
| От 51 до 60 | 3 |
| От 61 и старше | 2 |

Анализ причин и обстоятельств травмирования работников на заводах АО «Желдорреммаш» показывает, что до сих пор большинство производственных травм происходит из-за неудовлетворительной организации производства работ. Возникновение причин большей частью связано с недостаточным контролем со стороны руководителей и специалистов заводов за соблюдением требований безопасности [2]. Наиболее частые причины допущенных несчастных случаев представлены в табл. 4.

**Таблица 4**

**Причины несчастных случаев**

| Причины несчастных случаев | Количество |
|---|---|
| Прочие причины, классифицированные по материалам расследования несчастных случаев, в том числе неосторожность, невнимательность, поспешность | 10 |
| Неудовлетворительная организация производства работ, в т.ч. необеспечение контроля со стороны руководителей | 9 |
| Прочие причины, классифицированные по материалам расследования несчастных случаев: в том числе внезапное ухудшение состояния здоровья пострадавшего (головокружение и других) | 3 |
| Нарушение технологического процесса в том числе: использование оборудования, инструментов и материалов, не соответствующих технологии и виду выполняемых работ | 1 |
| Нарушение пострадавшим технологического процесса, что выразилось в выполнении им операции по шлифовке детали наждачной шкуркой на токарном станке в перчатках, без применения СИЗОД | 1 |
| Прочие причины, выразившиеся в нарушении требований безопасности пострадавшим | 1 |

На заводах в качестве профилактики травм, а также в целях улучшения условий труда работников организованы следующие мероприятия:

– проводится разъяснительная работа по соблюдению требований охраны труда, электробезопасности, рассматриваются и анализируются случаи производственного травматизма, рассматриваются вопросы организации проведения трехступенчатого контроля, оперативных проверок, нарушений требований охраны труда, результаты работы по талонной системе;

– проводятся проверки технологического оборудования на предмет соответствия требованиям безопасности, наличие блокировочных или предохранительных устройств, наличие защитных ограждений и блокировок рабочих зон, предупреждающих знаков безопасности;

– разрабатываются производственные инструкции на оборудование, технологические карты на виды работ, инструкции по охране труда при работе на оборудовании различного типа и предназначений, с обязательным отражением в них технологии производства, применения средств защиты лица, ограничительных параметров, визуального контроля;

– по фактам роста случаев травмирования работников разработаны профилактические мероприятия.

Практическое значение полученных результатов состоит в возможности их непосредственного внедрения в деятельность филиалов АО «Желдорреммаш» и аналогичных предприятий отрасли, способствуя снижению нагрузки на природные комплексы региона и улучшению условий труда персонала.

## Список литературы

1. Петров М.Г. Инновационные подходы к обеспечению безопасной среды на рабочем месте // Вестник Белгородского государственного технологического университета имени В.Г. Шухова. – Белгород, 2023.

2. Кириллов Я.А. Оценка эффективности внедрения новых технологий охраны труда на предприятиях транспортного машиностроения // Техника и технология транспортных процессов. – Омск, 2023.

© Сутягина В.С., Батурина Е.В., Рудыка Е.А., 2025

DOI 10.46916/29122025-2-978-5-00215-966-6

# КЛАССИФИКАЦИЯ МЕТОДОВ ИЗМЕРЕНИЯ СОПРОТИВЛЕНИЯ ИЗОЛЯЦИИ С УЧЕТОМ ТОКА АБСОРБЦИИ

**Видякин Артём Павлович**
аспирант
Институт судостроения и морской арктической техники (Севмашвтуз)

**Аннотация:** в статье рассматривается существующая проблематика отсутствия классификации методов измерения сопротивления изоляции на судах, что является ключевым аспектом обеспечения безопасности и надежности морских электроустановок. Обсуждаются различные методы и приборы, используемые в качестве омметров для оценки состояния изоляции.

**Ключевые слова:** метод, классификация, ток абсорбции, изоляция, сопротивление.

# CLASSIFICATION OF METHODS FOR MEASURING INSULATION RESISTANCE TAKING ONTO ACCOUNT ABSORPTION CURRENT

**Vidyakin Artyom Pavlovich**

**Abstract:** this article examines the current lack of classification for insulation resistance measurement methods on ships, a key aspect of ensuring the safety and reliability of offshore electrical installations. Various methods and instruments used as ohmmeters for assessing insulation condition are discussed.

**Key words:** method, classification, absorption current, insulation, resistance.

В настоящее время для судового электрооборудования отсутствует классификация методов измерения сопротивления изоляции, учитывающая ток абсорбции [1]. Неправильно примененный способ измерения может привести к ложным измерениям и к будущей поломке электрооборудования.

Кроме того, разнообразные факторы такие, как наличие тока абсорбции, влияющих на значение сопротивления, требуют дополнительных технологий, которые способны увеличить стоимость процесса. В данной статье рассматриваются существующие методы измерения сопротивления изоляции, и предлагается их классификация. Основными параметрами, на которые стоит

обратить внимание, являются эквивалентная ёмкость и сопротивление, а также сеть постоянного, переменного или смешанного рода тока [1].

Сопротивление изоляции представляет из себя активное сопротивление диэлектрика. Для его замеров требуется знать приложенное напряжение и ток.

Измерительный ток неоднороден и при замере разделяется на три составляющие, а именно $I_1$ – ток заряда ёмкости, вызванный появляющейся геометрической ёмкостью между корпусом оборудования и корпусом корабля. $I_2$ – ток абсорбции, вызванный насыщением и перераспределением электронов в неоднородных слоях изоляции. И током $I_{ck}$ – ток утечки, крайне мал по-своему значению и возникает из-за того, что значение сопротивления изоляции не может быть равным бесконечности. На рисунке 1 изображена схема замещения измерения сопротивления изоляции относительно токопроводящего корпуса.

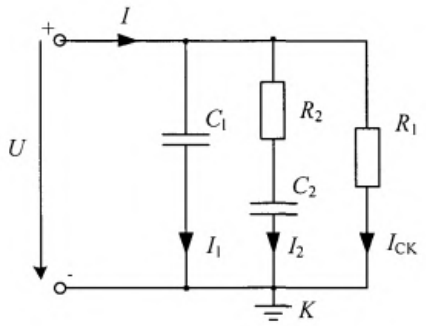


**Рис. 1. Эквивалентная схема замещения изоляции электрооборудования относительно корпуса**

На рисунке 2 показан график изменения сопротивления и токов при замере сопротивления изоляции относительно времени замера.

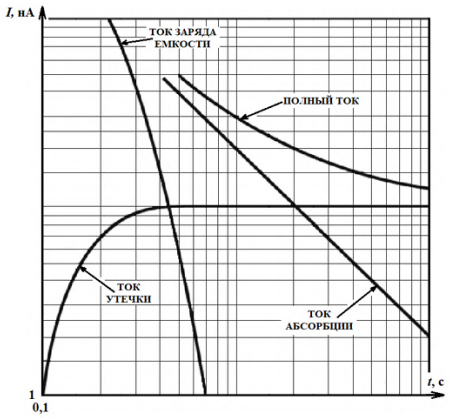


**Рис. 2. График изменения сопротивления и токов при замере сопротивления изоляции относительно времени замера**

По графику на рисунке 2 мы видим, что процесс измерения сопротивления изоляции занимает некоторое время, пока измерительные токи завершат переходной процесс. Большое значение полного тока в начале замера вызвано током заряда ёмкости и током абсорбции, которые начинают затухать и полностью исчезают со временем, после чего значение сопротивления изоляции становится равным току утечки, значение которого крайне мало [3, 4].

Мостовой метод применяется повсеместно. Мостовые схемы обладают большой точностью, высокой чувствительностью, но не слишком большим диапазоном измеряемых значений параметров. На основе мостового метода строятся измерительные приборы, которые способны измерить как один, так и несколько параметров сразу же [2, 4]. На рисунке 3 изображен мостовой метод для сети постоянного тока.

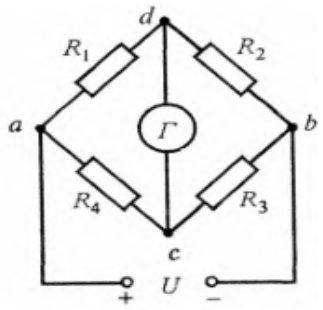


**Рис. 3. Мостовой метод для сети постоянного тока**

Измерительный мост состоит из 4 замкнутых между собой резисторов, сопротивление 3 из которых известно, а на четвертом резисторе искомое сопротивление. На измерительном канале ток может протекать, только когда произведение сопротивлений противоположных плеч схемы не совпадает. Измеряя этот ток, мы получаем искомое сопротивление.

Недостатком данного способа является то, что он не учитывает токи абсорбции и применяется только к ЭО, номинальное сопротивление которых приблизительно равно номиналу резисторов сопротивления, которых нам известно. Достоинство данного метода в его быстродействии и простоте исполнения.

Метод вольтметра и амперметра, применяется с токоизмерительными приборами и в своем исполнении данный метод очень прост. При известном значении напряжения через диэлектрик проходит измерительный ток, и, зная значение тока и напряжение, очень просто найти сопротивление.

В качестве погрешности ΔR выступает внутреннее сопротивление измерительных приборов, поэтому, если требуется измерить большое сопротивление, то требуется учитывать сопротивление амперметра, которое стремится к нулю, а для измерения малых величин учитывают при подключении сопротивление вольтметра, которое стремится к бесконечности. На рисунке 4 показаны схемы подключения измерительных приборов с учетом измеряемой величины [2].

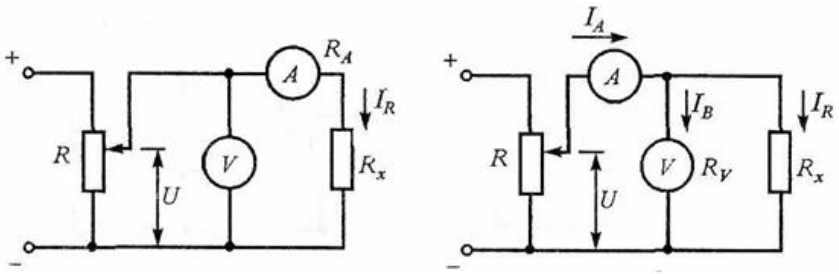


**Рис. 4. Схема подключения для метода амперметра и вольтметра**

Данный метод также не учитывает токи абсорбции, и его применение возможно только с поверенными приборами, чтобы была возможность учитывать погрешность при измерении сопротивления изоляции. Из достоинств метода можно выделить его простоту и быстродействие.

В электронных омметрах применяется метод преобразования измеряемого сопротивления в пропорциональное ему напряжение, и метод стабилизированного тока в цепи делителя.

Для измерения больших значений сопротивления изоляции (до $10^{18}$ Ом) осуществляется с использованием преобразования измеряемого сопротивления в пропорциональное ему напряжение. В основу метода положен принцип работы операционного учителя ОУ постоянного тока с отрицательной обратной связью. На рисунке 5 показана схема омметра на основе операционного усилителя.

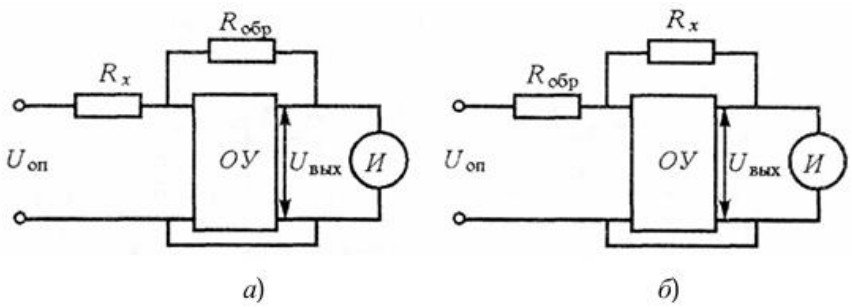


**Рис. 5. Схема электронного омметра с ОУ**

Омметра, использующие ОУ, в ценовом диапазоне дороже других приборов, но их можно использовать и для измерения малых значений сопротивления изоляции. Отсюда и обусловлена их дороговизна. За счет применения новых технологий, данный метод может учитывать токи абсорбции, метод заряда-разряда конденсатора. Так как этот метод учитывает токи абсорбции, его следует применять в электрических сетях, и на электрооборудовании, имеющем большую ёмкость, а время измерения зависит от комплексного сопротивления всей сети. Быстродействие замера зависит от параметров ёмкости конденсатора и активного сопротивления измерительной сети [3]. График разряда конденсатора на активное сопротивление показан на рисунке 6.

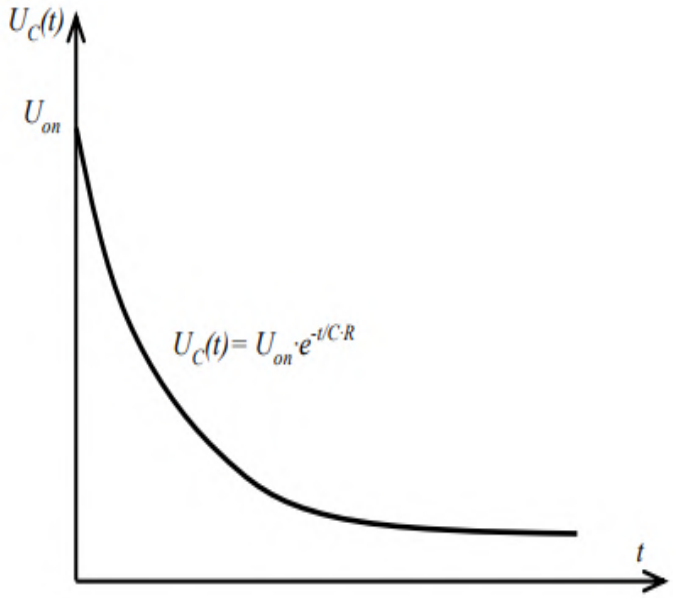


**Рис. 6. График разряда конденсатора на активное сопротивление**

Данный метод предпочтителен для использования в качестве судового омметра, так как его можно применять в стехя переменного, постоянного и смешанного рода токов, и при правильном подборе конденсатора является весьма быстродействующим [5].

Ниже на рисунке 7 в виде блок-схемы предложена классификация методов измерения сопротивления изоляции на судне.

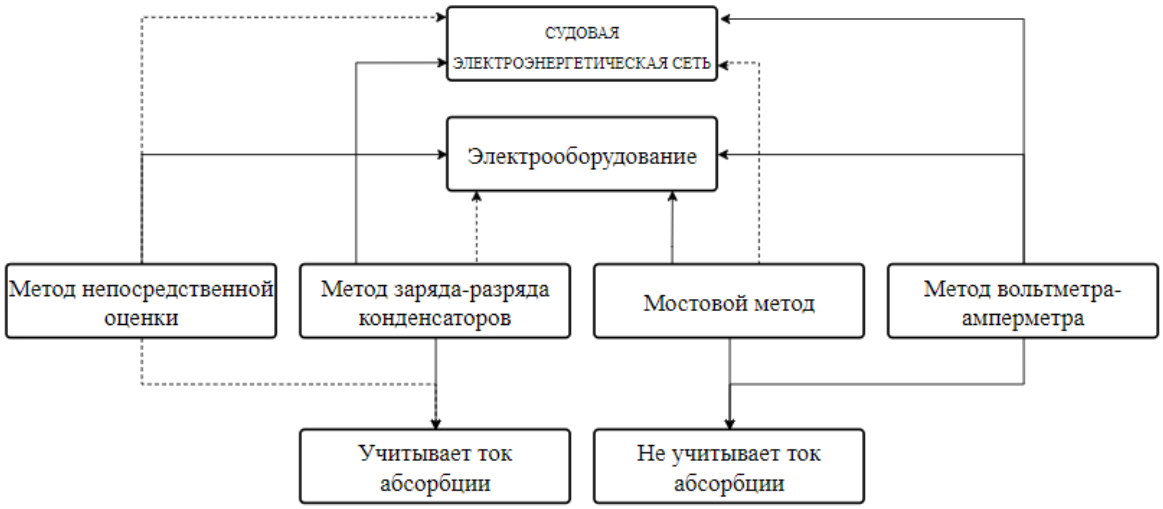


**Рис. 7. Классификация методов измерения сопротивления изоляции на судне**

В качестве основного метода для измерения сопротивления изоляции, следует использовать метод заряда-разряда конденсаторов, им можно контролировать сопротивление всей сети в штатном режиме, с номинальным значением сопротивления изоляции. При резком изменении сопротивления изоляции, а это, скорее всего, будет снижение этого значения, потребуется использовать метод непосредственной оценки, так как один прибор способен измерять как малые, так и большие значения сопротивления изоляции.

Стоит отметить, что предложенный способ классификации методов несет рекомендательный характер, и в данном вопросе не учитываются экономические и эргономические параметры измерительных приборов, что также влияет на выбор метода.

## Список литературы

1. Лачин В.И. Методы и устройства измерения сопротивления изоляции электроэнергетических объектов и их классификация [Текст] / В.И. Лачин, Нгуен Куук Уи, К.Ю. Соломенцев, И.Г. Балабан // Известия вузов. Северо-Кавказский регион. - 2015. -№1. –С. 84-89.

2. Дивин А.Г. Методы и средства измерений испытаний и контроля [Текст] : учеб. пособ. ; Тамбовский государственный технический университет / А.Г. Дивин, С.В. Пономарев. – Тамбов : ГОУ ВПО ТГТУ, 2011. -103 с.

3. Соломенцев К.Ю. Измеритель малых токов для исследования токов в диэлектриках [Текст] / К.Ю. Соломенцев, В.И. Лачин, А.А. Зовпачев // Вестник молодёжной науки России. 2019. №3 С. 13-15.

4. Dean G. Jarrett, Autimated Guarded Bridge for Calibration of Multimegohm Standard Resistors from 10 MΩ to TΩ [Text] / Dean G. Jarrett; Member, IEEE TRANSACTIONS ON INSTRUMENTATION AND MEASUREMENT, VOL. 46, NO. 2, APRIL 1997. -325-328 P.

5. Measurement of Capacities, Charging and Discharging of Capacitors [Text] / Carl von Ossietzky University Oldenburg –Faculty V – Institute of Physics Module Introductory Laboratory Course Physics – Part I may 2015. – 17-31 P.

© Видякин А.П.

# СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ МЕХАНИЗМОВ ПАРАЛЛЕЛЬНОЙ СТРУКТУРЫ

**Зуев Николай Игоревич**
аспирант
ФГАОУ ВО «РГУ нефти и газа (НИУ)
имени И.М. Губкина»

**Аннотация:** в современном мире развитие робототехники характеризуется повышением интереса к пространственным механизмам с замкнутыми кинематическими цепями, в связи с повышающимися требованиями к точности позиционирования, эффективности передачи усилий и жесткости конструкции. Наиболее актуальными являются параллельные и гибридные робототехнические системы, которые находят применение в широком спектре задач – от металлообработки и научных исследований до медицины. Разработка и анализ таких механизмов требуют комплексного подхода, включающего исследование их кинематических, динамических и эксплуатационных свойств.

**Ключевые слова:** механизм параллельной структуры, избыточные связи.

# COMPARATIVE ANALYSIS OF THE MECHANISMS OF A PARALLEL SYSTEM OF DIFFERENT CONFIGURATIONS

**Zuev Nikolay Igorevich**

**Abstract:** in the modern world, the development of robotics is characterized by an increased interest in spatial mechanisms with closed kinematic circuits, due to increasing requirements for positioning accuracy, force transfer efficiency, and structural rigidity. Particularly relevant mechanisms for this topic are parallel and hybrid robotic systems, which are used in a wide range of tasks, from metalworking

and scientific research to medicine. The development and analysis of such mechanisms require an integrated approach, including the study of their kinematic, dynamic and operational properties.

**Key words:** parallel structure mechanism, redundant connections.

Одним из ключевых направлений исследований в данной области является поиск рациональных архитектур, которые сочетают в себе компактность, точность, высокую жесткость и большую рабочую зону. Важную роль играют вопросы управляемости, устойчивости к сингулярным положениям, а также возможность адаптации к изменяющимся условиям эксплуатации. Наиболее подходящими под эти условия являются механизмы с избыточной кинематикой, имеющие дополнительные степени свободы, что позволяет оптимизировать работу механизма и повысить надежность работы.

Вместе с универсальными робототехническими механизмами активно развиваются механизмы специализированных направлений, ориентированные на выполнение строго заданных задач. Такого рода механизмы, для которых необходимыми характеристиками являются безопасность, повторяемость движений и соответствие анатомическим ограничениям, широко используются в медицине. Механизмы проектируются с учетом жестко заданных требований, что значительно влияет на их кинематическую структуру и ограничивает универсальность применения.

В связи с этим актуальной задачей является сравнительный анализ различных параллельных и гибридных механизмов, позволяющий выявить их сильные и слабые стороны, определить области применения и обосновать выбор базовой архитектуры для дальнейшего развития и модернизации. Сравнение механизмов различной конфигурации представляет практический интерес с точки зрения синтеза новых робототехнических систем, а также адаптацию существующих решений под новые инженерные задачи.

Примером механизма с избыточными связями является механизм, представленный на рисунке 1 [1].

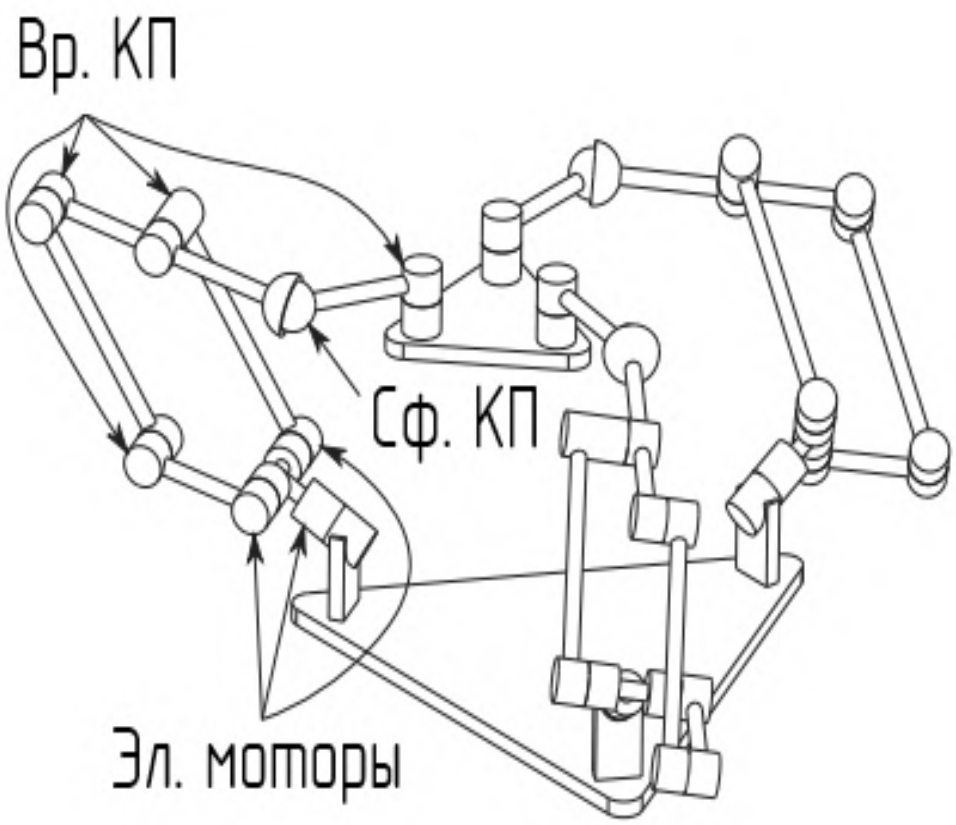


**Рис. 1. Кинематическая схема механизма параллельной структуры с избыточными связями**

Механизм состоит из выходного звена, основания и трех кинематических цепей (далее КЦ), каждая из которых состоит из плоского пятизвенного механизма, связанного с основанием вращательной кинематической парой (далее КП) с одной стороны, а с другой соединенного с выходным звеном вращательной КП. Механизм имеет приводы на каждой КЦ, установленные на первых трех вращательных КП [2, 3].

Частичное вынесение приводов к основанию (один из приводов установлен на основании, два других – на первом подвижном звене) позволяет существенно снизить массу подвижных звеньев, уменьшить инерционные нагрузки и сохранить приемлемую компактность механизма. Замкнутая система обеспечивает высокую жесткость и способствует повышению точности позиционирования выходного звена. Наличие кинематической

избыточности расширяет функциональные возможности механизма, позволяя перераспределять движения между КЦ, снижать чувствительность к сингулярным положениям и оптимизировать конфигурацию по дополнительным критериям, включая распределение нагрузок и улучшение динамических свойств.

Повышенная конструктивная сложность, обусловленная наличием плоских пятизвенных механизмов и большого числа пассивных КП, является одним из главных недостатков данного механизма, усложняющим процесс проектирования, изготовления и сборки, повышающим требования к точности изготовления и юстировки. Замкнутые КЦ, так же как и последовательные, чувствительны к накоплению погрешностей, люфтам и износу в сочленениях, что может приводить к снижению точности позиционирования в процессе эксплуатации. Кинематическая избыточность, являясь функциональным преимуществом, одновременно усложняет систему управления и требует применения более сложных алгоритмов оптимизации и координации работы приводов. Это увеличивает вычислительную нагрузку на систему управления и предъявляет повышенные требования к программному обеспечению и настройке, что ведет к увеличению стоимости изготовления и обслуживания по сравнению с более простыми механизмами параллельной структуры без избыточных связей.

Механизм параллельной структуры специального назначения без избыточных связей, представленный на рисунке 2, состоит из основания (1), выходного звена (2) и трех КЦ, каждая из которых состоит из двух звеньев (3, 6), (4, 7), (5, 8) соединенных с двумя параллельными осями поступательными КП ($A_1$, $D_1$), ($A_2$, $D_2$), ($A_3$, $D_3$) которые в свою очередь соединяются со следующими двумя звеньями (9, 12), (10, 13), (11, 14) вращательными КП ($E_1$, $B_1$), ($E_2$, $B_2$), ($E_3$, $B_3$), одно из которых (12), (13), (14) соединяется с выходным звеном (2) и вторым звеном (9), (10), (11) вращательными КП ($C_1$), ($C_2$), ($C_3$), [4, 5]. В каждой КЦ приводы установлены на осях, по которым двигаются звенья с помощью поступательных КП.

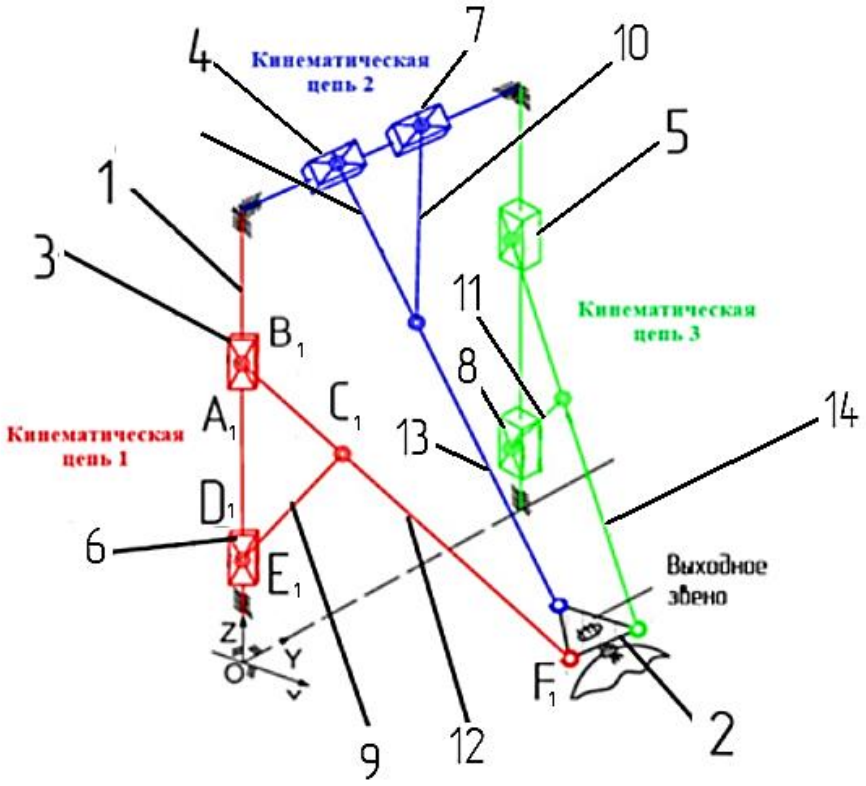


**Рис. 2. Кинематическая схема параллельного робота с 6 степенями свободы специального назначения**

Ключевой особенностью данного механизма является реализация движения относительно удалённого центра вращения, которая обеспечивается геометрическим синтезом кинематических цепей, при котором оси вращательных кинематических пар пересекаются в одной фиксированной точке пространства. Это позволяет выходному инструменту выполнять пространственные ориентационные движения вокруг фиксированной точки, не создавая дополнительных смещений в области входа инструмента. Подобное свойство является принципиально важным для робототехнических систем малоинвазивной хирургии, в частности для одноразрезной лапароскопической хирургии.

К числу основных преимуществ механизма специального назначения относится строго определённая кинематическая структура, не содержащая избыточных степеней свободы. Это упрощает формирование управляющих алгоритмов и обеспечивает однозначное соответствие между управляющими воздействиями и положением выходного звена. Реализация движения относительно удалённого центра вращения позволяет выполнять высокоточные манипуляции в ограниченном пространстве при соблюдении

жёстких геометрических ограничений, что существенно повышает безопасность применения механизма в медицинских условиях. Кроме того, наличие поступательных КП обеспечивает высокую точность линейных перемещений и стабильность позиционирования при малых скоростях.

В то же время механизм обладает рядом существенных недостатков. Отсутствие кинематической избыточности делает его чувствительным к сингулярным положениям, обход которых невозможен без изменения рабочей траектории. Рабочее пространство механизма ограничено как геометрией кинематических цепей, так и условиями реализации движения относительно удалённого центра вращения, что существенно снижает универсальность применения. Наличие поступательных КП повышает чувствительность конструкции к трению, люфтам и износу направляющих, а также усложняет динамическое моделирование [6].

В целом механизм представляет собой высокоспециализированную параллельную кинематическую систему, оптимизированную для точных и безопасных движений в условиях ограниченного рабочего пространства, однако обладающую ограниченной гибкостью и низким потенциалом для универсальной модернизации.

В результате сравнительного анализа установлено, что рассматриваемые механизмы, относящиеся к классу пространственных параллельных систем, существенно различаются по своей кинематической структуре и функциональным возможностям. Первый механизм обладает последовательно-параллельной архитектурой и кинематической избыточностью, тогда как второй механизм является неизбыточной параллельной системой, оптимизированной для реализации движения относительно удалённого центра вращения. Эти различия определяют как эксплуатационные характеристики механизмов, так и их потенциал для дальнейшего развития.

Показано, что механизм, представленный на рисунке 1, отличается большей структурной гибкостью за счёт наличия избыточных степеней свободы, позволяющих перераспределять движения между кинематическими цепями, обходить сингулярные положения и оптимизировать конфигурацию по дополнительным критериям. Механизм, представленный на рисунке 2, не обладает подобными возможностями и характеризуется жёсткой зависимостью между положением выходного звена и внутренней конфигурацией, что ограничивает варианты управления и адаптации.

Сравнение динамических и эксплуатационных характеристик показало, что механизм с избыточными связями имеет более широкий ориентационный диапазон и больший потенциал для расширения рабочего пространства, тогда как рабочее пространство механизма специального назначения существенно ограничено условиями реализации движения относительно удалённого центра вращения. Использование поступательных приводов в механизме оправдано в медицинском применении, к примеру, в малоинвазивной хирургии, однако снижает универсальность конструкции и усложняет её адаптацию для иных задач.

На основании проведённого анализа можно сделать вывод, что для целей модернизации и дальнейшего развития более целесообразно использовать механизм с избыточными связями. Его кинематическая избыточность и смешанная структура обеспечивают высокий потенциал функционального расширения без принципиального изменения архитектуры, в то время как механизм специального назначения является узкоспециализированным решением, модернизация которого ограничена исходными медицинскими требованиями.

## Список литературы

1. Wen K. et al. A backdrivable kinematically redundant (6+3)-degree-of-freedom hybrid parallel robot for intuitive sensorless physical human–robot interaction //IEEE Transactions on Robotics. – 2020. – Т. 37. – №. 4. – С. 1222-1238.

2. Yigit A., Breton D., Gosselin C. Exploiting the Kinematic Redundancy of a (6+3)-DoF Parallel Manipulator to Produce Unlimited Rotation of the Platform. – 2023.

3. Wen K. et al. Kinematically redundant (6+ 3)-dof hybrid parallel robot with large orientational workspace and remotely operated gripper //2019 International Conference on Robotics and Automation (ICRA). – IEEE, 2019. – С. 1672-1678.

4. Pisla D. et al. Kinematics and workspace analysis of an innovative 6-dof parallel robot for SILS //Proc. Rom. Acad. Ser. A. – 2022. – Т. 23. – №. 3.

5. Pisla D. et al. Accuracy and repeatability of a parallel robot for personalised minimally invasive surgery //International Conference on Robotics in Alpe-Adria Danube Region. – Cham: Springer Nature Switzerland, 2024. – С. 185-195.

6. Pisla D. et al. Singularity analysis and geometric optimization of a 6-DOF parallel robot for SILS //Machines. – 2022. – Т. 10. – №. 9. – С. 764.

© Зуев Н.И.

DOI 10.46916/29122025-4-978-5-00215-966-6

# ИСТОРИЯ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ПЕРСОНАЛЬНОГО ИНТЕРНЕТА ВЕЩЕЙ

**Князев Максим Андреевич**
аспирант
ФГБОУ ВО «МИРЭА – Российский технологический университет»

**Аннотация:** в исследовании рассматривается персональный Интернет вещей как особый этап эволюции концепции Интернета вещей, связанный с переходом от инфраструктурно-ориентированных цифровых систем к персонализированным киберфизическим средам, интегрированным в жизненное пространство человека. Продемонстрировано, что развитие IoT от идей повсеместных вычислений и сетевой связанности объектов к PIoT сопровождается изменением онтологического статуса вещи, трансформацией субъективности и перестройкой социальных отношений. Целью исследования является философский анализ PIoT в онтологическом, эпистемологическом, аксиологическом и социально-философском измерениях с учётом современных технологических тенденций, включающих искусственный интеллект, Edge AI, TinyML и контекстно-ориентированные системы управления.

**Ключевые слова:** персональный Интернет вещей, интернет вещей, киберфизические системы, носимые устройства, умный дом, контекстно-ориентированное управление, приватность, безопасность данных, автономные системы, искусственный интеллект, Edge AI, TinyML, персональные системы.

# HISTORY AND PROSPECTS OF THE DEVELOPMENT OF THE PERSONAL INTERNET OF THINGS

**Knyazev Maxim Andreevich**

**Abstract:** this study examines the Personal Internet of Things as a specific stage in the evolution of the Internet of Things concept, associated with the transition from infrastructure-oriented digital systems to personalized cyber-physical environments integrated into the human life space. It is demonstrated that the development of IoT from the ideas of ubiquitous computing and network

connectivity of objects toward PIoT is accompanied by a transformation of the ontological status of things, a reconfiguration of subjectivity, and a restructuring of social relations. The aim of the research is to provide a philosophical analysis of PIoT in ontological, epistemological, axiological, and socio-philosophical dimensions, taking into account current technological trends, including artificial intelligence, Edge AI, TinyML, and context-aware control systems.

**Key words:** Personal Internet of Things, Internet of Things, cyber-physical systems, wearable devices, smart home, context-aware control, privacy, data security, autonomous systems, artificial intelligence, Edge AI, TinyML, personal systems.

## Введение

Современное развитие цифровых технологий демонстрирует устойчивую тенденцию к интеграции вычислительных, сенсорных и коммуникационных возможностей в материальные объекты, что обусловило формирование концепции Интернета вещей (Internet of Things, IoT). Указанная концепция, изначально имея преимущественно инженерно-технологический характер, постепенно приобретает выраженное философское измерение, поскольку затрагивает фундаментальные вопросы о природе техники, трансформации человеческого субъекта, изменении границ приватности и перестройке социальных отношений. На следующем этапе эволюции IoT формируется направление, обозначаемое как персональный Интернет вещей (Personal Internet of Things, PIoT), ориентированное на индивидуально направленные устройства и сервисы, тесно интегрированные в телесность, повседневные практики и жизненное пространство человека.

Актуальность анализа PIoT определяется тем, что данная концепция представляет собой технологическое развитие IoT и при этом принципиально изменяет способы понимания человека, его субъективности, идентичности, автономии и социального существования. В рамках PIoT техника перестает выступать исключительно внешним инструментом и включается в персональную среду обитания, становясь структурным элементом жизненных практик, когнитивных режимов и процессов принятия решений. Это обусловливает необходимость философского осмысления PIoT в онтологическом, эпистемологическом, аксиологическом и социально-философском измерениях.

Объектом исследования является персональный Интернет вещей как особая форма эволюции концепции IoT. Предметом исследования выступают

философские, методологические и социотехнические аспекты формирования и развития PIoT, включающие исторические предпосылки его возникновения, концептуальные основания, современные тенденции и перспективы дальнейшего развития.

Целью доклада является анализ истории становления концепции Интернета вещей и логики перехода к персональному Интернету вещей, выявление философских оснований, последствий данного перехода и осмысление перспектив дальнейшего развития PIoT в контексте философии техники. Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие исследовательские задачи:

– осуществить обзор и классификацию релевантной научной литературы;

– провести анализ исторических предпосылок формирования IoT;

– реконструировать процесс становления понятия PIoT и его базовых характеристик;

– рассмотреть онтологические, эпистемологические, аксиологические и социальные аспекты PIoT;

– выявить современные технологические тенденции его развития;

– определить возможные философские сценарии дальнейшей эволюции.

Структура работы организована последовательно. В первом разделе представляется раздел литературного обзора. Во втором разделе рассматриваются исторические предпосылки и становление концепции IoT. В третьем разделе анализируется переход к персональному Интернету вещей и раскрывается содержание данного понятия. Четвертый раздел посвящён философскому осмыслению PIoT. В пятом разделе рассматриваются современные тенденции развития PIoT, включая интеграцию искусственного интеллекта, Edge AI, TinyML и контекстно-ориентированного управления. В шестом разделе предлагаются перспективные сценарии эволюции PIoT. Исследование завершается заключением, в котором подводятся итоговые результаты работы.

## Литературный обзор

Под персональным Интернетом вещей понимается совокупность устройств, систем и сервисов, непосредственно связанных с отдельным пользователем и его персональной средой, обеспечивающих сбор, обработку и использование данных о состоянии человека, его активности, окружении и

жизненных практиках для реализации персонализированных функций управления, мониторинга и автоматизации.

Семантически данная концепция объединяет несколько категорий: «Интернет вещей», «киберфизические системы», «контекстно-ориентированное управление», «персональные данные» и «автономные интеллектуальные системы». В рамках текущего исследования представляется необходимым рассмотреть исторические предпосылки, этапы формирования, направления развития и проблемные зоны PIoT для корректного определения научного контекста, выбора методологических подходов и стратегии поиска литературных источников.

Исторически концепция PIoT связана с развитием концепции Интернета вещей в конце 1990-х годов, когда были заложены представления о сетевой связанности физических объектов и их способности к обмену данными. Фундаментальные работы в области IoT описали базовые архитектуры, технологические механизмы и функциональные возможности IoT-систем, сформировав основу для последующего выделения персонального направления как отдельной предметной области [2], [3], [4]. С развитием носимых устройств, умных домов, биосенсорных систем и персональных ассистентов в 2010-е годы возникает необходимость в концептуализации PIoT как самостоятельного феномена, связанного с трансформацией человеческого опыта, субъектности и повседневности [6], [11], [12], [18].

С середины 2010-х годов заметно усиление исследовательского интереса к вопросам приватности и безопасности PIoT. На данном этапе активно формируются теоретические подходы к пониманию PIoT как социотехнической системы, в которой технические, социальные и философские аспекты тесно взаимосвязаны [14], [17], [18], [22]. Одновременно развивается научно-инженерное направление, связанное с внедрением искусственного интеллекта, предиктивной аналитики, агентных систем, Edge AI и TinyML в персональные IoT-системы [20], [23], [24], [25].

Исходя из ретроспективного анализа литературы, можно утверждать, что научный интерес к проблематике PIoT активно развивается на протяжении приблизительно 15–20 лет, при этом наиболее интенсивная фаза исследований приходится на последние 8–10 лет, что подтверждается увеличением числа публикаций, посвящённых персональным IoT-системам, их архитектурам, возможностям и рискам.

Для поиска, отбора и анализа литературы в рамках данного исследования была сформирована поисковая база научных источников (табл. 1).

**Таблица 1**

**Поисковая база источников**

| № | Наименование информационного ресурса | Краткое описание |
|---|---|---|
| 1 | eLIBRARY.ru | Ведущая российская научная электронная библиотека, предоставляющая доступ к широкому спектру академических публикаций |
| 2 | КиберЛенинка | Российский научный портал открытого доступа, обеспечивающий доступ к публикациям в области цифровых технологий, социотехнических систем и информационной безопасности |
| 3 | Google Scholar | Международный поисковый научный агрегатор, индексирующий статьи, монографии, конференционные материалы и диссертационные исследования по IoT, PIoT и смежным областям |
| 4 | ResearchGate | Научная платформа, обеспечивающая доступ к публикациям, препринтам и результатам исследований |

Анализ выявленных источников демонстрирует устойчивый рост научного интереса к тематике персонального Интернета вещей. В последние годы отмечается увеличение количества публикаций, посвящённых вопросам архитектуры PIoT-систем, безопасности и приватности персональных данных, автономизации устройств и внедрению AI-технологий. Это подтверждает актуальность рассматриваемой проблематики и её интенсивное развитие в международном и российском научном дискурсе.

В результате анализа литературы для данного исследования были отобраны публикации, охватывающие период преимущественно с 2010 по 2025 годы. Среди них представлены фундаментальные концептуальные работы, прикладные инженерные исследования, аналитические и обзорные статьи, публикации философского и социально-теоретического характера. Такой состав источников позволяет комплексно рассматривать PIoT как техническое, социальное и философское явление.

Содержательно публикации по теме персонального Интернета вещей могут быть классифицированы на несколько групп (табл. 2).

**Таблица 2**

**Классы публикаций**

| Класс публикаций | Порядковые номера источников |
|---|---|
| Концептуальные и теоретические исследования IoT и PIoT, описывающие сущность, архитектуру и эволюцию концепции | [1], [2], [3], [4], [6], [11], [12] |
| Работы, посвящённые вопросам безопасности, приватности и управления данными в PIoT | [5], [7], [8], [9], [14], [17], [18], [19], [21], [22] |
| Исследования внедрения искусственного интеллекта, Edge AI, TinyML и автономных систем в PIoT | [10], [13], [15], [16], [20], [23], [24], [25], [26] |

Значительная часть публикаций относится к аналитическим, обзорным и теоретическим исследованиям, что свидетельствует о продолжающейся стадии концептуализации PIoT как научной области, одновременно с активным развитием прикладных инженерных решений.

Для обеспечения корректного использования источников и их функциональной связки с содержанием работы источники также распределены по отношению к ключевым разделам исследования (табл. 3).

**Таблица 3**

**Классификация источников по отношению к разделам работы**

| Раздел исследования | Порядковые номера источников |
|---|---|
| Исторические предпосылки IoT и формирование PIoT | [1], [2], [3], [4], [6], [11] |
| Философские и теоретико-методологические аспекты PIoT | [12], [13], [14], [17], [18], [22] |
| Современные тенденции и технологии PIoT (ИИ, Edge AI, TinyML, контекстная адаптация) | [15], [16], [20], [23], [24], [25], [26] |
| Социальные, этические и правовые аспекты PIoT | [17], [18], [19], [21] |

Из приведённой классификации видно, что значительное количество публикаций связано с философскими, социальными, этическими и технологическими аспектами PIoT, что подтверждает междисциплинарный

характер данной области и необходимость комплексного подхода к её исследованию.

## Исторические предпосылки и становление концепции Интернета вещей

Историю формирования концепции Интернета вещей целесообразно рассматривать в контексте общей эволюции представлений о повсеместных вычислениях, киберфизических системах и сетевом взаимодействии между материальными объектами. Уже в начале 1990-х годов Марк Вейзер сформулировал идею «ubiquitous computing», согласно которой вычислительные процессы должны стать незаметной частью окружающей среды, быть растворёнными в предметах повседневного использования и сопровождать человека в его жизненных практиках [1]. Данная концепция задала принципиальные мировоззренческие и теоретические основания для дальнейшего осмысления среды, в которой материальные объекты наделяются вычислительными свойствами, получают сетевую связанность и становятся активными участниками информационного обмена.

Непосредственное введение термина «Internet of Things» связывается с работами Кевина Эштона, который в конце 1990-х годов предложил концепцию сетевого мира, где физические объекты автоматически идентифицируются, отслеживаются и управляются посредством цифровых технологий, прежде всего RFID-систем идентификации [2]. На следующем этапе развития концепция IoT получила систематизацию в фундаментальных научных обзорах, среди которых основными являются исследования L. Atzori, A. Iera и G. Morabito [3], а также R. Gubbi и соавторов [4]. В данных работах IoT рассматривается как глобальная инфраструктура, объединяющая физические объекты, коммуникационные сети, облачные платформы и сервисные системы, обеспечивающие непрерывный обмен данными и управление процессами.

С технологической точки зрения становление IoT основывалось на развитии нескольких важных направлений. Существенную роль сыграли M2M-коммуникации, беспроводные сети, развитие протоколов беспроводной передачи данных, совершенствование технологий распределённых и облачных вычислений, появление механизмов обработки больших данных и средств интеллектуальной аналитики [3], [4], [5]. Параллельно происходило институциональное и нормативное оформление IoT. В международной практике формируется понятийный аппарат, разрабатываются стандарты и архитектурные модели, закрепляется представление о IoT как о комплексной

социотехнической системе, в которой технологическое измерение тесно связано с организационным, экономическим и социальным.

При этом IoT эволюционирует и как технологическая парадигма, и как концептуальная сущность, в которой вещи перестают восприниматься как пассивные объекты. Они начинают рассматриваться как активные участники сетевых процессов, способные собирать, передавать данные, инициировать действия, вступать в сложные взаимодействия и участвовать в формировании повседневной среды человека. На этом фоне постепенно складывается идея киберфизических систем, в которых материальная и цифровая реальности соединяются в единую функциональную структуру.

Философское измерение раннего развития IoT проявляется в нескольких направлениях. С одной стороны, заметно влияние техно-детерминистской оптики, предполагающей восприятие технологического прогресса как неизбежной и преимущественно позитивной силы, трансформирующей общество. С другой стороны, концепция IoT укореняется в кибернетической и системной традиции, где человек, техника и среда рассматриваются как элементы единой сложной динамической системы, основанной на процессах управления и обмена информацией [6]. Уже на данном этапе IoT начинает интерпретироваться как феномен, смещающий границы человеческого опыта, изменяющий структуру среды обитания и переопределяющий взаимоотношения человека с техникой.

В совокупности исторические, технологические и концептуальные предпосылки привели к тому, что IoT перестал рассматриваться исключительно как инженерная инновация и начал осмысляться как комплексный социотехнический и философский феномен. Именно в рамках этой эволюции постепенно формируются предпосылки для выделения персонального Интернета вещей как особого этапа и направления развития IoT, ориентированного на непосредственную связь сетевых технологий с человеческим телом, повседневными практиками и персональной средой существования.

**Переход от IOT к персональному Интернету вещей**

По мере развития IoT исследователи начинают выделять персонализированное направление его эволюции, тесно связанное с индивидуальным пользователем. В научной литературе постепенно формируется понятие «Personal Internet of Things», которое используется для обозначения системы устройств и сервисов, ориентированных на конкретного человека, его тело, повседневные практики и персональные данные [7], [8]. В ряде работ PIoT

определяется как совокупность носимых устройств, персональных сенсоров, смартфонов, домашних ассистентов и других элементов, формирующих персональную цифровую среду [9].

Опираясь на исследования, можно выделить несколько близких формулировок. В одной из концептуальных работ PIoT трактуется как сеть персональных вещей, объединенных вокруг индивидуального пользователя, обеспечивающих сбор, обработку и использование данных для поддержки персонализированных сервисов [7]. В другой работе PIoT описывается как расширение IoT в личное измерение, где основой становится подключенность устройств и их укоренённость в повседневной жизненной практике [8].

PIoT отличается от общего IoT прежде всего фокусом на личном окружении пользователя и усиленной персонализацией. В центре PIoT находятся устройства, тесно связанные с телом и деятельностью человека: носимые датчики, трекеры активности, медицинские сенсоры, смартфоны, персональные хабы и системы «умного дома», ориентированные на конкретного субъекта [9], [10]. Эти устройства функционируют в сфере личной жизни и индивидуальной идентичности.

Основными характеристиками PIoT являются персонализация, контекстуальность, непрерывность сбора данных и глубокая интеграция в повседневность. PIoT формирует динамическое персональное цифровое окружение, адаптирующееся под привычки, предпочтения и состояния человека [8], [11].

В результате, переход от IoT к PIoT представляет собой технологическую эволюцию и концептуальный сдвиг от универсальной инфраструктуры “вещей” к персонализированной системе, встроенной в субъективный опыт человека.

## Философские и научные аспекты персонального Интернета вещей

Одним из основных философских измерений персонального Интернета вещей является проблема онтологии «вещи» и трансформации её статуса в условиях цифровизации и сетевой интеграции. В классической философской традиции вещь рассматривалась как устойчивый материальный объект, обладающий определённой субстанциальной природой и функциональной завершённостью. В контексте PIoT происходит качественное изменение данной онтологической конструкции. Вещь преобразуется в технологически насыщенный «умный артефакт», оснащённый сенсорными компонентами, сетевыми интерфейсами и механизмами автономного функционирования [3],

[6]. Она перестает быть исключительно пассивным объектом и приобретает черты агентности, становясь активным элементом распределённой киберфизической системы. Меняется сам онтологический статус вещи, которая из «инструмента» превращается в участника взаимодействия и носителя функционально-информационной активности.

Трансформация, в том числе, затрагивает положение человека в системе взаимодействий. В условиях PIoT человек перестает выступать исключительно как доминирующий субъект управления техникой. Он начинает рассматриваться как узел в сети, интегрированный в совокупность сенсорных, вычислительных и алгоритмических связей. Формируется представление о «распределённом субъекте», чья телесность, когнитивные способности и деятельность расширяются за счёт цифровых сенсорных контуров, систем мониторинга и интеллектуальных сервисов. В этой связи концепции «расширенного разума» и «цифрового двойника» получают конкретное технологическое наполнение [12], [13]. Соответственно, PIoT стимулирует переосмысление антропологической границы между человеком и техникой, между естественным и искусственным, и пересмотр традиционных представлений о субъекте и объекте в философии техники.

Одновременно PIoT формирует новую онтологию среды обитания. Пространство повседневной жизни человека становится насыщенным «умными» объектами, способными фиксировать состояние окружающего мира и активно участвовать в его изменении. Жилище, транспорт, рабочие пространства и социальные окружения наполняются объектами с элементами вычислительной автономии, что ведёт к становлению киберфизической среды, обладающей собственными режимами функционирования и регулируемости. Тем самым PIoT создаёт предпосылки для появления новой формы техногенной онтологии повседневности, в которой человек, техника и цифровая инфраструктура образуют единую гибридную реальность.

Персональный Интернет вещей принципиально трансформирует способы производства, интерпретации и легитимации знания о человеке и его жизненной деятельности. Распространение практик «self-tracking», «quantified self» и систем непрерывного мониторинга приводит к тому, что многочисленные параметры телесного состояния, поведения, эмоциональных реакций и социальных практик фиксируются, агрегируются и подвергаются аналитической обработке [14], [15]. В результате данные становятся одним из базовых источников познания субъекта. Личность начинает интерпрети-

роваться как носитель опыта, сознания и совокупность измеряемых показателей, метрик и цифровых следов.

Формируется новая эпистемологическая конфигурация, в рамках которой объективируемые цифровые данные могут конкурировать с субъективным опытом за статус достоверного знания о человеке. Возникают вопросы о том, кто контролирует процессы сбора и интерпретации данных, какие алгоритмы определяют значимость и релевантность показателей, каким образом формируются критерии «нормальности» и «отклонения» [14], [16]. Важным становится вопрос о границах эпистемологической автономии человека: сохраняет ли он право на интерпретацию самого себя или оказывается зависимым от алгоритмических решений и аналитических систем.

Дополнительно PIoT формирует особую форму «алгоритмического знания», в рамках которой значительная часть выводов о состоянии человека и его поведении производится автоматически, без его непосредственного участия. Это порождает проблему доверия к данным и алгоритмам, вопрос о прозрачности процедур принятия решений, а также проблему эпистемологической ответственности разработчиков и операторов PIoT-систем.

Персональный Интернет вещей неизбежно актуализирует широкий спектр аксиологических и этических вопросов, связанных с приватностью, автономией личности, доверием и контролем. Постоянный сбор, хранение и обработка персональных данных превращают человека в объект непрерывного наблюдения. Это создаёт риск установления режимов «тотальной прозрачности» и цифрового надзора [17], [18]. Существует проблема фактологического доступа к данным и соблюдения контекстов их использования. Концепция «контекстуальной целостности» приватности Хелен Ниссенбаум демонстрирует, что нарушение приватности нередко связано не с самим фактом передачи данных, а с их использованием вне социально и нормативно ожидаемых контекстов [19].

Существенную роль приобретает проблема этики алгоритмов. Значительная часть решений PIoT-систем формируется на основе алгоритмов машинного обучения, которые могут быть подвержены ошибкам, скрытой предвзятости и неочевидным искажениям [20], что, в свою очередь, создаёт риски дискриминации, манипуляции поведением пользователя, ограничения его автономии и перераспределения контроля в пользу крупных корпораций. Возникает необходимость разработки этических норм, механизмов аудита

алгоритмов и нормативных подходов к справедливости, прозрачности и ответственности в PIoT-системах.

Персональный Интернет вещей функционирует в контексте цифровой экономики и платформенной логики. Данные пользователя становятся ресурсом, товаром и источником экономической власти [18]. Платформенные системы Apple, Google, Amazon и других технологических корпораций формируют инфраструктуру повседневной жизни человека, усиливая зависимость от технологических платформ, ограничивая свободу выбора и формируя новые формы социального неравенства [21].

Одновременно с этим PIoT трансформирует структуру повседневности, границы труда и досуга, формы коммуникации и социального взаимодействия. Происходит размывание различий между личным и публичным пространством, усиливается процесс «оцифровки идентичности», когда личность всё в большей степени оказывается встроенной в технологические и информационные инфраструктуры [18], [22]. Это приводит к изменению модели социальности, формированию новых типов зависимости и необходимости переосмысления категорий субъективности, ответственности и социальной взаимосвязанности в условиях тотальной цифровизации.

Персональный Интернет вещей выступает как технологическая инновация и комплексный философский феномен, затрагивающий онтологические, эпистемологические, аксиологические и социально-философские основания современного человеческого существования и требующий системного теоретического осмысления.

## Современные тенденции развития персонального Интернета вещей

Современный этап развития персонального Интернета вещей характеризуется качественным усложнением технологической архитектуры и функциональной логики PIoT-систем. Важной тенденцией выступает глубокая интеграция методов машинного обучения и искусственного интеллекта в персональные устройства и экосистемы управления повседневной жизнью человека. Интеллектуальные системы персональной среды, включая носимые устройства, элементы умного дома и персональные ассистенты, всё чаще полагаются на предиктивные модели поведения пользователя, что обеспечивает адаптацию функционирования устройств к привычкам, состоянию, эмоциональным и физическим параметрам человека, формируя персонализированные сценарии взаимодействия и тем самым усиливая

интеграцию техники в повседневность пользователя [11], [20], [23]. В результате PIoT постепенно трансформируется из набора инструментов наблюдения и автоматизации в интеллектуальную среду, способную к обучению, прогнозированию и контекстной адаптации.

Значимым направлением развития является переход к вычислительным моделям Edge AI и TinyML. Выполнение алгоритмов искусственного интеллекта на самих устройствах может обеспечить локальную обработку данных и снизить зависимость от облачных инфраструктур. Это способствует уменьшению задержек, повышению устойчивости систем и потенциальному укреплению приватности пользователя за счёт минимизации передачи чувствительной информации во внешние среды [24]. Исследования демонстрируют, что развитие TinyML открывает перспективы выполнения сложных аналитических и распознающих алгоритмов на энергоэффективных устройствах с ограниченными вычислительными ресурсами [25].

Одновременно наблюдается развитие контекстно-ориентированного управления в персональных IoT-системах. Функционирование устройств в большей степени определяется данными о местоположении пользователя, его активности, физиологическом состоянии, социальном окружении и текущих ситуационных условиях [11], [23]. Управление приобретает динамический и адаптивный характер. Функции активируются, ограничиваются или деактивируются в зависимости от контекста, позволяя формировать персонализированную, гибкую цифровую среду. В результате граница между техникой как инструментом и техникой как активным участником жизненных процессов существенно смещается. PIoT начинает функционировать как среда совместной регуляции поведения человека и технических систем.

Следующей важной тенденцией является укрупнение и институционализация систем PIoT. Расширяются интегрированные платформенные решения, объединяющие устройства, сервисы, программные средства и облачные ресурсы. Крупные технологические корпорации конструируют комплексные инфраструктуры, в рамках которых формируются стандарты взаимодействия, модели совместимости и правила управления данными [18], [21]. С одной стороны, это обеспечивает удобство, согласованность и технологическую целостность пользовательского опыта. С другой стороны, усиливаются зависимости пользователя от платформенных систем, ограничивается его цифровой суверенитет, возникают риски монополизации данных и перераспределения власти в пользу владельцев инфраструктуры.

Отдельного внимания заслуживает процесс институционализации и нормативного оформления PIoT. Разрабатываются стандарты безопасности, приватности, интероперабельности и доверенного управления. Формируются правовые нормы, призванные ограничивать риски злоупотреблений, алгоритмической дискриминации, утраты автономии субъекта и коммерциализации личных данных. Тем самым PIoT начинает входить в сферу правового регулирования и социальной ответственности. Это свидетельствует о его переходе из стадии технологического эксперимента в стадию зрелой социотехнической системы.

Совокупность указанных тенденций позволяет констатировать, что в современном PIoT происходит смещение философского и научного фокуса. Акцент с простого обеспечения сетевой связанности вещей переносится на проблемы автономии человека и техники, доверия к алгоритмическим решениям, перераспределения цифровой власти, защиты приватности и сохранения идентичности субъекта в условиях тотальной цифровизации. Персональный Интернет вещей превращается в сферу, где технические, социальные, философские и этические вопросы оказываются неразрывно связанными, что требует комплексного научного анализа и междисциплинарного подхода к его осмыслению.

## Перспективы и возможные сценарии будущего развития персонального Интернета вещей

Анализ научной литературы и наблюдаемых технологических тенденций позволяет утверждать, что дальнейшее развитие персонального Интернета вещей будет определяться несколькими взаимосвязанными направлениями. Важнейшей перспективой выступает укрепление телесной интеграции PIoT-технологий и их тесное сопряжение с человеческим телом и физиологией. Развитие имплантируемых устройств, биосенсоров, медицинских киберфизических систем и технологий мониторинга здоровья создаёт предпосылки для формирования новой формы «кибернетизированной телесности», в которой тело оказывается пронизанным сенсорными и вычислительными структурами [26]. Персональный Интернет вещей постепенно переходит от внешнего окружения человека к его внутреннему, физиологическому измерению.

Параллельно прогнозируется усиление автономности PIoT-устройств. Развитие методов искусственного интеллекта, агентных систем и распределённых архитектур обеспечивает возможность формирования персональных систем, в которых устройства способны самостоятельно

анализировать контекст, извлекать закономерности из данных, координировать свои действия и принимать решения без постоянного прямого контроля со стороны пользователя [23], [24]. Это открывает перспективу перехода от инструментальной техники к технике, обладающей высокой степенью операциональной самостоятельности. Возникает возможность формирования мультиагентных персональных сетей, где устройства вступают во взаимодействие между собой, согласуют цели и формируют коллективные стратегии поведения, что меняет традиционную модель взаимодействия «человек — устройство» на более сложную конфигурацию «человек — система распределённых агентов».

Значимые перспективы связаны с дальнейшим развитием контекстной осведомлённости и предиктивной аналитики. PIoT-системы будут реагировать на текущий контекст и прогнозировать будущие состояния, предлагая превентивные решения, корректирующие стратегии поведения и автоматизированные сценарии взаимодействия, что может создать возможности для повышения комфорта, эффективности и безопасности, но одновременно и усилить риски избыточной зависимости человека от технологий и снижения уровня его автономного контроля над собственной жизнедеятельностью.

Философские и этические сценарии будущего PIoT могут развиваться в нескольких направлениях. Первый сценарий основывается на логике усиления контроля, надзора и экономической эксплуатации данных пользователя. В этом случае PIoT оказывается глубоко встроенным в инфраструктуру цифрового капитализма, где данные человека становятся инструментом коммерциализации, управляемости и социальной стратификации [17], [18]. Технологии персонального Интернета вещей могут использоваться для алгоритмического управления поведением, навязывания предпочтений, формирования зависимостей от платформенных систем и перераспределения власти в пользу крупных технологических корпораций и государственных структур.

Альтернативный сценарий ориентирован на усиление автономии и самоопределения личности посредством PIoT-технологий. В этом случае персональный Интернет вещей интерпретируется как ресурс расширения возможностей субъекта, повышения качества жизни, поддержания здоровья, персонализированного обучения, улучшения когнитивных и физических способностей человека. При этом важное значение приобретают механизмы этического и правового регулирования, технологии приватности, модели

распределённого хранения данных и пользовательского контроля над цифровой идентичностью. Вероятнее всего, реальная траектория развития PIoT будет формироваться в напряжённом пространстве между этими двумя полюсами, отражая как возможности освобождения, так и риски подчинения.

Перспективы PIoT связаны также с радикальной трансформацией фундаментальных категорий человеческого существования. Меняется понимание личного пространства, приватности и телесной неприкосновенности. Переопределяются границы субъектности и идентичности, поскольку значительная часть жизненных процессов начинает опосредоваться цифровыми технологиями. Возникают новые вопросы о свободе, ответственности, доверии, справедливости и распределении власти в цифровом обществе.

В этой связи дальнейшие исследования PIoT представляются перспективными в нескольких междисциплинарных направлениях. Особое значение приобретает философия техники, позволяющая осмыслить онтологические и антропологические последствия глубокого сращивания человека и техники. Важны исследования в области этики искусственного интеллекта и цифровых технологий, направленные на формирование норм ответственности, прозрачности и справедливости. Существенную роль играют теория цифрового капитализма и социальная философия, анализирующие влияние PIoT на социальные структуры, власть и экономические отношения. Необходимы работы в сфере антропологии и культурологии, изучающие изменение повседневных практик, идентичности и образов жизни. Наконец, важным направлением остаётся правовое регулирование.

## Заключение

Проведённое исследование позволяет сформулировать ряд принципиально значимых выводов относительно сущности, современного состояния и перспектив развития персонального Интернета вещей. Историко-теоретический анализ показал, что эволюция концепции Интернета вещей развивается от идей повсеместных вычислений и сетевой связанности объектов к более сложным, гибким и персонализированным цифровым системам. Логическим этапом данной эволюции выступает персональный Интернет вещей, ориентированный на индивидуального пользователя, его тело, жизненные практики, повседневную среду и персональные данные.

Полученные результаты свидетельствуют о необходимости философского переосмысления техники в контексте PIoT, поскольку данная парадигма радикально трансформирует онтологический статус вещей, структуру

субъективности и характер социального взаимодействия. В онтологическом аспекте PIoT формирует мир «умных артефактов» и гибридных киберфизических систем, наделённых элементами агентности и включённых в распределённые сети действий. В эпистемологическом измерении PIoT вводит новые формы знаний о человеке, основанные на непрерывном сборе, анализе и алгоритмической интерпретации данных, что изменяет баланс между субъективным опытом и объективированным цифровым знанием. В аксиологическом и этическом аспектах PIoT порождает сложный комплекс вызовов, связанных с приватностью, автономией личности, справедливостью алгоритмических решений, доверием к технологическим системам и распределением ответственности. В социально-философском измерении PIoT интегрируется в структуру цифрового капитализма и платформенной экономики, оказывая влияние на формы власти, механизмы контроля и структуру социальных отношений.

Современные тенденции развития PIoT определяются интенсивным внедрением искусственного интеллекта, технологий Edge AI, TinyML и контекстно-ориентированных систем управления. Это способствует росту автономности устройств, повышению адаптивности персональной цифровой среды и усложнению функциональной архитектуры персональных систем. Вместе с тем усиливаются риски зависимости пользователя от платформенных инфраструктур, утраты цифрового суверенитета, усиления алгоритмического контроля и перераспределения власти в пользу технологических корпораций.

Перспективы развития персонального Интернета вещей связаны с дальнейшей телесной интеграцией технологий, расширением возможностей имплантируемых и биосенсорных систем, увеличением степени автономности персональных устройств и становлением координируемых персональных мультиагентных систем. Можно предположить, что в ближайшие десятилетия PIoT будет оказывать существенное влияние на понимание субъектности, идентичности, свободы, ответственности и социальности человека, формируя новые нормы взаимодействия между человеком и техникой.

Одновременно остаётся значительный круг нерешённых проблем, требующих дальнейшего научного анализа. Открытыми остаются вопросы этического и правового регулирования PIoT, философского осмысления цифрового контроля, обеспечения справедливости и прозрачности алгоритмов, защиты персональных данных и приватности, сохранения автономии субъекта, формирования доверенных и справедливых PIoT-систем.

Особую актуальность приобретает необходимость разработки междисциплинарных подходов, объединяющих философию техники, этику, социальную теорию, правовые исследования и инженерные науки.

Персональный Интернет вещей следует рассматривать не как технологическую инновацию, а как многомерный социотехнический и философский феномен, оказывающий глубокое воздействие на структуру человеческого опыта, социальные отношения и культурные практики. Его дальнейшее развитие требует комплексного научного сопровождения, критического анализа и взвешенного нормативного регулирования, ориентированного на гармонизацию технологического прогресса с ценностями человеческого достоинства, свободы и ответственности.

## Список литературы

1. Weiser M. The Computer for the 21st Century // Scientific American. – 1991.
2. Ashton K. That ‘Internet of Things’ Thing // RFID Journal. – 2009.
3. Atzori L., Iera A., Morabito G. The Internet of Things: A survey // Computer Networks. – 2010. – DOI: 10.1016/j.comnet.2010.05.010.
4. Gubbi J., Buyya R., Marusic S., Palaniswami M. Internet of Things (IoT): A vision, architectural elements, and future directions // Future Generation Computer Systems. – 2013. – DOI: 10.1016/j.future.2013.01.010.
5. Zanella A., Bui N., Castellani A., Vangelista L., Zorzi M. Internet of Things for Smart Cities // IEEE Internet of Things Journal. – 2014.
6. Verbeek P. Moralizing Technology: Understanding and Designing the Morality of Things. – Chicago: University of Chicago Press, 2011.
7. Domingo M. Personal Data Management and PIoT Architectures // IEEE Communications Magazine. – 2012.
8. Miorandi D., Sicari S., De Pellegrini F., Chlamtac I. Internet of Things: Vision, Applications and Research Challenges // Ad Hoc Networks. – 2012.
9. Lane N., Miluzzo E., Lu H., Peebles D., Choudhury T., Campbell A. A Survey of Mobile Phone Sensing // IEEE Communications Magazine. – 2010.
10. Li S., Xu L. D., Zhao S. The Internet of Things: A Survey // Information Systems Frontiers. – 2015.
11. Zanella A., Bui N., Castellani A., Vangelista L., Zorzi M. Internet of Things for Smart Personal Environments // IEEE Publications. – 2014.

12. Clark A., Chalmers D. The Extended Mind // Analysis. – 1998.

13. Floridi L. The Fourth Revolution: How the Infosphere is Reshaping Human Reality. – Oxford: Oxford University Press, 2014.

14. Lupton D. Self-Tracking. – Cambridge, MA: MIT Press, 2016.

15. Sharon T., Zandbergen D. From Data Fetishism to Quantifying Selves // New Media & Society. – 2017.

16. Ruckenstein M., Schüll N. The Datafication of Health // Annual Review of Anthropology. – 2017.

17. Zuboff S. The Age of Surveillance Capitalism. – New York: PublicAffairs, 2019.

18. Couldry N., Mejias U. The Costs of Connection. – Stanford: Stanford University Press, 2019.

19. Nissenbaum H. Privacy in Context: Technology, Policy, and the Integrity of Social Life. – Stanford: Stanford University Press, 2010.

20. Mittelstadt B., Allo P., Taddeo M., Wachter S., Floridi L. The Ethics of Algorithms // Big Data & Society. – 2016.

21. Srnicek N. Platform Capitalism. – Cambridge: Polity Press, 2017.

22. Turkle S. Alone Together. – Cambridge, MA: MIT Press, 2011.

23. Chen M., Gonzalez S., Vasilakos A., Cao H., Leung V. Body Area Networks and Personal IoT // IEEE Systems Journal. – 2011.

24. Satyanarayanan M. The Emergence of Edge Computing // IEEE Computer. – 2017.

25. Warden P., Situnayake D. TinyML. – O'Reilly Media, 2019.

26. Heffernan N., et al. Implantable Biosensors and Personal IoT Healthcare Futures // Sensors. – 2020.

© Князев М.А.

# МЕТАМАТЕРИАЛЫ КАК СОВРЕМЕННЫЕ СРЕДСТВА СНИЖЕНИЯ ВИБРАЦИЙ И ШУМА НА ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОМ ТРАНСПОРТЕ

**Филиппов Иван Сергеевич**
аспирант
ФГБОУ ВО «Приволжский государственный
университет путей сообщения»

**Аннотация:** в статье рассматриваются источники вибраций и шума в железнодорожном транспорте и ограничения традиционных средств их снижения при росте скоростей движения поездов. Обосновывается применение упругих метаматериалов, использующих механизмы брэгговского рассеяния и локального резонанса для формирования запрещённых частотных диапазонов и эффективного подавления низкочастотных колебаний. Приводятся примеры инженерных решений (метабетон, фононно-кристаллические и хиральные структуры железнодорожного пути, локально-резонансные метабарьеры), демонстрирующих существенное снижение вибраций и шума и высокий потенциал метаматериалов для защиты железнодорожной инфраструктуры.

**Ключевые слова:** метаматериалы; фононные кристаллы; виброзащита железнодорожного пути; снижение шума; локальный резонанс.

# METAMATERIALS AS ADVANCED MEANS FOR VIBRATION AND NOISE REDUCTION IN RAILWAY TRANSPORT

**Filippov Ivan Sergeevich**

**Abstract:** the paper addresses the sources of vibration and noise in railway transportation and the limitations of conventional mitigation techniques under increasing train speeds. It substantiates the use of elastic metamaterials exploiting Bragg scattering and local resonance to create band gaps and efficiently attenuate low-frequency waves. Engineering examples, including metaconcrete, phononic and chiral tracks, and locally resonant metabarriers, demonstrate significant vibration and noise reduction and highlight the strong potential of metamaterials for protecting railway infrastructure.

**Key words:** metamaterials; phononic crystals; railway vibration control; noise reduction; local resonance.

Железнодорожный транспорт во многих странах мира является критически важной составляющей для региональной и межрегиональной логистики. Текущие тенденции развития железнодорожной отрасли связаны с растущими требованиями к увеличению скорости движения поездов и интенсивности как грузовых, так и пассажирских перевозок. Однако при этом возрастает значимость ряда проблем, заключающихся в повышении шума и вибрационного воздействия, оказывающего влияние как на сам подвижной состав и железнодорожную инфраструктуру, так и на человека. Повышение эффективности средств шумоподавления и борьбы с вибрацией является крайне значимым и актуальным направлением исследований.

Возникновение вибраций связано с взаимодействием колес подвижного состава и рельсошпальной решеткой, а появление шума обусловлено вибрацией конструкций, аэродинамическими эффектами, а также работой тяговых установок и иного оборудования, расположенного на поезде.

Вибрации в подавляющем большинстве случаев возникают из-за жесткого контакта между колесом и рельсом, однако для грузовых и пассажирских поездов интенсивность вибраций отличается. Интенсивность и спектр возбуждения колебаний системы «путь-подвижной состав» зависят от ряда факторов: массы транспортного средства, скорости его движения, изношенности рельсов и кривизны участка пути.

В основном шум образуется при торможении подвижного состава за счет трения элементов тормозной системы, при взаимодействии кузова вагона с окружающей средой на высокой скорости, и при контакте колесных пар с рельсами. При скорости движения поезда до 300 км/ч основным источником шума становится шум от взаимодействия колесных пар и рельсов, однако при скорости выше 300 км/ч внешний аэродинамический шум привносит более 50% от общего уровня шума [1].

На данный момент существует множество различных устройств для защиты железнодорожной инфраструктуры от вредного воздействия вибраций. Они делятся на активные и пассивные. К активным средствам виброзащиты относятся устройства, основанные на использовании дополнительного источника энергии, компенсирующего внешние динамические воздействия. Пассивные средства виброзащиты представляют собой упругие элементы с высокой диссипативностью. Примерами

существующих виброизоляторов являются упругие прокладки между рельсом и шпалой, полимерные шпалы, различные компоновки подвесок подвижного состава и другие. В мировой практике известны «плавающие» плиты безбалластного мостового полотна, траншеи и барьеры с мягким наполнителем, устраивающиеся вдоль земляного полотна железнодорожного пути с целью ослабления поверхностных волн, возбуждаемых поездами. Для вагонов и локомотивов разрабатываются методы контроля вибраций и шума, включающие в себя аэродинамическую оптимизацию кузовов, управление потоками воздуха и использование звукопоглощающих материалов.

Важным аспектом является контроль распространения шума (колебаний воздушной среды) исходящих от движущегося подвижного состава. Звукозащитные барьеры, отличающиеся простотой установки и эффективным шумоподавлением, играют ключевую роль в борьбе с шумом от дорог и широко используются по всему миру. Но, хотя шумозащитные экраны эффективно снижают уровень шума вдоль железнодорожных путей, их эффективность звукопоглощения или звукоотражения часто ограничивается определёнными частотными диапазонами.

Анализируя ограничения существующих решений и потенциал их совершенствования, метаматериалы становятся перспективной альтернативой традиционных способов акустической защиты и виброзащиты благодаря их уникальным структурным свойствам, способствующим контролю распространения волн в средах. Адаптируя конструкцию устройств из метаматериала, изменяя их строение и геометрию, обеспечивается управление определёнными диапазонами частот механических колебаний, что дает возможность решать ряд существенных проблем, связанных с высокоскоростными перевозками. С этой точки зрения, метаматериалы представляют собой перспективное направление для разработки инновационных конструкций и средство улучшения существующих устройств для снижения вибраций и шума.

Метаматериалы — это искусственно созданные композитные структуры, обладающие необычными физическими свойствами, которых нет у природных материалов. Физические свойства метаматериалов определяются не химическим составом, а тщательно организованной микроструктурой, состоящей из повторяющихся структурных элементов, называемых метаатомами.

Ранние упругие метаматериалы в основном опирались на запрещённые зоны брэгговского рассеяния. Брэгговские отражения — возникают при длинах волн, сравнимых с размером метаатома. При распространении волны встречаются с периодической структурой слоев материалов с разными коэффициентами преломления, что вызывает деструктивную интерференцию.

Этот механизм особенно эффективен на высоких частотах и широко используется в фононных и фотонных кристаллах для управления дисперсией волн. Однако этот геометрический подход непрактичен для работы с низкочастотными волнами, возбуждающимися при проходе подвижных составов, так как длина таких волн обычно составляет от нескольких метров до десятков метров.

Поэтому был предложен и разработан новый класс метаматериалов, основанный на локальном резонансе.

Когда механическая волна распространяется через материал, заполненный специально спроектированными включениями, возникает сильное резонансное взаимодействие. Каждый метаатом действует как независимый резонатор, обладающий собственной частотой. При частотах, близких к резонансной частоте ячеек структуры, происходит интенсивное взаимодействие с волной. При приложении динамической нагрузки с частотой, близкой к резонансной частоте системы, возникают значительные локальные смещения, которые поглощают и рассеивают энергию волны. Это приводит к формированию запретных зон — частотных диапазонов, в которых волны не могут проходить через материал.

Локальные резонансы независимы от размера ячейки и проявляются при совпадении частоты внешнего воздействия с собственной частотой элементов структуры. Этот механизм позволяет создавать запретные зоны при субволновых масштабах структуры, что критично важно для управления низкочастотными волнами. Например, локальные резонансы могут эффективно подавлять вибрации частотой всего 0,25 кГц.

Комбинируя оба механизма, метаматериалы могут обеспечить более эффективный контроль над волнами: используя брэгговское рассеяние обеспечить контроль над волнами на высоких частотах, а локальный резонанс (при помощи создания запрещённых зон) над низкочастотными.

Созданные и создаваемые конструкции из метаматериала для снижения вибраций и шума будут отличаться большей компактностью, легкостью, быстровозводимостью и прочностью конструкции.

**Примеры технических решений на основе метаматериалов**

Верхнее строение пути — одно из мест, где можно применять метаматериалы, для уменьшения распространения вибраций. Например, Wang и др. [2] использовали механизм локального резонанса для создания инновационной конструкции пути на основе фононных кристаллов. Исследование направлено на снижение интенсивности механических волн, передающихся через грунт (рис. 1). Преимущество описанной разработки заключается в создании условий для появления регулируемого локального резонансного зазора, охватывающего широкий диапазон частот, в том числе и низкие.

Шуай Ку и др. [3] разработали конструкцию железнодорожного полотна, основанную на структуре хиральных фононных кристаллов. Такая структура способствует повышенной изоляции от низкочастотных вибраций. Этот инновационный подход использует механизм ортогональной поляризационной связи внутри хиральных субъячеек. Конструкция значительно снижает уровень шума, уменьшая его на в 7,19 дБ для безбалластного пути и на 5,69 дБ для туннелей, что значительно превосходит показатели традиционных систем.

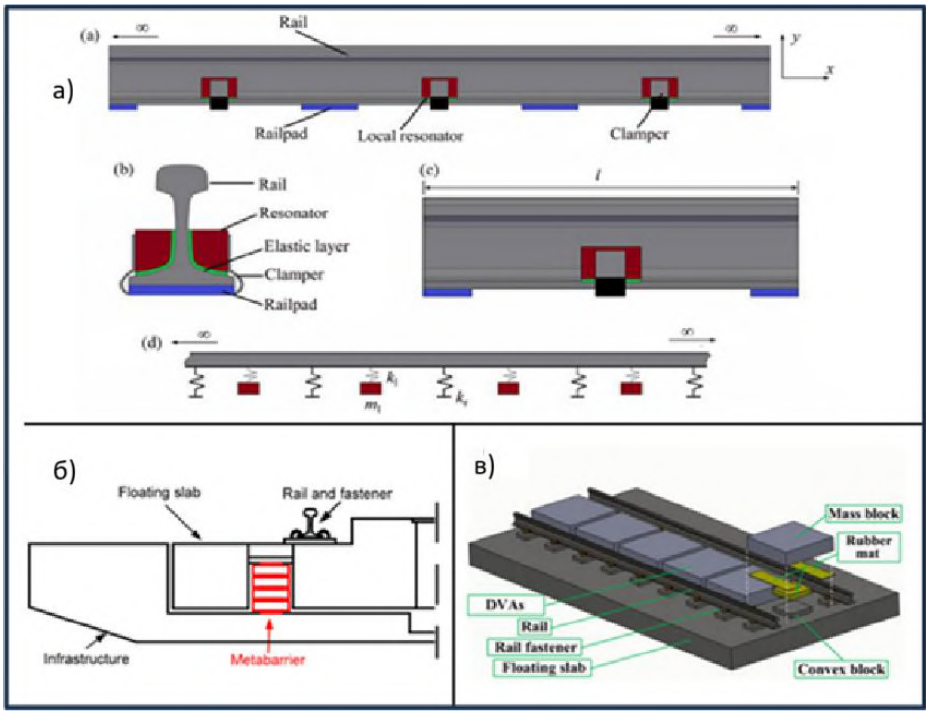


**Рис. 1. а) Конструкция фононно-кристаллической структуры пути; б) поперечное сечение метабарьера; в) прототип конструкции «плавающих» плит**

Верхнее строение железнодорожного пути имеет значительный потенциал для инноваций. Один из них это метабетон. Метабетон — это современный композитный материал, разработанный для повышения эффективности гашения вибрации. Разработанный метабетон, слагаемый из трехкомпонентных фононных кристаллов на основе цемента, имеет несколько запрещенных зон ниже 200 Гц, что обеспечивает эффективность гашения низкочастотных вибраций [4].

Решения, направленные на снижение энергии распространяющихся по поверхности земли волн от подвижного состава, действующих на близлежащую инфраструктуру, представляют из себя локально-резонансные периодические барьеры (рис. 2). Когда в месте соприкосновения колеса с рельсом возникает вибрация, она распространяется в грунте в виде объёмных и поверхностных волн. Поверхностные упругие волны, возникающие при возбуждении поверхности железнодорожным транспортом, в основном состоят из P-волн, S-волн и R-волн, на долю которых приходится примерно 7%, 27 % и 67 % энергии соответственно. Наибольшую угрозу для близлежащих строений представляют волны Рэлея. Они распространяются по поверхности земли и имеют высокую концентрацию энергии. Сейсмические волны обычно имеют частоту ниже 20 Гц, в то время как вибрации, вызванные движением поездов, часто достигают 50 Гц и выше.

Локально-резонансные периодические барьеры эффективно ослабляют поверхностные волны, распространяющиеся от высокоскоростных поездов. К метабарьерам относятся периодические траншеи и сваи, способствующие изолированию низкочастотных поверхностных волн.

Исследования, представленные на рис. 2, показали, что периодические траншеи и сваи могут эффективно изолировать низкочастотные поверхностные волны путем образования так называемых метабарьеров. Однако многие из этих конструкций требуют транспортировки крупногабаритных грузов или заливки на месте больших объемов бетона, что приводит к логистическим проблемам и увеличению сроков строительства.

Эффективной альтернативой является композитный резинобетонный барьер. Панель, состоящая из локально резонансных кубических элементов из бетонных пирамид, соединённых стальной арматурой, продемонстрировала снижение низкочастотных вибраций на 10 дБ в диапазоне резонансных частот 30 Гц (Рис. 2, д). [5].

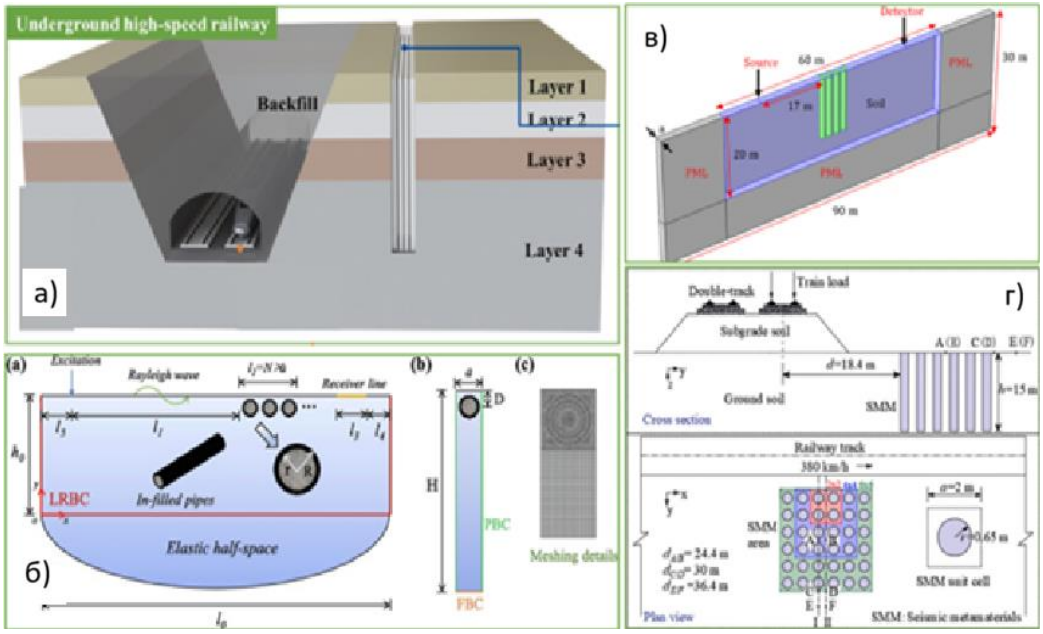


**Рис. 2. Локально-резонансные периодические барьеры**

Цзэн и др. [6] предложили субволновую метаповерхность, сочетающую трехкомпонентную пластину метаповерхности с полупространством, для ослабления сверхнизкочастотных поверхностных волн. Такая конструкция создаёт широкую пропускную полосу, в которой волны Рэлея отклоняются метаматериалом и преобразуются в объёмные волны, что открывает возможности для практического применения в защите крупномасштабной инфраструктуры, такой как объекты энергетической, атомной инфраструктуры, объекты культурного наследия, а также иные здания и сооружения.

**Вывод.** Развитие железнодорожной транспортной отрасли связано с возникновением новых вопросов, в частности, связанных с повышением динамического воздействия на путь и инфраструктуру, требующих инновационных решений. Железнодорожный транспорт создаёт сложный спектр вибраций и шума, с доминирующими низкочастотными компонентами. Традиционные средства вибро- и шумозащиты являются малоэффективными для их подавления в условиях высоких скоростей поездной нагрузки. Метаматериалы, использующие комбинацию брэгговского рассеяния и локального резонанса, позволяют целенаправленно формировать запретные зоны распространения волн, включая низкие частоты, при этом сочетая малые габариты и высокую прочность конструкции. Конкретные решения на их

основе (метабарьеры, метабетон, резонансные панели) демонстрируют заметное снижение вибраций и шума и обладают потенциалом стать основой для новых, более эффективных систем защиты железнодорожной инфраструктуры и окружающей застройки.

## Список литературы

1. Wang, C., Wang, G., Chen, Z. et al. Vibration control and noise attenuation strategies via acoustic metamaterial in railway transportation: a state of-the -art review. Urban Lifeline 3, 14 (2025) https://doi.org/10.1007/s44285-025-00043-6

2. Wang P, Yi Q, Zhao C-y, M-t X, Lu J (2018) Wave propagation control in periodic track structure through local resonance mechanism. J Central South Univ 25(12):3062–3074 https://doi.org/10.1007/s11771-018-3974-6

3. Qu S, Ding W, Dong L, Zhu J, Zhu S, Yang Y, Zhai W (2024) Chiral phononic crystal-inspired railway track for low-frequency vibration suppression. Int J Mech Sci 274:109275. https://doi.org/10.1016/j.ijmecsci.2024.109275

4. Miao L, Lei L, Li C, Zheng H, Qian Z (2023) Vibration reduction of phononic-like crystal metaconcrete track bed for underground railway. J Mater Civ Eng 35(8):04023254. https://doi.org/10.1061/JMCEE7.MTENG-15400

5. Nistri F, Bosia F, Gliozzi A, D'Alessandro L, Caverni S, Charkaluk P, Corigliano A, Miniaci M, Colombi A, Pugno N (2024) Design and in field validation of a modular metamaterial for mitigation of railway induced vibrations. Soil Dyn Earthq Eng 180:108594 https://doi.org/10.1016/j.soildyn.2024.108594

6. Zeng Y, Peng P, Du Q-J, Wang Y-S and Assouar B (2020) Subwavelength seismic metamaterial with an ultra-low frequency bandgap. J Appl Physics 128(1): 4901. https://doi.org/10.1063/1.5144177

© Филиппов И.С.

**УДК 621.43**

# СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ТОРМОЗНЫХ СИСТЕМ РАЗНОГО ТИПА

**Горбатов Андрей Максимович**
студент
Нижегородский институт путей сообщения
Филиал ФГБОУ ВО «Самарский государственный
университет путей сообщения»
Научный руководитель: **Катаева Лилия Юрьевна**

**Аннотация:** современное развитие железнодорожного транспорта в России, характеризующееся совершенствованием технических средств, внедрением интеллектуальных систем и развитием высокоскоростного движения, обуславливает повышенные требования к системам торможения. В данной работе представлен анализ современных тормозных систем, используемых на железнодорожном транспорте. Эти системы являются ключевым элементом обеспечения безопасности перевозок. Эффективность торможения железнодорожного колеса зависит от множества факторов, включая скорость движения, нагрузку, состояние колес и тормозных колодок, состояние пути, погодные условия, температуру, а также качество тормозных механизмов и системы управления. Различные типы тормозных систем обладают определенными преимуществами и недостатками. В связи с этим разработка и внедрение интеллектуальных и надежных тормозных систем, а также создание усовершенствованных приборов представляются необходимыми для повышения безопасности и эффективности железнодорожного транспорта.

**Ключевые слова:** системы торможения, железнодорожный транспорт, пневматические тормозные системы, автоматические тормозные системы.

# COMPARATIV ANALYSIS OF DIFFERENT TYPES OF BRAKE SYSTEMS

**Gorbatov Andrey Maksimovich**
Scientific adviser: **Kataeva Liliya Yurievna**

**Abstract:** the current development of railway transport in Russia, characterized by the enhancement of technical means, the implementation of intelligent systems, and the expansion of high-speed rail, necessitates advanced braking systems. This paper presents an analysis of modern braking systems used in railway transport. These systems are a critical component in ensuring operational safety. The braking performance of a railway wheel depends on multiple factors, including velocity, load, the condition of wheels and brake pads, track surface state, weather conditions, temperature, as well as the quality of brake mechanisms and the brake control system. Different types of train braking systems have distinct advantages and disadvantages. Consequently, the development and implementation of intelligent and reliable braking systems, along with the creation of advanced devices, are essential for mitigating drawbacks, enhancing advantages, and improving the safety and efficiency of railway transport.

**Key words:** braking systems, railway transport, pneumatic brake systems, automatic brake systems.

Тормозная система обеспечивает торможение поезда на железно-дорожных путях, являющееся процессом сложным и многогранным. Основные факторы, оказывающие влияние на процесс торможения – это масса поезда и скорость движения поезда [1, с. 1031]. Чем больше масса поезда, тем больше сила трения, необходимая для остановки поезда. То есть поезд с большей массой требует большей силы торможения для остановки, чем поезд с меньшей массой. Чем выше скорость движения поезда, тем больше расстояние, которое требуется для остановки поезда, и тем больше сила торможения, необходимая для снижения скорости до нуля [2, с. 32]. Различные типы тормозных систем имеют различную эффективность в зависимости от скорости и массы поезда. Кроме того, состояние пути, на котором движется поезд, также может оказывать значительное влияние на процесс торможения. При движении по уклону пути требуется разная сила торможения в зависимости от того, в гору движется поезд или спускается с горы. Нельзя исключать и состояние колесной пары. Изношенные колеса или колеса с неправильной геометрией могут привести к неодинаковому распределению силы торможения между колесами, что снижает эффективность торможения.

Среди современных тормозных систем [3, с. 1131], применяемых на российских поездах можно выделить:

– тормозные системы пневматического типа подразделяются на: автоматические и прямодействующие.

– автоматические тормозные системы – основные системы тормозов для остановки всего состава.

Прямодействующие применяются только для управления самим локомотивом. Тормозные системы пневматического типа просты в обслуживании и надежны, происходит практически одновременное срабатывание тормозов по всей длине состава, что позволяет сократить тормозной путь – это является преимуществом тормозных систем этого типа. Но имеются и недостатки, связанные с ограниченной эффективностью системы торможения при высоких скоростях [4, с. 586].

Электропневматические тормозные системы управляются с помощью электросигнала, поступающего на тормозные колодки, обеспечивая одновременное срабатывание по длине всего состава и тем самым уменьшают тормозной путь.

Электрические тормозные системы построены на переводе тяговых электродвигателей в режим электрических генераторов, задействуются только для подтормаживания и корректирования скорости движения поездов на уклонах, для снижения скорости перед предстоящей остановкой. Фрикционные тормоза при электрическом торможении не используются, не нагреваются тормозные колодки и бандажи колёсных пар, они не изнашиваются. Электрические тормозные системы находят применение в высокоскоростных поездах.

Электромагнитные тормозные системы начинают работать при прямом взаимодействии тормозной колодки с рельсом. Тормозное нажатие создается за счёт магнитного поля, образуемого электромагнитами, и притягивающего тормозную колодку и рельс друг к другу. Это эффективный способ торможения, который применяется как при экстренном торможении, так и как стояночный. Недостаток тормозной системы этого типа проявляется в обязательном наличии электрического питания, в связи с чем на автономном подвижном составе (тепловозы, дизельные поезда) возможность эксплуатации тормозной системы данного типа ограничена. Применение анализа большого количества данных для объективного прогнозирования тормозной способности поездов показано в [5, с. 737].

Специальное конструкторское бюро по тормозостроению (СКБТ) ОАО МТЗ ТРАНСМАШ производит комплексы, в которых оптимально совмещены

достоинства дисковых и магниторельсовых тормозов, противоюзной защиты, применяю на высокоскоростных поездах ЭР-200, "Сокол", на скоростных — "Русская Тройка" и "Невский Экспресс". Унифицированные комплексы тормозного оборудования (УКТОЛ) для грузовых и пассажирских локомотивов, обеспечивающие дистанционное автоматизированное управление движением поезда, в том числе по радиоканалу, с применением микропроцессорных систем управления.

Использование микропроцессорных средств облегчило решение задач диагностики тормозной системы при движении поезда. Диагностические устройства информируют машиниста о состоянии тормозной системы в масштабе реального времени, помогают предотвращать предаварийные и аварийные ситуации. Диагностическая аппаратура накапливает в памяти информацию обо всех отказах и сбоях в действии тормозов. Разрабатываются алгоритмы диагностической системы и ее программное обеспечение, которое основывается на математическом аппарате, позволяющем наиболее полно описывать процесс работы тормозной системы. Этот аппарат может быть назван искусственным интеллектом.

Зарубежные тормозные системы поездов:

– автоматический пневматический тормоз Вестингауза – первая автоматическая система, работающая при помощи сжатого воздуха;

– электропневматический тормоз - обеспечивает более быстрое и плавное торможение по сравнению с пневматическими;

– вакуумный тормоз – использовался в системах, где вакуум создавался в тормозной магистрали;

– механические тормоза – колодочные и дисковые.

На высокоскоростных поездах зарубежных стран используются фрикционные (колодочные, дисковые, магниторельсовые) и динамические (электрические рекуперативные, электрические реостатные, вихретоковые) тормозные системы.

Колодочные при помощи фрикционного взаимодействия колодок с колесами или дисками служат для замедления или остановки поезда.

Дисковые тормоза предполагают более эффективное торможение за счет тормозных дисков. На высокоскоростных электропоездах (на ICE в Германии) используются дисковые тормоза. Композиционные тормозные накладки дисковых тормозов не дают тепловых нагрузок, но в связи с загрязненностью поверхности катания колёс имеют место случаи нарушения сцепления колёс с

рельсами. Поэтому используются дисковые тормоза обязательно с применением электронных противоюзных устройств. Усовершенствование дисковых тормозов происходит за счет разработки алюминиевых тормозных дисков с накладками из синтетических материалов с целью уменьшения массы тормозного оборудования и износа.

Рельсовые тормоза включаются при нажатии колодки на рельс для остановки и удержания поезда в аварийных ситуациях и на уклонах.

При высоких скоростях поезда обычные служебные тормоза неэффективны. На высокоскоростном транспорте используются магниторельсовые тормозные системы [6, с. 61]. Магниторельсовый тормоз состоит из двух башмаков, зафиксированных пружинами на расстоянии до 140–150 мм от рельсов. Тормозное нажатие образуется за счёт магнитного поля, создаваемого электромагнитами, притягивающего друг к другу рельс и тормозную колодку. Применение магниторельсовых тормозов с использованием постоянных магнитов дает возможность экономии электроэнергии. Практикуется применение магниторельсового тормоза только при экстренном торможении или как стояночного.

На британской высокоскоростной линии HS1 с октября 2022 года применяется технология рекуперативного торможения. Рекуперативные тормоза во время замедления преобразуют кинетическую энергию поезда в электрическую, что снижает общее энергопотребление и зависимость от внешних источников энергии. Полученную электроэнергию можно использовать для тяги поездов или возвращать в национальную сеть. Однако, рекуперативное торможение не может применяться в качестве единственного средства безопасной остановки, эта система тормозов должна использоваться в сочетании с другой тормозной системой.

В тормозной системе поездов ICE3 (Германия) используются электродинамический (рекуперативный) и фрикционный дисковый тормоза. На моторных тележках тормозные диски установлены на колёсах, на поддерживающих — на осях. В тормозной системе имеется вихретоковый рельсовый тормоз. Тормозная система работает под управлением единой микропроцессорной системы с распределением усилия в зависимости от скорости, нагрузки конкретного вагона и других факторов.

На электропоездах серии 500 (Япония) используется рекуперативная, пневматическая с электронным управлением, на вихревых токах тормозная система. На экспериментальном высокоскоростном электропоезде TRY-Z компании JR East используется система комбинированного рельсового

тормоза, сочетающего вихретоковый и магнитный принципы действия.

На высокоскоростных пассажирских электропоездах США используется электропневматическая тормозная система на базе не прямодействующего тормоза, специально разработанная для высокоскоростных поездов. В штатном режиме в первую очередь задействуется электродинамический тормоз, при недостаточной тормозной мощности — пневматический фрикционный тормоз.

Независимый тормоз устанавливается только на головном локомотиве для регулирования торможения локомотива, не затрагивая тормозную магистраль поезда.

Стояночный тормоз служит для фиксации поезда на месте.

Присутствует потребность в создании интеллектуальных систем торможения, которые могут оценивать работу системы в реальном времени, адаптироваться к условиям движения и прогнозировать тормозные усилия.

Это – система автоматизированного контроля, включающая интеграцию с системой управления поездом и имеющая возможность взаимодействия с другими поездами для повышения безопасности.

Различия в типах тормозных систем заключаются в технологии управления, эффективности и надежности.

Зарубежные системы торможения предполагают большую безопасность и функциональность, однако, имеют высокую стоимость и сложность проведения обслуживания.

Отечественные системы торможения просты в использовании и доступны.

Развитие железнодорожного транспорта является основополагающим аспектом прогресса страны в общем [6, с. 2], а организация безопасности перевозок железнодорожным транспортом выходит на первый план при росте скоростей поездов [7].

Разработка безотказных тормозных систем нового поколения с учетом вариативности движения колесных пар [10, с. 5] становится основой безопасности эксплуатации подвижного состава.

В условиях повышенного спроса на быстрые перевозки, современного развития железнодорожных перевозок в России, развития высокоскоростного движения, внедрение интеллектуальных тормозных систем станет ключевым фактором для повышения безопасности и эффективности железнодорожного транспорта. В работе [9, с. 208] осуществляется анализ появления представляющих угрозу случаев на железнодорожном транспорте.

Интеллектуальные системы торможения имеют преимущества, связанные с автоматизацией управления тормозами, применением искусственного интеллекта (ИИ) и машинного обучения, а также с внедрением систем, которые учитывают параметры поезда и условия движения, что повышает безопасность, эффективность, экономичность, экологичность. В работе [10, с. 4] приведены главные факторы, влияющие на процесс торможения. Применение усовершенствованного нечеткого нейронного сетевого алгоритма для моделирования процесса торможения железнодорожных поездов представили авторы [11]. Применение симуляции с использованием современных пакетов прикладных программ для исследования тормозной способности высокоскоростных поездов дает возможность разрабатывать более полные трибологические модели [12].

**Вывод:** таким образом, в рамках проведенного анализа и исследования становится очевидно, что в современном мире в связи с необходимостью увеличения скоростного режима поездов требуется и повышать безопасность движения поездов. Поскольку в основе безопасности лежит качество тормозных систем, безупречность их работы, надежность, требуется развитие интеллектуальных тормозных систем, как российских, так и зарубежных поездов.

## Список литературы

1. Brems, M. Braking distance of trains: a deterministic model // Vehicle System Dynamics, 2016, Vol. 54, No. 7, pp. 1025-1040.

2. Van Der Meer, J. C. The dynamic behaviour of railway vehicles in the process of braking // Vehicle System Dynamics, 1995, Vol. 24, No. 1, pp. 1-36.

3. Nguyen, T. L. A review of train braking systems// Vehicle System Dynamics, 2018, Vol. 56, No. 8, pp. 1118-1144.

4. Zhao, J. et al. Investigation of braking performance and wheel-rail contact under different adhesion conditions // Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part F: Journal of Rail and Rapid Transit, 2015, Vol. 229, No. 6, pp. 583-593.

5. Pohlmann, N. E. et al., "Big data analytics for real-time prediction of braking performance in freight trains", Journal of Rail and Rapid Transit, 2019, Vol. 233, No. 6, pp. 729-740.

6. Катаева, Л. Ю. Синергия безопасности Нижегородской области в призме развития Горьковской железной дороги / Л. Ю. Катаева // Актуальные проблемы пространственного развития: Материалы I Международной научно-практической конференции, Нижний Новгород, 25 октября 2024 года. – Нижний Новгород: Нижегородский институт путей сообщения, 2024. – С. 55-58.

7. Герасимов, А. Н. Организация высокоскоростного движения необходимость и реалии / А. Н. Герасимов, Л. Ю. Катаева // Современное состояние и тенденции развития железных дорог: Материалы Международной студенческой научно-практической конференции, Нижний Новгород, 20 декабря 2017 года / Под редакцией Н.В. Пшениснова. – Нижний Новгород, 2017. – С. 17-19.

8. Сорокина, О. С. О вариантности системы дифференциальных уравнений при описании движения колесной пары / О. С. Сорокина, Л. Ю. Катаева // Техника и технологии наземного транспорта: Материалы IV Международной студенческой научно-практической конференции, Нижний Новгород, 14 декабря 2022 года. – Нижний Новгород: Филиал федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования "Самарский государственный университет путей сообщения " в г. Нижнем Новгороде, 2022.

9. Катаева, Л. Ю. Двухуровневая оптимизация действий по минимизации риска железнодорожных инцидентов / Л. Ю. Катаева // Железнодорожный подвижной состав: проблемы, решения, перспективы: Материалы Третьей Международной научно-технической конференции, Ташкент, 17–20 апреля 2024 года. – Ташкент: Ташкентским государственным транспортным университетом, 2024. – С. 203-215. – EDN JOYSRS.

10. Катаева, Л. Ю. Моделирование торможения на железных дорогах: проблемы и перспективы / Л. Ю. Катаева // Актуальные проблемы современного транспорта. – 2023. – № 2(12). – С. 24-32.

11. Yin, J. et al. Simulation of train braking process based on improved fuzzy neural network algorithm // IET Intelligent Transport Systems, 2015, Vol. 9, No. 4, pp. 407- 412.

12. Li C. et al. Research on the braking performance of high-speed trains based on simulation technology // Journal of Modern Transportation, 2016, Vol. 24, No. 1, pp. 56-63.

© Горбатов А.М.

**УДК 62**

# СРАВНЕНИЕ ТРАДИЦИОННЫХ СИСТЕМ МОНИТОРИНГА И ДИАГНОСТИКИ СОСТОЯНИЯ ГИДРОАГРЕГАТОВ ГЭС С ПЕРЕХОДОМ НА ОБСЛУЖИВАНИЕ ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ СОСТОЯНИЮ (СТОИР-ТС)

**Канкошев Руслан Муратович**
студент
ФГБОУ ВО «Казанский государственный энергетический университет»

**Аннотация:** статья посвящена анализу основных составных частей гидроагрегатов гидроэлектростанций (ГЭС), наиболее распространенным дефектам, принципам мониторинга вибрации и температуры, а также переходу от планового обслуживания к обслуживанию по техническому состоянию (СТОиР-ТС) с использованием систем диагностики на базе искусственного интеллекта. Проблема, отраженная в статье, заключается в реакционном характере традиционных систем мониторинга, которые фиксируют дефекты только после их развития, что приводит к избыточным расходам на ремонты, неожиданным простоям оборудования и рискам аварий, особенно в условиях высокой маневренности ГЭС в энергосистеме России.

Актуальность проблемы состоит в необходимости модернизации подходов к обслуживанию в эпоху цифровизации, где внедрение предиктивных методов на основе машинного обучения позволяет снизить затраты на 8–12%, уменьшить простои на 70–75%, продлить срок службы оборудования на 20–30% и повысить безопасность эксплуатации, соответствуя нормам ГОСТ и международным стандартам, что особенно важно для повышения конкурентоспособности гидроэнергетики.

**Ключевые слова:** гидроагрегат, дефекты гидроагрегатов, мониторинг вибрации, мониторинг температуры, диагностика, обслуживание по состоянию, СТОиР-ТС, машинное обучение, искусственный интеллект, ГЭС

# COMPARISON OF TRADITIONAL SYSTEMS FOR MONITORING AND DIAGNOSTICS OF THE CONDITION OF HYDROELECTRIC POWER PLANTS WITH THE TRANSITION TO MAINTENANCE BASED ON TECHNICAL CONDITION

**Kankoshev Ruslan Muratovich**

**Abstract:** This article analyzes the main components of hydroelectric power plant (HPP) units, the most common defects, vibration and temperature monitoring principles, and the transition from scheduled maintenance to condition-based maintenance using artificial intelligence-based diagnostic systems. The problem addressed in the article lies in the reactive nature of traditional monitoring systems, which detect defects only after they have developed, leading to excessive repair costs, unexpected equipment downtime, and the risk of accidents, especially in the context of the high maneuverability of HPPs in the Russian energy system.

The relevance of this article lies in the need to modernize maintenance approaches in the digital age, where the implementation of predictive methods based on machine learning can reduce costs by 8–12%, reduce downtime by 70–75%, extend equipment service life by 20–30%, and improve operational safety, while complying with GOST and international standards. This is particularly important for increasing the competitiveness of the hydropower industry.

**Key words:** hydro unit, hydro unit defects, vibration monitoring, temperature monitoring, diagnostics, condition-based maintenance, CBM, machine learning, artificial intelligence, HPP

## 1. Основные составные части гидроагрегата и наиболее частые дефекты

Гидроагрегат представляет собой комплексное устройство, преобразующее энергию потока воды в электрическую энергию. Его основные составные части включают гидротурбину (например, поворотно-лопастную, радиально-осевую или ковшовую в зависимости от условий эксплуатации), генератор, вал, подшипники (радиальные и упорные), ротор, статор, направляющий аппарат и вспомогательные системы, такие как системы охлаждения и смазки [2, с.10-50]. Гидротурбина отвечает за преобразование кинетической энергии воды в механическую, генератор — за выработку электроэнергии, а подшипники и вал обеспечивают стабильную передачу вращения.

Вертикальный разрез гидроагрегата представлен на рисунке (рис. 1). На нем можно увидеть:

1. Рабочее колесо турбины;

2. Направляющий аппарат, формирующий поток воды к рабочему колесу;
3. Статор генератора;
4. Ротор генератора;
5. Вал турбины;
6. Подпятник (опорный подшипник). Генератор зонтичного типа опирается на подпятник, а подпятник передает вес генератора на бетон и статор агрегата;
7. Направляющий подшипник генератора;
8. Направляющий подшипник турбины.

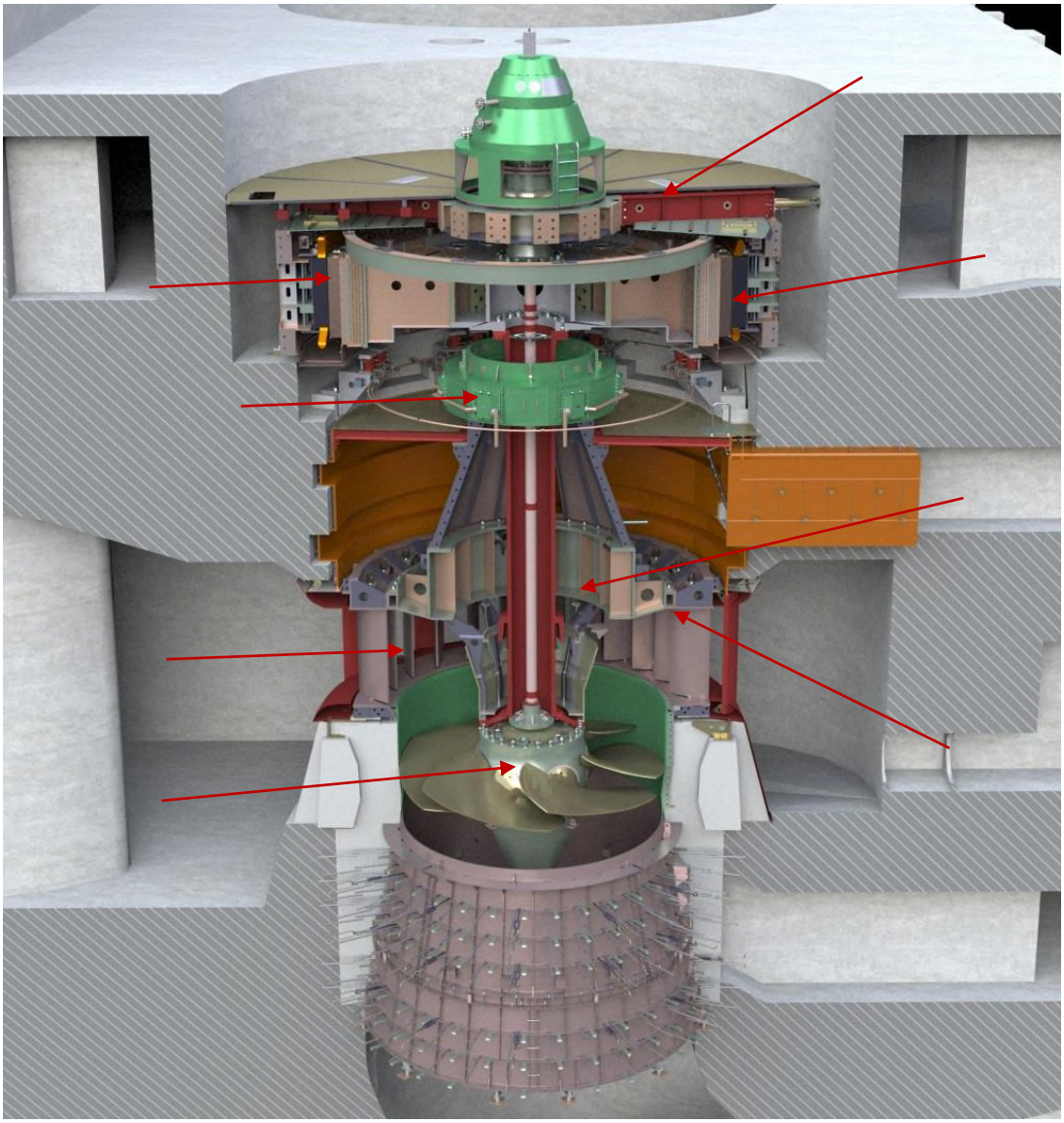

**Рис. 1. Вертикальный разрез гидроагрегата**

Наиболее частые дефекты гидроагрегатов связаны с механическим износом и внешними факторами. К ним относятся кавитация (образование пузырьков в воде, приводящее к эрозии лопастей рабочего колеса), эрозия от песка и твердых частиц в воде, усталостные трещины в лопастях и валу, износ подшипников, дисбаланс ротора, а также перегрев обмоток статора и ротора [7, раздел 3.2]. Эти дефекты часто возникают из-за длительной эксплуатации в агрессивной среде, колебаний нагрузки и нестабильных гидрологических условий, так как в ЕЭС России, ГЭС из-за высокой маневренности, часто покрывают пиковую нагрузку, и в течение суток часто набирают и сбрасывают нагрузку.

Развитие таких дефектов сопровождается увеличением вибрации и температуры в узлах гидроагрегата. И именно измерение этих параметров ложится в основу систем мониторинга, как ключевых индикаторов развития дефектов. Вибрация сигнализирует о дисбалансе, износе подшипников, кавитации или гидравлических неустойчивостях, а температура — о перегреве, вызванном трением, электрическими проблемами или недостаточным охлаждением [15]. Такие измерения позволяют выявлять проблемы на ранних этапах, предотвращая катастрофические сбои, и являются основой для как традиционных, так и современных подходов к обслуживанию.

## 2. Принципы мониторинга вибрации и температуры. Плановое обслуживание.

Мониторинг вибрации и температуры представляет собой базовый подход к контролю состояния гидроагрегатов, основанный на непрерывном или периодическом сборе данных с помощью датчиков. Датчики вибрации (акселерометры) устанавливаются на подшипниках, валу и корпусе турбины для регистрации амплитуды и частоты колебаний, что позволяет выявлять отклонения от нормы [12]. Размещение датчиков виброперемещения AS…можно увидеть на рисунке (рис. 2).

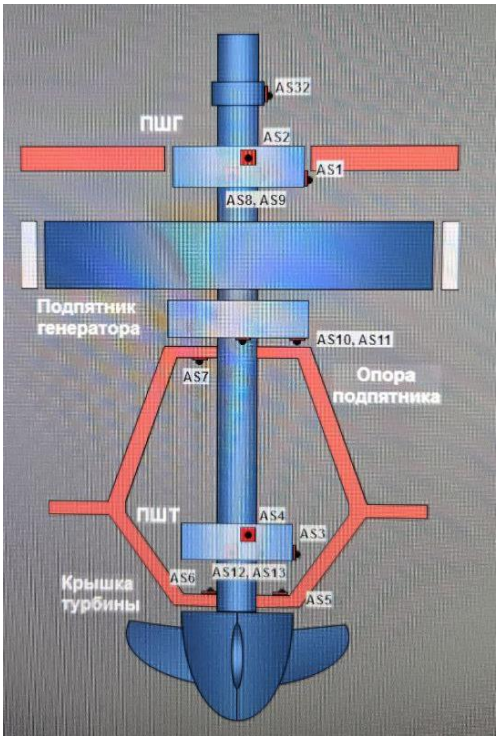


**Рис. 2. Размещение вибродатчиков**

Температурные датчики (термопары или термометры сопротивления) мониторят нагрев обмоток, подшипников и масла, предупреждая о риске перегрева [11]. Данные анализируются с использованием пороговых значений (например, по стандарту ИСО 20816 или ГОСТ 26044-83), и при превышении срабатывает сигнализация [4]. Размещение температурных датчиков видно на рисунках (рис.3 и рис.4).

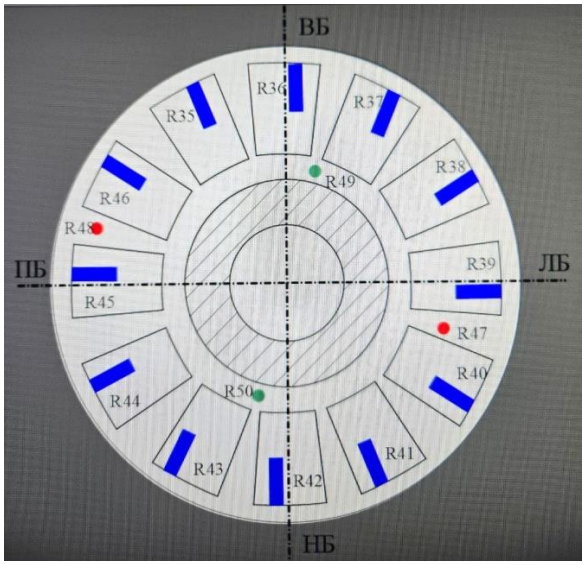


**Рис. 3. Размещение датчиков термоконтроля на сегментах подпятника**

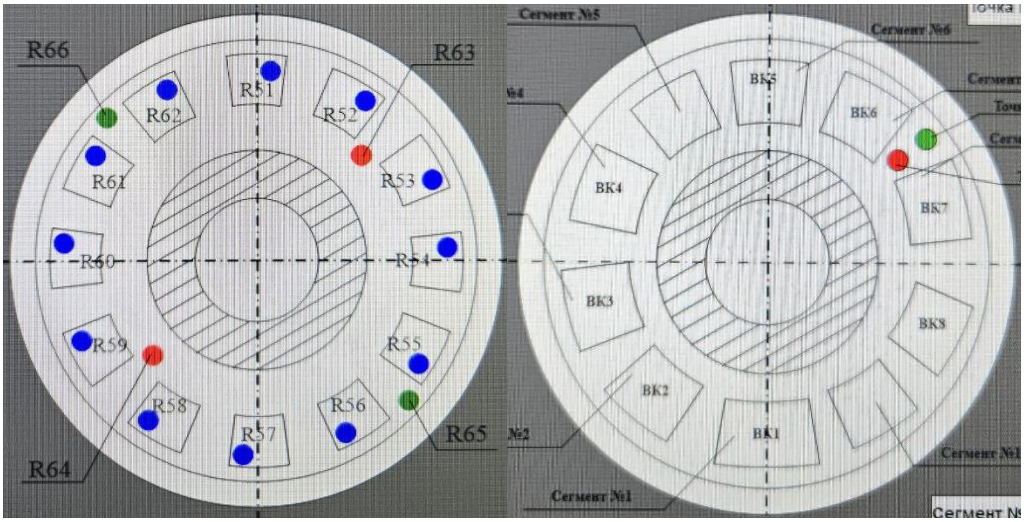


**Рис. 4. Размещение температурных датчиков на подшипнике генератора (слева) и подшипнике турбины (справа)**

Текущие системы мониторинга в своем большинстве являются реакционными. Они реагируют на достижение предельных значений (предупредительной и аварийной уставок), что свидетельствует о том, что дефект уже развился [8]. Системы защиты, построенные на таких системах мониторинга, формируют сигнализацию или отключающее воздействие, направленное скорее на минимизацию последствий аварии, чем на ее предотвращение [6]. Например, в системах типа АЛМАЗ-7010-ГЭС или СВКА2-ГЭС сигнализация активируется при превышении вибрационных порогов, но не прогнозирует развитие дефекта заранее [1].

Плановое обслуживание интегрируется с этим мониторингом и подразумевает регулярные ремонты по фиксированному графику, независимо от текущего состояния оборудования. Это включает инспекции, смазку, замену изнашиваемых частей и капитальные ремонты через определенные интервалы (например, ежегодно или после наработки определенного количества часов) [14]. Такой подход направлен на предотвращение сбоев за счет профилактических мер, но не всегда учитывает реальное состояние агрегата.

### 3. Принципы диагностики. Переход на обслуживание по состоянию

Системы диагностики представляют собой более продвинутый уровень анализа, где данные от мониторинга (вибрация, температура, плюс дополнительные параметры как ток, напряжение, акустика) обрабатываются с использованием алгоритмов машинного обучения, искусственного интеллекта и экспертных систем [10]. Диагностика позволяет не только фиксировать

отклонения, но и прогнозировать развитие дефектов, определять их причины (например, через спектральный анализ вибраций) и рекомендовать действия.

Эта система, обученная на данных нормального эксплуатационного, предаварийного и аварийного режимов, способна прогнозировать появление дефектов и локализовать их [13]. Например, с помощью рекуррентных нейронных сетей (RNN) или долгосрочной памяти (LSTM) модели анализируют исторические данные для выявления аномалий на ранних стадиях, что позволяет предсказывать сбои до их проявления [5]. В российских системах, таких как интеллектуальные комплексы на базе мультиагентных технологий, обучение на разнообразных режимах обеспечивает раннее предупреждение и предотвращение аварий [9]. На рисунке (рис. 5) представлена блок-схема системы мониторинга и диагностики.

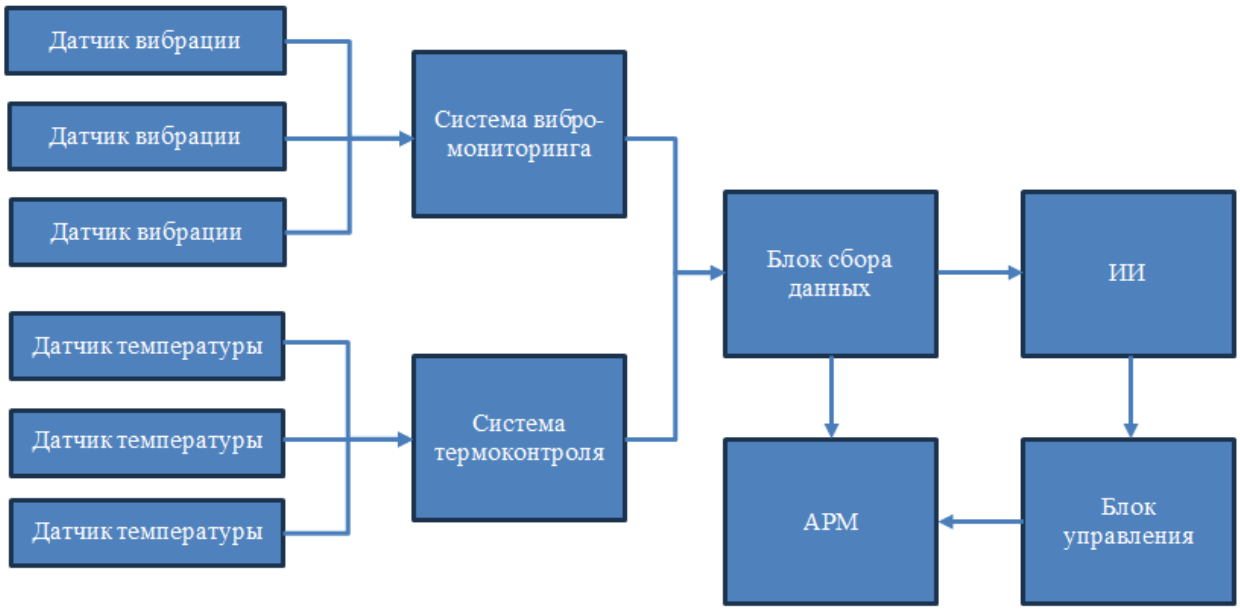


**Рис. 5. Блок-схема системы мониторинга и диагностики**

СТОиР-ТС (Система Технического Обслуживания и Ремонта по Техническому Состоянию) подразумевает переход от фиксированных графиков к ремонтам только при необходимости, на основе результатов диагностики. Это минимизирует ненужные вмешательства, продлевает срок службы оборудования и оптимизирует ресурсы [3]. Переход наСТОиР-ТС возможен при наличии надежной системы мониторинга и аналитики, что требует инвестиций в сенсоры, программное обеспечение и обучение

персонала, но окупается за счет снижения простоев, в соответствии с нормами ГОСТ Р 55260.1.4-2012.

**4. Сравнение двух подходов: преимущества и недостатки.**

Сравнение подходов к обслуживанию оборудования приведено в таблице 1.

**Таблица 1**

**Сравнение подходов к обслуживанию оборудования**

| Аспект сравнения | Мониторинг и планово-предупредительные ремонты | Системы диагностики с СТОиР-ТС |
|---|---|---|
| Принцип работы | Реакционный: реагирует на превышение порогов, дефект уже развит; плановые ремонты по графику. | Прогностический: предсказывает дефекты на основе машинного обучения данных режимов; ремонты по состоянию |
| Преимущества | Простота реализации, низкие начальные затраты, минимизация неожиданных поломок за счет регулярности обслуживания | Экономия ресурсов (снижение затрат на 25–30%, простоев на 70–75%), высокая точность прогнозов, адаптивность к условиям |
| Недостатки | Избыточные расходы на ненужные ремонты, риск недо- или переобслуживания, ограниченная предсказуемость. | Высокие инвестиции в технологии, сложность (ложные срабатывания), зависимость от качества данных, высокие требования к квалификации персонала и значительные затраты на реализацию |
| Эффективность | Подходит для старых ГЭС; фокус на минимизации последствий. | Перспективен для современных ГЭС; фокус на предотвращении. |
| Риски | Задержка в реакции на развивающиеся дефекты. | Сбои в диагностике могут увеличить риски. |

## Заключение

Сравнение двух подходов показывает, что традиционный мониторинг с плановыми ремонтами обеспечивает базовую надежность, но является реакционным и неэффективным в ресурсах, часто приводя к избыточным расходам и неожиданным простоям. В то же время системы диагностики с СТОиР-ТС, опирающиеся на машинное обучение и прогнозирование,

предлагают проактивную стратегию, значительно снижающую затраты и риски. Модернизация систем мониторинга до уровня диагностики позволяет перейти от реактивного подхода к предиктивному, что приносит множество экономических и эксплуатационных преимуществ. В частности, внедрение СТОиР-ТС может снизить затраты на обслуживание на 8–12% за счет оптимизации ремонтов и минимизации ненужных вмешательств, а также уменьшить простои оборудования на 70–75%, повышая общую доступность гидроагрегатов. Кроме того, это продлевает срок службы оборудования на 20–30%, улучшает оперативную эффективность и повышает безопасность эксплуатации, снижая вероятность аварий и минимизируя экологический след, включая сокращение углеродных выбросов. Для гидроэнергетики такие изменения особенно актуальны, поскольку средние затраты на операции и обслуживание составляют около 2% от инвестиций, и предиктивные методы позволяют оптимизировать эти расходы, делая станции более конкурентоспособными. Переход к СТОиР-ТС рекомендуется для повышения эффективности ГЭС, особенно в условиях цифровизации, с учетом норм ГОСТ и международных стандартов. Дальнейшие исследования должны фокусироваться на интеграции ИИ для еще большей точности и оценке долгосрочных экономических эффектов в конкретных условиях эксплуатации.

## Список литературы

1. Аппаратура виброконтроля СВКА 2-ГЭС. URL: http://vibron.ru/svka-2-hydro

2. Брызгалов В. И., Гордон Л. А. Гидроэлектростанции : учебное пособие. —Красноярск : ИПЦ КГТУ, 2002. — 541 с.

3. Возможности и недостатки современных систем диагностики гидроагрегатов. Фундаментальные и прикладные проблемы техники и технологии. 2019. № 4-2 (336). С. 3. URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=39232345

4. ГОСТ 26044-83.Вибрация. Аппаратура для эксплуатационного контроля вибрационного состояния энергетических гидротурбинных агрегатов. Общие технические требования.ред.01.01.2021

5. Комплекс интеллектуальных средств для предотвращения аварий на ГЭС.URL: https://isem.irk.ru/upload/iblock/946/9463eda4b708fa1a696bfc6ad3b4e4cc.pdf

6. Система виброконтроля гидроагрегатов АЛМАЗ-7010-ГЭС.URL: https://www.diamech.ru/almaz_ges.html

7. Common Failures in Hydraulic Kaplan Turbine Blades and Practical Solutions. URL: https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC10179411/

8. Condition monitoring solutions for hydroelectric power generation.URL: https://dam.bakerhughes.com/m/65bbcaf2f9e27e6a/ori

9. Condition-based maintenance in hydroelectric plants: A systematic literature review. URL: https://www.researchgate.net/publication/ 353481824_ Condition- based_maintenance_in_hydroelectric_plants_A_systematic_literature_ review

10. Diagnostic Method for Hydropower Plant Condition-Based Maintenance. URL: https://arxiv.org/abs/2504.03649

11. How to Monitor and Maintain a Hydroelectric Plant for Optimum Efficiency. URL: https://blog.wika.com/us/applications/monitor-and-maintain-a-hydroelectric-plant-for-optimum-efficiency/

12. Hydropower Monitoring Solutions. URL: https://meggittsensing.com/ energy/applications/hydropower-monitoring-solutions/

13. Hydropower Station Status Prediction Using RNN and LSTM Algorithms for Fault Detection. URL:https://www.researchgate.net/publication/ 385735462_Hydropower_Station_ Status_Prediction_Using_RNN_and_LSTM_Algorithms_for_Fault_Detection

14. OPERATION & MAINTENANCE STRATEGIES FOR HYDROPOWER. URL: https://ppp.worldbank.org/sites/default/files/2024-07/Handbook-for-Practitioners-and-Decision-Makers.pdf

15. Sensors for Monitoring Hydroelectric Power Plants. URL: https://www.pcb.com/applications/energy/hydroelectric-plants

© Канкошев Р.М., 2025

# МЕТОДЫ РЕГИСТРАЦИИ РАДИОГЕОХИМИЧЕСКОГО ЭФФЕКТА ПРИ БУРЕНИИ НЕФТЯНЫХ И ГАЗОВЫХ СКВАЖИН

**Ткаченко Даниил Евгеньевич**
**Пристансков Максим Алексеевич**
**Иванов Виталий Геннадьевич**
**Иванов Иван Геннадьевич**
студенты
Научный руководитель: **Борисов Константин Андреевич**
кандидат технических наук, доцент
Южно-Российский государственный политехнический университет (НПИ) имени М.И. Платова

**Аннотация:** в статье рассматривается применение радиогеохимического эффекта для эффективного мониторинга разработки нефтяных месторождений. Основным инструментом исследования служит гамма-каротаж, позволяющий фиксировать распределение радионуклидов в горных породах и получать объективные данные о процессах миграции жидкости в продуктивных горизонтах. Определены основные преимущества метода. Использование комплекса методик повышает точность оценки состояния месторождения и улучшает качество управления процессом добычи углеводородов.

**Ключевые слова:** радиогеохимический эффект, гамма-каротаж, спектральный гамма-каротаж, нейтронный гамма-каротаж, акустическое исследование скважин, термометрический каротаж.

# METHODS FOR RECORDING THE RADIOGEOCHEMICAL EFFECT DURING DRILLING OF OIL AND GAS WELLS

**Tkachenko Daniil Evgenievich**
**Maxim Alekseevich Pristanskov**
**Ivanov Vitaly Gennadievich**
**Ivanov Ivan Gennadievich**

**Abstract:** the article discusses the application of the radiogeochemical effect for effective monitoring of oil field development. The main research tool is gamma

logging, which allows recording the distribution of radionuclides in rocks and obtaining objective data on fluid migration processes in productive horizons. The main advantages of the method are determined. The use of a set of techniques increases the accuracy of assessing the condition of the field and improves the quality of management of the hydrocarbon production process.

**Key words:** radiogeochemical effect, gamma-ray logging, spectral gamma-ray logging, neutron gamma-ray logging, acoustic well study, thermometric logging.

В процессе разработки нефтяных месторождений критически важным является контроль за перемещением флюидов в пласте, в частности, отслеживание текущего положения водонефтяного контакта (ВНК) и выявление обводненных интервалов.

Эффективным методом для решения указанных задач выступает применение радиогеохимического эффекта (РГХЭ), который проявляется через аномалии естественного радиационного фона и применяется для мониторинга разработки месторождений. Этот подход позволяет получить важные сведения о процессе замещения нефтяных запасов водой прямо внутри оборудованных скважин, где возможности традиционных методов изучения часто оказываются ограниченными.

Сущность радиогеохимического эффекта заключается в перераспределении естественных радионуклидов в пласте в процессе вытеснения нефти водой. Исследованиями установлено, что концентрация изотопов радия ($^{226}$Ra, $^{228}$Ra) в "радиоактивной оторочке" пластовых вод может повышаться до значений, приблизительно в 100 раз превышающих их концентрацию в пластовых водах за контуром нефтеносности [1, с. 169-171].

Формирование РГХА обусловлено миграцией радионуклидов, образованием труднорастворимых соединений и стабильностью образующихся аномалий, обусловленной низкой растворимостью сульфатов бария и кальция с включениями радия. Основным методом регистрации радиогеохимического эффекта в обсаженных скважинах является гамма-каротаж (ГК).

Гамма-каротаж основан на измерении интенсивности гамма-излучения, испускаемого горными породами. Этот метод позволяет определить содержание естественных радионуклидов в породах и оценить их вклад в общий радиационный фон [2, с. 94-97].

В современных комплексных приборах радиоактивного каротажа каналы ГК выполнены отдельными автономными модулями. Кроме того,

канал ГК может быть частью любого комплексного прибора ГИС. В качестве индикаторов гамма-излучения используется газоразрядные и сцинтилляционные счетчики. Сцинтилляторы представляют собой монокристаллы йодистого натрия NaI или йодистого цезия CsI, активированные таллием Tl. Световая вспышка (сцинтилляция) преобразуется в электрический импульс и усиливается в $10^5 - 10^6$ раз с помощью фотоэлектронных умножителей. Последний подключается к электронной схеме. Сигналы со скважинного прибора передаются по кабелю в наземную панель и регистрируется либо в цифровом, либо в аналоговом виде.

Данные, полученные методом гамма-каротажа, дают возможность создать вертикальные графики распределения радионуклидов, обнаружить участки с увеличенной концентрацией радиоактивных веществ и сравнить эти области с имеющимися геологическими образованиями [1, с. 176-179].

Выбор гамма-каротажа в качестве основного метода регистрации радиогеохимического эффекта в скважинах обусловлен рядом преимуществ и особенностей метода.

1. Высокая проникающая способность гамма-излучения. В отличие от других видов излучений (альфа- или бета-частиц), пробег γ-квантов в горных породах и стали достигает десятков сантиметров. Это позволяет надежно детектировать излучение от цементного кольца и прискважинной зоны пласта через обсадную колонну, что является ключевым требованием для проведения исследований после цементирования.

2. Прямая чувствительность к целевым радионуклидам. Гамма-каротаж, особенно его спектрометрическая модификация (СГК), позволяет не только зафиксировать факт наличия аномалии, но и определить, с какими именно элементами (калий K, уран U, торий Th) она связана. Поскольку РГХЭ в первую очередь связан с изотопами радия ($^{226}$Ra из уранового ряда и $^{228}$Ra из ториевого ряда), спектрометрический анализ предоставляет возможность более точной диагностики природы аномалии.

3. Эффективность в комплексе с другими методами. Данные ГК идеально дополняются результатами других методов, применяемых в обсаженных скважинах, таких как скважинная термометрия. Совместный анализ термограмм и кривых ГК позволяет более уверенно выделять интервалы притока и перетоков, разделяя вклад различных физических процессов в наблюдаемую аномалию.

Спектральный гамма-каротаж (СГК) расширяет возможности обычного гамма-каротажа благодаря способности разделять спектр гамма-излучения на составляющие, выявляя уникальные спектральные линии, присущие отдельным радионуклидам (таким как калий-40, торий-232, уран-238). Это даёт возможность проводить точный качественный и количественный анализ содержания указанных радионуклидов в геологических формациях. [1, с. 180]

Нейтронный гамма-каротаж (НГК) основывается на возбуждении ядер образцов пород потоком быстрых нейтронов, которые провоцируют искусственное гамма-излучение. Данный метод позволяет регистрировать содержание тяжелых элементов (водорода, натрия, хлора), косвенно подтверждающих миграцию и перераспределение элементов в условиях активного радиационного поля. [1, с. 181]

Акустическое исследование скважин (АК) даёт сведения о физических свойствах горных пород, включая показатели упругости и плотности, позволяя сопоставлять эти данные с результатами гамма-исследования и выявлять причины наблюдаемых изменений. [1, с. 228]

Термометрический каротаж измеряет температуру и тепловой поток в скважине, вызванные теплопередачей и распадом радионуклидов. Данные совмещают с гамма-каротажем для изучения накопления тепла и проверки гипотез о распределении радиоактивных веществ. [1, с. 229]

Совместное использование перечисленных технологий позволяет существенно расширить диагностические возможности гамма-каротажа, сделать выводы о природе радиогеохимических изменений и оптимизировать процедуры поисков и разработки месторождений полезных ископаемых.

Радиогеохимический эффект представляет собой мощный инструмент для контроля за разработкой нефтяных месторождений. Его использование позволяет оперативно отслеживать положение водонефтяного контакта, выявлять обводненные интервалы и заколонные перетоки в обсаженных скважинах.

Гамма-каротаж, в силу высокой проникающей способности гамма-излучения, технологической отработанности и чувствительности к целевым радионуклидам, является наиболее обоснованным и эффективным методом регистрации РГХЭ. Однако его применение требует обязательного сочетания с другими методами, компенсирующими ограничения ГК (методами СГК, НГК, АК, ТК).

**Список литературы**

1. Аплонов С.В., Титов К.В. Геофизика для геологов / Учебник. – СПб.: Издательство СПбГУ, 2012 -248 с.

2. Косков В.Н. Геофизические исследования скважин / Косков В.Н. Геофизические исследования скважин: Учебное пособие / Перм. гос. техн. ун-т. – Пермь 2005 – 122 с.

© Ткаченко Д.Е., Пристансков М.А.,
Иванов В.Г., Иванов И.Г.

**УДК 614.84**

# ОЦЕНКА СИТУАЦИИ С ПОЖАРАМИ В ЗДАНИЯХ УЧЕБНЫХ ЗАВЕДЕНИЙ

**Чиндров Даниил Андреевич**
студент
Научный руководитель: **Колобанова Нина Александровна**
к.т.н., доцент
ФГБОУ ВО «Волгоградский государственный аграрный университет»

**Аннотация:** в статье проведён анализ современной ситуации с пожарами в зданиях учебных заведений Российской Федерации. Рассмотрены основные статистические данные, выделены ключевые причины возникновения возгораний, такие как неисправность электрооборудования и нарушения правил эксплуатации. Проанализированы типичные недостатки в организации пожарной безопасности. Предложены практические рекомендации по совершенствованию профилактических мероприятий и системы противопожарной защиты на объектах образования для снижения рисков и повышения уровня безопасности учащихся и персонала.

**Ключевые слова:** пожарная безопасность, учебные заведения, оценка пожарного риска, причины пожаров, статистика пожаров, профилактические мероприятия, противопожарная защита, эвакуация.

# ASSESSMENT OF THE FIRE SITUATION IN EDUCATIONAL BUILDINGS

**Chindrov Daniil Andreevich**
Scientific adviser: **Kolobanova Nina Alexandrovna**

**Abstract:** the article analyzes the current fire situation in the buildings of educational institutions of the Russian Federation. The main statistical data are considered, the key causes of fires, such as electrical equipment malfunction and violations of operating rules, are highlighted. Typical shortcomings in the organization of fire safety are analyzed. Practical recommendations are proposed for

improving preventive measures and the fire protection system at educational facilities to reduce risks and increase the level of safety for students and staff.

**Key words:** fire safety, educational institutions, fire risk assessment, causes of fires, fire statistics, preventive measures, fire protection, evacuation.

Пожарная безопасность в учебных заведениях является одной из приоритетных задач государственной политики в области защиты жизни и здоровья граждан. Школы, колледжи и университеты представляют собой объекты с массовым и постоянным пребыванием людей, преимущественно детей и молодежи, что многократно повышает социальную значимость и ответственность за обеспечение их безопасности. Несмотря на существующую строгую нормативную базу и регулярные проверки, пожары в образовательных учреждениях продолжают происходить, приводя к материальному ущербу, срыву учебного процесса и, что самое страшное, создавая прямую угрозу для жизни. В связи с этим актуальной задачей является комплексная оценка сложившейся ситуации, анализ причин и разработка эффективных мер по ее улучшению [1, с. 45].

Согласно данным МЧС России, за последние пять лет наблюдается тенденция к постепенному снижению количества пожаров в образовательных учреждениях. Однако абсолютные цифры остаются значительными. Ежегодно регистрируется от 150 до 250 пожаров в школах, вузах и учреждениях дополнительного образования. Наибольшее количество инцидентов приходится на общеобразовательные школы (около 60%) и учреждения среднего профессионального образования (около 25%). Стоит отметить, что до 70% всех возгораний локализуется на ранней стадии силами персонала или прибывших подразделений, что предотвращает развитие катастрофических последствий, однако каждый случай создает чрезвычайную ситуацию и требует полной эвакуации. Анализ причин возникновения пожаров позволяет выделить несколько ключевых факторов. На первом месте находятся нарушения правил устройства и эксплуатации электрооборудования (до 40% случаев). Это перегрузка сетей, использование неисправных приборов, эксплуатация самодельных электронагревателей, старение электропроводки в зданиях, многие из которых были построены несколько десятилетий назад [2].

В эту категорию входят как действия персонала, так и, что особенно тревожно, детская шалость с огнем. Также значительную долю составляют неисправность печного отопления (актуально для сельских школ – около

15%), поджоги (примерно 10%) и прочие причины, включая нарушения при проведении огневых работ. Важно отметить, что подавляющее большинство пожаров (свыше 80%) возникает в нерабочее время – ночью, в выходные и праздничные дни, что затрудняет их раннее обнаружение и способствует развитию до значительных масштабов [3, с. 78].

На основе анализа отчетов проверок и расследований причин пожаров можно систематизировать наиболее часто встречающиеся недостатки в организации безопасности. К ним относятся формальный подход к проведению инструктажей без отработки практических навыков, неудовлетворительное состояние путей эвакуации, которые часто бывают загромождены, а также неисправность или отсутствие систем автоматической пожарной сигнализации (АПС) и оповещения (СОУЭ), особенно в старых зданиях. Дополнительными проблемами являются нехватка огнетушителей и неработоспособность противопожарного водопровода. Особую опасность представляет складирование легковоспламеняющихся материалов (бумаги, старых парт, химических реактивов) в непосредственной близости от эвакуационных выходов или в подвалах, что при возгорании приводит к быстрому задымлению путей спасения и интенсивному развитию пожара. Психологический фактор также играет роль: в условиях реальной тревоги у детей и даже у части педагогов может возникнуть паника, что делает заблаговременные и качественные тренировки критически важными.

Для кардинального улучшения ситуации необходима реализация комплекса организационных и технических мер. Во-первых, требуется усиление профилактической работы через внедрение интерактивных форм обучения с использованием VR-технологий для моделирования эвакуации и проведение регулярных практических тренировок. Во-вторых, необходимо обеспечить целевое финансирование для комплексного оснащения учреждений современными системами АПС, СОУЭ и для замены ветхой электропроводки. В-третьих, важно проводить техническое перевооружение, активно внедряя автономные пожарные извещатели в каждом помещении и системы раннего обнаружения задымления. Отдельным перспективным направлением является интеграция систем пожарной безопасности с «умным» зданием для автоматической блокировки дверей в очаге пожара, управления дымоудалением и передачи сигналов напрямую в ближайшие подразделения МЧС. Наконец, необходимо ужесточить административный контроль и

ответственность руководителей, введя систему независимых аудитов с привлечением аккредитованных экспертов. Образовательную работу следует вести не только с детьми, но и с родителями, разъясняя правила безопасности в быту, которые напрямую влияют на формирование культуры безопасного поведения.

Проведенная оценка свидетельствует о том, что проблема пожаров в учебных заведениях остается актуальной. Хотя статистика показывает положительную динамику снижения количества ЧП, риски по-прежнему высоки из-за наличия старых зданий с изношенной инфраструктурой и системных недостатков в организации профилактики. Устранение выявленных проблем требует консолидированных усилий со стороны государства, администраций учебных заведений и самих учащихся. Приоритет должен быть смещен с формального соблюдения норм на практическое обеспечение безопасности через внедрение современных технологий, качественное обучение и жесткий контроль. Только такой комплексный подход позволит минимизировать угрозу и создать по-настоящему безопасную среду для получения образования. Особое внимание следует уделить разработке и внедрению адаптированных учебных программ по основам безопасности жизнедеятельности, способных сформировать у детей устойчивые навыки распознавания угроз и правильного поведения в экстренных ситуациях. Кроме того, необходима постоянная модернизация материально-технической базы: замена горючих отделочных материалов на негорючие аналоги и оснащение всех без исключения помещений сертифицированными средствами обнаружения и тушения пожара. Наконец, создание межведомственных рабочих групп для оперативного аудита объектов образования и обмена лучшими практиками поможет вывести систему пожарной безопасности на качественно новый, проактивный уровень.

## Список литературы

1. Евстигнеев В. В. Исследование эффективности системы пожарной безопасности на примере образовательной организации // Вестник науки. 2023. №12 (69). – С. 45-52.

2. Сахарова Д. В. Организация пожарной безопасности в учебных заведениях: ключевые аспекты // Вестник науки. 2025. №8 (89). – С. 112-118.

3. Иванов М. Ю., Смирнов В. А. Общепрофессиональная подготовка специалистов в области пожарной безопасности // Вестник науки. 2025. № 3 (84). – С. 78-85.

© Чиндров Д.А.

# СЕКЦИЯ ФИЗИКО-МАТЕМАТИЧЕСКИЕ НАУКИ

**УДК 53.04:532.5**
DOI 10.46916/29122025-5-978-5-00215-966-6

# СОВРЕМЕННЫЕ КОНСТРУКЦИИ И ПРИНЦИПЫ РАБОТЫ СКИММЕРОВ ДЛЯ ОЧИСТКИ ВОДНОЙ ПОВЕРХНОСТИ ОТ НЕФТЕПРОДУКТОВ

**Пахненко Василий Петрович**
аспирант
Институт проблем механики им. А.Ю. Ишлинского РАН

**Аннотация:** в работе представлен обзор современных скиммеров, применяемых для ликвидации аварийных разливов нефтепродуктов на водной поверхности. Рассмотрены основные типы подобных устройств, используемые в практике ликвидации разливов, включая олеофильные, пороговые и вакуумные устройства, а также их конструктивные особенности и принципы работы. Отдельное внимание уделено влиянию свойств нефтепродуктов и условий окружающей среды на эффективность сбора нефти. Показано, что, несмотря на развитие средств автоматизации, роботизации и систем управления, базовые механические принципы работы скиммеров остаются практически неизменными. Отмечены основные ограничения существующих конструкций и необходимость применения комплексных подходов, включающих использование различных типов скиммеров в зависимости от условий аварийного разлива. Результаты обзора могут быть использованы при выборе и проектировании технических средств для ликвидации последствий нефтяных разливов в морских и пресноводных акваториях.

**Ключевые слова:** нефтяные разливы, скиммер, очистка водной поверхности, ликвидация загрязнений, олеофильные скиммеры, пороговые скиммеры, вакуумные скиммеры.

# MODERN DESIGNS AND OPERATING PRINCIPLES OF SKIMMERS FOR REMOVING OIL PRODUCTS FROM THE WATER SURFACE

**Pakhnenko Vasilii Petrovich**

**Abstract:** this paper presents an overview of modern skimmers used for the mitigation of accidental oil spills on the water surface. The main types of skimmers

currently applied in oil spill response are considered, including oleophilic, weir, and vacuum skimmers, along with their design features and operating principles. Particular attention is paid to the influence of oil properties and environmental conditions on the efficiency of oil recovery. It is shown that despite the rapid development of automation, robotics, and control systems, the fundamental mechanical principles of skimmer operation have remained largely unchanged. The main limitations of existing skimmer designs are discussed, as well as the necessity of applying combined approaches involving different types of skimmers depending on the specific spill conditions. The results of this review may be useful for the selection and development of technical solutions for oil spill response in marine and freshwater environments.

**Key words:** oil spill, skimmer, water surface cleaning, oil spill response, oleophilic skimmers, weir skimmers, vacuum skimmers.

## 1. Введение.

Несмотря на снижение числа крупных аварийных разливов нефти за последние десятилетия, проблема загрязнения водной сред нефтепродуктами остаётся актуальной. Даже относительно небольшие по объёму разливы способны наносить существенный ущерб морским и пресноводным экосистемам, а также прибрежным территориям. Основная часть подобных аварий связана с транспортировкой нефти и нефтепродуктов, включая эксплуатацию нефтяных танкеров, трубопроводов и стационарных промышленных объектов.

Эффективная ликвидация последствий аварийных разливов требует оперативного реагирования и применения комплекса технических средств, направленных на локализацию загрязнения, предотвращение распространения нефтяной плёнки и сбор нефтепродуктов с водной поверхности. К числу ключевых средств относятся скиммеры – устройства, обеспечивающие избирательный сбор нефти с минимальным захватом воды.

Современные скиммеры характеризуются значительным разнообразием конструктивных решений и принципов работы, что обусловлено широким диапазоном условий эксплуатации, включая свойства нефтепродуктов, степень волнения, наличие мусора и особенности акватории. При этом развитие автоматизации, роботизированных систем и средств управления расширяет функциональные возможности скиммеров, хотя их базовые механические принципы в целом остаются неизменными.

В связи с этим целью данной работы является обзор современных типов скиммеров, применяемых для очистки водной поверхности от нефтепродуктов, а также анализ их основных конструктивных особенностей и ограничений применения.

**2. Современные технологические тенденции в развитии скиммеров.**

Развитие технологий в последние десятилетия оказало заметное влияние на средства ликвидации аварийных разливов нефтепродуктов, включая скиммеры. Современные тенденции в их развитии связаны прежде всего с внедрением средств автоматизации, цифровых систем управления и расширением функциональных возможностей оборудования, направленных на повышение оперативности и эффективности сбора нефтепродуктов.

Одним из ключевых направлений является повышение мобильности и автономности скиммеров. Современные конструкции всё чаще предусматривают возможность автономной или дистанционно управляемой работы (рис. 1), что особенно важно при ликвидации разливов в труднодоступных или опасных для персонала зонах. Использование навигационных систем, датчиков положения и каналов беспроводной связи позволяет интегрировать скиммеры в состав комплексных систем реагирования, включающих вспомогательные плавсредства и средства мониторинга.

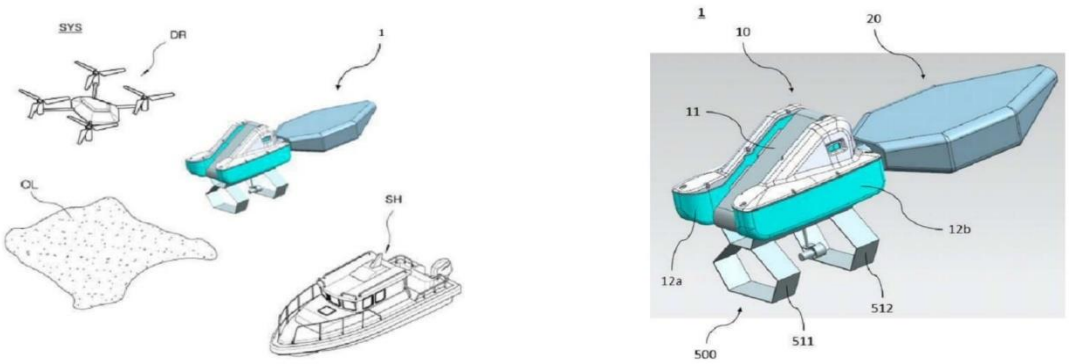


**Рис. 1. Беспилотный самоходный робот-нефтеуловитель**

Значительное внимание уделяется внедрению интеллектуальных систем управления. Современные электронные компоненты и программное обеспечение позволяют в реальном времени контролировать основные параметры работы скиммеров, включая режимы забора нефтепродуктов, производительность и степень захвата воды. Это создаёт предпосылки для

адаптации режимов работы оборудования к изменяющимся условиям аварийного разлива, таким как изменение толщины нефтяной плёнки, свойств нефтепродуктов и внешних гидрометеорологических факторов.

**3. Классификация и особенности применения современных скиммеров.**

Эффективность ликвидации аварийных разливов нефтепродуктов в значительной степени определяется правильным выбором типа скиммера с учётом условий эксплуатации и свойств разлитого вещества. Современные скиммеры существенно различаются по принципу действия, конструкции и области применения, что обусловлено многообразием сценариев аварийных разливов. Ни один тип скиммера не является универсальным, поэтому на практике часто применяется комплекс технических средств.

**3.1.Общие факторы, определяющие выбор скиммера.**

К основным факторам, влияющим на эффективность работы скиммеров, относятся вязкость и адгезионные свойства нефтепродуктов, толщина нефтяной плёнки, степень волнения водной поверхности, наличие мусора, льда и других механических включений, а также особенности акватории. Существенную роль играет и характер применения оборудования – стационарное, передвижное или автономное использование.

В сравнительно предсказуемых условиях, например при разливах на стационарных объектах, возможно заранее подобрать оптимальный тип скиммера. В более сложных и изменяющихся условиях предпочтение отдаётся универсальным или комбинированным решениям, а также использованию нескольких типов скиммеров одновременно.

**3.2.Олеофильные скиммеры.**

Наиболее широкое распространение получили олеофильные скиммеры, принцип работы которых основан на избирательном прилипании нефтепродуктов к специальным поверхностям, отталкивающим воду. В качестве олеофильных элементов используются диски, барабаны, ленты, тросы-швабры и щётки.

Дисковые и барабанные скиммеры характеризуются высокой эффективностью при сборе нефтепродуктов средней вязкости в условиях спокойной воды. Их производительность зависит от размеров и числа рабочих элементов, а также от характера поверхности, при этом бороздчатые поверхности, как правило, обеспечивают более высокий коэффициент забора нефти. Ограничением является чувствительность к волнению и засорению мусором.

Ленточные и тросовые скиммеры обладают меньшей производительностью, однако отличаются устойчивостью к волнению и способны работать при наличии мусора и льда. Щёточные скиммеры занимают промежуточное положение по производительности и применяются для нефтепродуктов различной вязкости, однако требуют подбора рабочих элементов под конкретные условия.

**3.3.Пороговые скиммеры.**

Пороговые скиммеры основаны на принципе перелива верхнего слоя жидкости через регулируемый порог. При этом нефтепродукты, находящиеся на поверхности воды, концентрируются перед порогом и затем откачиваются, тогда как очищенная вода отводится отдельно. К основным достоинствам таких скиммеров относятся простота конструкции, надёжность и удобство обслуживания.

Эффективность пороговых скиммеров во многом определяется точностью настройки высоты порога и режимов откачки. При неблагоприятных условиях, таких как значительное волнение или неравномерная толщина нефтяной плёнки, возрастает риск повышенного захвата воды.

**3.4.Вакуумные скиммеры.**

Вакуумные скиммеры используют разрежение для забора нефтепродуктов с поверхности воды и их последующего разделения в отстойных ёмкостях. Такие устройства часто объединяют функции сбора, накопления и транспортировки нефтепродуктов, что делает их удобными для применения в прибрежных зонах и на специализированных судах.

К преимуществам вакуумных скиммеров относится возможность быстрого сбора загрязнений и высокая универсальность. Однако эффективность их работы может снижаться при значительном захвате воды, особенно при сборе маловязких нефтепродуктов.

**4. Заключение.**

В работе выполнен обзор современных скиммеров, применяемых для очистки водной поверхности от нефтепродуктов при ликвидации аварийных разливов. Показано, что существующие конструкции скиммеров основаны на ограниченном числе базовых механических принципов, однако существенно различаются по области применения и эффективности в зависимости от условий эксплуатации.

Анализ показал, что выбор оптимального типа скиммера определяется совокупностью факторов, включая свойства нефтепродуктов, гидрометеоро-

логические условия и характер акватории. В большинстве практических ситуаций наибольшей эффективности удаётся достичь при использовании комплексных подходов, предусматривающих применение нескольких типов скиммеров.

Современные тенденции развития скиммеров связаны с внедрением автоматизации, интеллектуальных систем управления и средств мониторинга, что позволяет повысить гибкость и оперативность ликвидации нефтяных разливов. Полученные результаты обзора могут быть использованы при выборе и обосновании технических средств для ликвидации последствий нефтяных разливов в морских и пресноводных водоёмах.

### *Примечания*

*Работа выполнена в рамках Госзадания 124012500441-6 (FFGN-2024-0007).*

### Список литературы

1. Патент KR20240085244A https://patents.google.com/patent/KR20240085244A/en?q=(vertical+scimmer)&oq=vertical+scimmer&sort=new.
2. Documents & Guides The international tanker owners pollution federation limited, ITOPF, www.itopf.org.
3. Слободяник И.П. Установка для удаления нефти и нефтепродуктов с болотистой водной поверхности, Патент SU 458136.
4. Kistovich A.V., Chaplina T.O., Analytical and experimental modeling of the hydrocarbon slick form and its spreading on the water surface, Physics of Fluids, vol. 33, 2021.

© Пахненко В.П.

# СЕКЦИЯ ИНФОРМАТИКА

# АНАЛИЗ СОВРЕМЕННЫХ МЕТОДОВ ПОВЫШЕНИЯ КОНТРАСТНОСТИ ЦИФРОВЫХ ИЗОБРАЖЕНИЙ

**Опрышко Михаил Анатольевич**
магистрант
ФГБОУ ВО «Новосибирский государственный технический университет»

**Аннотация:** в статье представлен теоретический анализ современных методов повышения контрастности цифровых изображений, являющейся ключевой задачей в области обработки и анализа визуальных данных. Рассмотрены три основных класса алгоритмов: гистограммные преобразования (включая классическое и адаптивное выравнивание с ограничением контраста), методы на основе теории нечётких множеств и методов Retinex, основанные на модели человеческого цветовосприятия. Для каждого класса детально описаны принципы работы, математические основы, а также систематизированы их ключевые преимущества и присущие ограничения. Проведён сравнительный анализ областей эффективного применения рассмотренных методов в зависимости от характеристик исходного изображения и поставленной прикладной задачи. Делается вывод об отсутствии универсального решения и даются рекомендации по выбору алгоритма.

**Ключевые слова:** обработка изображений, повышение контрастности, выравнивание гистограммы, CLAHE, методы Retinex, теория нечётких множеств, адаптивные алгоритмы.

# ANALYSIS OF MODERN METHODS FOR DIGITAL IMAGE CONTRAST ENHANCEMENT

**Opryshko Mihail Anatolyevich**

**Abstract:** the article presents a theoretical analysis of modern methods for digital image contrast enhancement, a key task in the field of visual data processing and analysis. Three main classes of algorithms are considered: histogram transformations (including classical and adaptive contrast-limited equalization), methods based on fuzzy set theory, and Retinex-based methods founded on the

model of human color perception. For each class, the operating principles and mathematical foundations are described in detail, and their key advantages and inherent limitations are systematized. A comparative analysis of the effective application areas of the considered methods is carried out, depending on the characteristics of the source image and the specific applied problem. The conclusion is made about the absence of a universal solution, and recommendations are given for choosing an algorithm.

**Key words:** image processing, contrast enhancement, histogram equalization, CLAHE, Retinex methods, fuzzy set theory, adaptive algorithms.

Повышение контрастности цифровых изображений представляет собой фундаментальную задачу компьютерного зрения и цифровой обработки сигналов. Её актуальность обусловлена необходимостью улучшения визуального восприятия и повышения информативности данных для последующего анализа как человеком, так и автоматизированными системами. Низкий контраст, возникающий из-за условий съёмки, ограничений оборудования или процессов передачи, маскирует важные детали, затрудняя решение задач в медицине, дистанционном зондировании, безопасности и других областях [1, с. 45]. Несмотря на обилие разработанных методов, выбор оптимального алгоритма остается нетривиальной задачей, требующей понимания их теоретических основ и области адекватного применения.

Гистограммные методы составляют базовый и наиболее распространённый класс алгоритмов контрастирования. Их принцип действия основан на модификации функции распределения яркостей пикселей изображения – его гистограммы. Классическое выравнивание гистограммы (Histogram Equalization, HE) осуществляет нелинейное преобразование яркостей, приводящее к выравниванию интегральной гистограммы и, как следствие, к максимально возможному для всего изображения увеличению контраста [2, с. 78]. Главным недостатком HE является его глобальность: метод одинаково воздействует на все области, что может приводить к неестественному переусилению контраста в однородных регионах, появлению шума и потере деталей в участках с высокой концентрацией пикселей определённой яркости.

Для преодоления этих ограничений был предложен метод адаптивного выравнивания гистограммы с ограничением контраста (CLAHE). В отличие от

HE, CLAHE работает локально. Исходное изображение разбивается на небольшие непересекающиеся блоки (тайлы). Для каждого блока независимо строится и выравнивается своя гистограмма, однако перед выравниванием её амплитуда ограничивается заданным порогом. Это предотвращает чрезмерное усиление шума в относительно однородных областях. Для устранения видимых границ между обработанными тайлами используется билинейная интерполяция. Данный подход позволяет эффективно усиливать локальный контраст, сохраняя общую естественность изображения, что делает CLAHE одним из наиболее популярных методов на практике.

Методы на основе теории нечётких множеств предлагают иной, семантический подход к проблеме. Интенсивность пикселя интерпретируется как степень его принадлежности к нечётким множествам «тёмный» или «светлый» объект. Процесс контрастирования заключается в модификации функций принадлежности с целью увеличения различий между этими множествами [3, с. 112]. Основное преимущество таких методов – способность учитывать нечёткость и неопределённость, присущую визуальной информации. Однако они требуют тщательного выбора и настройки функций принадлежности, а их вычислительная сложность, как правило, выше, чем у гистограммных методов.

Методы Retinex основаны на психофизической модели зрения Эдвина Лэнда. Модель постулирует, что человеческое восприятие цвета и яркости объекта определяется не абсолютным световым потоком, а отношением отражения объекта к отражению его окружения [4, с. 965]. С математической точки зрения, изображение I представляется как произведение двух компонент: освещённости L (медленно меняющаяся, обусловленная условиями освещения) и отражательной способности R (быстро меняющаяся, характеризующая собственные свойства объектов).

$$I(x,y)=L(x,y)\cdot R(x,y)$$

В логарифмической шкале это соотношение становится аддитивным: $\log(I)=\log(L)+\log(R)$. Алгоритмы Retinex (Single-Scale Retinex – SSR, Multi-Scale Retinex – MSR) стремятся выделить компоненту R, оценивая L как сглаженную версию I. Это позволяет эффективно подавлять влияние неравномерного освещения, «осветлять» тени и выявлять детали в тёмных областях. К недостаткам методов относятся возможное возникновение гало-эффектов на контрастных границах и ослабление цветовой насыщенности, для

компенсации которого были разработаны модификации с цветовосстановлением (MSRCR).

Каждый из рассмотренных классов методов демонстрирует наибольшую эффективность в определённых условиях. Гистограммные методы (GHE, CLAHE) наиболее просты в реализации и вычислении. GHE может быть полезен для быстрого глобального улучшения изображений с равномерно низким контрастом без критичных требований к натуральности. CLAHE является рекомендуемым универсальным выбором для большинства практических задач, где требуется сбалансированное улучшение детализации без серьёзных артефактов. Нечёткие методы целесообразно применять в задачах, где важна семантическая интерпретация изображения или работа с высокоуровневой неопределённостью, хотя необходимость тонкой настройки ограничивает их широкое использование. Retinex методы (MSR, MSRCR) проявляют исключительную эффективность при обработке изображений с экстремальным динамическим диапазоном и сильно неравномерным освещением. Они являются специализированным инструментом для случаев, где традиционные методы не справляются.

В статье проведён системный теоретический обзор современных методов повышения контрастности. Анализ показал, что эволюция алгоритмов идёт по пути от простых глобальных преобразований к сложным адаптивным и биологически мотивированным моделям. Выбор конкретного метода должен осуществляться на основе априорной информации об исходном изображении и целях обработки. Универсального решения не существует. Перспективными направлениями развития видятся создание гибридных алгоритмов, комбинирующих достоинства разных подходов, а также использование глубокого обучения для автоматической адаптации параметров обработки к содержанию конкретного изображения.

## Список литературы

1. Gonzalez R. C., Woods R. E. Цифровая обработка изображений. – М.: Техносфера, 2012. – 1104 с.

2. Zuiderveld K. Contrast Limited Adaptive Histogram Equalization // Graphics Gems IV. – Academic Press Professional, 1994. – P. 474–485.

3. Hanmandlu M., Verma O. P., Kumar N. K., Kulkarni M. A novel optimal fuzzy system for color image enhancement using bacterial foraging // IEEE

Transactions on Instrumentation and Measurement. – 2009. – Vol. 58, № 8. – P. 2867–2879.

4. Jobson D. J., Rahman Z., Woodell G. A. A multiscale retinex for bridging the gap between color images and the human observation of scenes // IEEE Transactions on Image processing. – 1997. – Vol. 6, № 7. – P. 965–976.

5. Апальков И. В., Хрящёв В. В. Методы и алгоритмы контрастного Enhancement. – СПб.: НИУ ИТМО, 2019. – 156 с.

© Опрышко М.А., 2025

# СЕКЦИЯ АРХИТЕКТУРА

# КЛАССИЦИЗМ В АРХИТЕКТУРЕ

**Антонова Анна Сергеевна**
**Бабынина Карина Юрьевна**
студенты
ФГБОУ ВО «Юго-Западный государственный университет»

**Аннотация:** в статье анализируются ключевые элементы классицизма: преемственность античных форм, ордерная система, симметричная композиция и принцип соразмерности человеку. На примере Смольного института в Санкт-Петербурге и площади Ковент-Гарден в Лондоне показаны национальные особенности и эволюция стиля, подчеркивая, что архитектура классицизма воплощала разумную, упорядоченную и просветительскую картину мира Нового времени.

**Ключевые слова:** классицизм, архитектура, симметрия, рационализм, площадь Ковент-Гарден, Смольный институт, ордер.

# CLASSICISM IN ARCHITECTURE

**Antonova Anna Sergeyevna**
**Babynina Karina Yurievna**

**Abstract:** the article analyzes the key elements of classicism: the continuity of ancient forms, the order system, the symmetrical composition, and the principle of proportionality to the human being. Using the example of the Smolny Institute in St. Petersburg and Covent Garden Square in London, the article shows the national characteristics and evolution of the style, emphasizing that the architecture of classicism embodied the rational, orderly, and enlightened worldview of the modern era.

**Key words:** classicism, architecture, symmetry, rationalism, Covent Garden Square, Smolny Institute, order system.

Классицизм, как архитектурное направление, представляет собой европейскую художественную систему, сознательно и рационально обратившуюся к наследию античности и Ренессанса. Это направление, сформировавшееся в XVII веке и достигшее расцвета в XVIII, стремилось к

созданию идеального, гармоничного и разумно устроенного пространства, отражающего торжество порядка, гражданских идеалов и просвещенного абсолютизма.

***Ключевая философия:***

Главная идея заключалась в выражении идеалов разума, гармонии, общественного блага и гражданской добродетели. Архитектура понималась как высшее проявление логики, ясности и устойчивого миропорядка, основанного на вечных и объективных законах красоты. В центре мироздания — просвещенный человек и общественный идеал, а здание должно было воплощать эту возвышенную, разумную и иерархичную картину мира, воспитывая гражданина своим совершенством, благородной простотой и соразмерностью человеку [1].

***Характеристика стиля:***

**Преемственность от Античности и Ренессанса:** Осознанное, почти научное использование античного ордерного наследия (дорический, ионический, коринфский ордера), симметричных портиков, фронтонов, ротонд, а также принципов Высокого Возрождения (творчества Палладио). Это не подражание, а творческая переработка «вечных» законов.

**Формообразующая логика и ясность:** Архитектура определяется не мощью массы, а логикой конструкции и геометрической чистотой форм. Доминируют четкие, устойчивые объемы (куб, параллелепипед, цилиндр, полусфера), стена — это плоскость, члененная ордером, а не массив. Композиция строится на строгой симметрии и уравновешенности.

**Иерархия и типизация:** существует четкая иерархия зданий по их общественному значению (дворец, храм, административное здание, частный дом) и применяемым ордерам. Господствует принцип типизации: поиск идеальных, «правильных» типов для каждого вида сооружений.

**Ордерная система как основа:** ордер (колонна, пилястра с антаблементом) — главная выразительная и структурирующая тема. Он применяется не как декорация, а как конструктивно-образный каркас, организующий фасад и интерьер. Колоннады и портики создают торжественный ритм и масштаб.

**Градостроительный масштаб:** классицизм — первый стиль, осмысленно создающий целостные городские ансамбли. Здания

проектируются как часть улицы, площади или парка. Возникают системы регулярной планировки с прямыми проспектами, геометрическими площадями и доминантами в виде ключевых общественных сооружений.

**Рационализм и сдержанный декор:** конструкция и планировка подчинены функциональности и разумности. Декор (лепнина, барельефы, скульптура) носит строго отобранный, часто аллегорический характер, подчеркивая главные оси и смысловые акценты здания. Он никогда не скрывает архитектурной формы, а лишь аккомпанирует ей.

Постройки эпохи русского классицизма отличаются от пышного барокко своей строгой гармонией, ясностью форм и обращением к идеалам античной гражданственности. Ярким примером служит ансамбль Смольного института, созданный архитектором Джакомо Кваренги: главное здание института и его монументальная ограда стали эталоном зрелого классицизма. Здание института, строгий и величественный памятник эпохи Просвещения, было построено в 1806–1808 годах. Интересно, что оно возводилось по заказу императрицы Марии Федоровны для первого в России государственного женского учебного заведения «для воспитания благородных девиц», что отражало новые общественные идеалы.

Но истинным архитектурным шедевром и символом строгой красоты стала **главная ограда Смольного**. Её мощные, но изящные формы демонстрируют все принципы классицизма. Она состоит из ряда монументальных гранитных столбов-пилонов, между которыми установлена строгая решетка из вертикальных копий. Каждый пилон увенчан скульптурной композицией — вазой с декоративными элементами. Эта ограда не скрывает здание, а торжественно представляет его городу, создавая идеальный переход от общественной площади к пространству просвещения. Её ритм, пропорции и лаконичный декор стали образцом для многих последующих построек в России.

Уникальный архитектурный ансамбль Смольного, объединяющий барочный собор Растрелли и чистые линии Кваренги, по праву считается одним из главных градостроительных акцентов Петербурга и охраняется как объект культурного наследия всемирного значения [2]. (Рис. 1).

**Рис. 1. Смольный институт**

Зарубежным примером служит первая в Лондоне спроектированная площадь — Ковент-Гарден, созданная в 1630-х годах по замыслу Иниго Джонса: её северная и восточная стороны с аркадой, церковь Святого Павла и открытое рыночное пространство задали эталон для последующей градостроительной практики. Сама площадь, новаторский для Англии ансамбль, была заложена по заказу Фрэнсиса Рассела, 4-го графа Бедфорда. Интересно, что она была построена на бывших монастырских огородах, а её архитектурный образ был вдохновлен итальянскими площадями с их аркадами, которые Джонс видел во время своих путешествий.

Но истинным архитектурным сердцем и первым в Англии образцом храма с монументальным портиком стала **церковь Святого Павла (1633),** известная как «церковь актёров». Её строгий и благородный вид демонстрирует раннее воплощение классических идеалов. Вместо традиционной для того времени английской готики Джонс создал простой объём с мощным тосканским портиком из грубого камня — самый большой из построенных в Англии до той поры. Храм лишён вычурного декора, его красота — в чистоте геометрических форм, массивности колонн и фронтона. Сегодня этот ансамбль, сочетающий классическую основу Иниго Джонса с позднейшими наслоениями, считается колыбелью лондонского театрального духа [2] (Рис. 2).

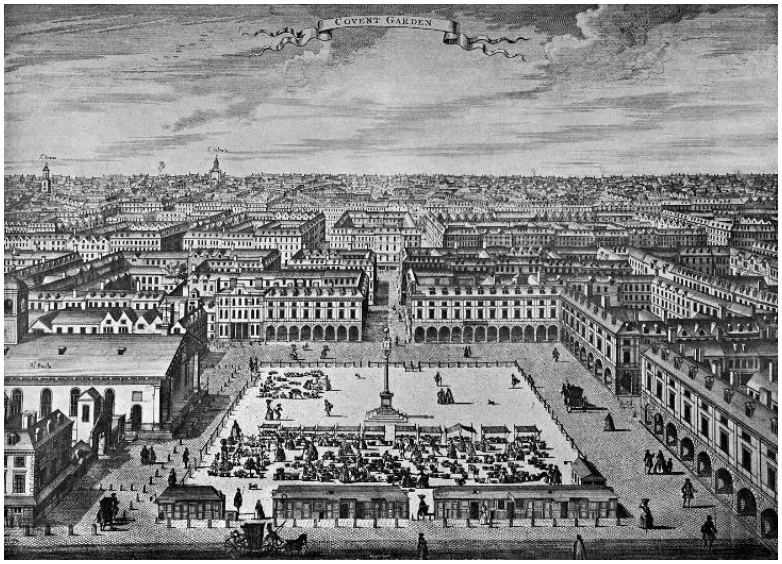


**Рис. 2. Площадь Ковент-Гарден**

Классицизм заложил основы всей последующей европейской градостроительной мысли и гражданской архитектуры. Его принципы — рациональность, симметрия, гармония и обращение к античному идеалу — легли в основу общественного и частного зодчества Нового времени. [3].

## Список литературы

1. Всеобщая история архитектуры: в 12 т. Под ред. О.Х. Халпахчьяна. — Москва: Изд-во литературы по строительству, 1966.

2. Классицизм в архитектуре: история классического стиля, характерные особенности и элементы, примеры — Tripster.ru.

© Антонова А.С., Бабынина К.Ю.

# АНАЛИЗ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ И ФИНАНСОВЫХ РИСКОВ ПРИ РЕКОНСТРУКЦИИ ИНФРАСТРУКТУРЫ ГОРОДОВ

**Бабынина Карина Юрьевна**
**Антонова Анна Сергеевна**
студенты
ФГБОУ ВО «Юго-Западный государственный университет»

**Аннотация:** в статье проводится анализ источников рисков, методов их оценки и минимизации на основе отечественного и зарубежного опыта. Особое внимание уделено интеграции устойчивого развития в проекты реконструкции с использованием количественных моделей и кейсов. Предложены рекомендации по оптимизации риск-менеджмента для повышения эффективности инвестиций.

**Ключевые слова:** экологические риски, финансовые риски, реконструкция инфраструктуры, городское развитие, устойчивость, риск-менеджмент.

# ANALYSIS OF ENVIRONMENTAL AND FINANCIAL RISKS IN URBAN INFRASTRUCTURE RECONSTRUCTION

**Babynina Karina Yurievna**
**Antonova Anna Sergeevna**

**Abstract:** the article analyzes the sources of risks, methods of their assessment and minimization based on domestic and foreign experience. Special attention is paid to the integration of sustainable development into reconstruction projects, using quantitative models and case studies. Recommendations are proposed for optimizing risk management to improve the efficiency of investments.

**Key words:** environmental risks, financial risks, infrastructure reconstruction, urban development, sustainability, and risk management.

Современные города сталкиваются с необходимостью реконструкции инфраструктуры для адаптации к росту населения, изменению климата и цифровизации. Данный процесс несёт экологические риски, такие как увеличение выбросов и загрязнение, а также финансовые – перерасход

бюджета и задержки. Анализ рисков позволяет минимизировать негативные последствия и обеспечить долгосрочную устойчивость.

Экологические риски возникают на этапах планирования, строительства и эксплуатации. Основные источники включают выбросы CO2 от тяжелой техники, отходы строительства и нарушение биоразнообразия. Согласно отчетам, к 2050 году ущерб от климатических факторов может достигать 460–500 млрд долларов ежегодно, что подчеркивает необходимость адаптации инфраструктуры [1].

В российских условиях риски усиливаются дефицитом современных технологий утилизации отходов. Например, при реконструкции коммунальных сетей вероятность грунтовых загрязнений возрастает на 20–30% без предварительной оценки. Зарубежный опыт, как в Великобритании с National Infrastructure Delivery Plan, показывает эффективность мониторинга через датчики и ИИ для снижения рисков на 15%.

Методы идентификации включают матрицы рисков и моделирование сценариев. Таблица 1 иллюстрирует ключевые экологические риски и их вероятность [2].

**Таблица 1**

**Основные экологические риски при реконструкции городской инфраструктуры**

| Риск | Описание | Вероятность (%) | Меры минимизации | Ответственные |
|---|---|---|---|---|
| Выбросы CO2 | Увеличение углеродного следа от техники и транспорта во время работ | 70–85 | Переход на электромобили и низкоэмиссионную технику; мониторинг с помощью датчиков | Подрядчик, экологический надзор |
| Загрязнение грунта | Просачивание нефтепродуктов, тяжёлых металлов от стройматериалов | 60–75 | Биоремедиация почв; барьерные геомембраны и регулярный анализ проб | Подрядчик, Роспотребнадзор |
| Нарушение биоразнообразия | Уничтожение птиц, насекомых и растений на объекте | 40–60 | Создание зелёных коридоров; переселение флоры/фауны и компенсационные посадки | Заказчик, местные власти |

Продолжение таблицы 1

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Отходы строительства | Образование большого объёма мусора (бетон, металл, пластик) | 80–90 | Переработка не менее 70% отходов; раздельный сбор и договоры с переработчиками | Подрядчик, управляющая компания |
| Шум и вибрация | Превышение норм от транспорта, вред для жителей | 75–90 | Звукоизоляционные экраны; работы в ночное время запрещены; вибромониторинг | Подрядчик, СЭС |
| Загрязнение поверхностных вод | Смыв загрязнителей в реки/озёра от дождей на стройплощадке | 50–70 | Установка фильтрующих кюветов; контроль стоков и очистные сооружения | Подрядчик, Росводресурсы |
| Эрозия почв | Размыв грунта на откосах и пустырях во время земляных работ | 55–75 | Укрепление склонов георешётками; гидросев и быстрая рекультивация | Заказчик, подрядчик |

Финансовые риски проявляются в недооценке затрат, инфляции и задержках из-за регуляторных барьеров. В России исполнение бюджетов по экологии в 2020 году составило лишь 70%, что привело к потерям в 1,6 трлн руб. Глобально, Deloitte прогнозирует рост расходов на адаптацию на 15% ежегодно.

Ключевые факторы: волатильность цен на материалы (рост на 25% в 2024–2025 гг.) и санкционные ограничения. Модели NPV и Monte Carlo используются для прогнозирования: при риске задержек на 6 месяцев потери достигают 10–15% бюджета [3].

Интеграция ESG-критериев снижает финансовые риски, привлекая зелёные инвестиции. В ЕС проекты с низким углеродным следом получают субсидии до 20%.

Комплексный анализ сочетает качественные (SWOT, экспертные оценки) и количественные подходы (VaR, стресс-тестирование). Для экологических рисков применяют LCA (Life Cycle Assessment), оценивая воздействие на весь цикл проекта [4].

Финансовые риски моделируют через CAPM с корректировкой на экологические факторы. Российский опыт национального проекта «Экология»

демонстрирует необходимость карт рисков с денежной оценкой. ИИ-решения предотвращают до 70 млрд долларов убытков глобально [5].

В Москве реконструкция теплосетей выявила риски перерасхода на 15% из-за коррозии, минимизированные цифровизацией. В Лондоне проект Crossrail сократил экологический ущерб на 1,4 млн т CO2 за счет энергоэффективности.

Сравнение РФ и ЕС показывает: в России фокус на реактивных мерах (80% бюджета на ликвидацию), в ЕС – превентивных (60% на инновации). Рекомендуется гибридная модель с ИИ для РФ.

Рекомендации по минимизации:

1) Внедрить обязательную ESG-аудит на этапе тендеров.
2) Разработать страховые продукты от климатических рисков.
3) Инвестировать в зелёные технологии: возобновляемые источники снижают риски на 20–30%.
4) Создать межведомственные карты рисков для координации.

Интеграция анализа экологических и финансовых рисков обеспечивает устойчивость реконструкции. Переход к превентивным стратегиям повысит эффективность проектов на 15–20% [6].

**Список литературы**

1. Природные макрориски и поле возможного. Коммерсантъ. URL: https://www.kommersant.ru/doc/8293213.

2. Контроль и оценка рисков национального проекта «Экология». Финансовый журнал. URL: https://accounting.fa.ru/jour/article/download/356/337.

3. Анализ опыта минимизации экологических рисков. 1economic.ru. URL: https://1economic.ru/lib/117812.

4. Хомич В.А. Экология городской среды. КФУ. URL: https://kpfu.ru/portal/docs/F1999494303/EKOLOGIYa.gordskoj.sredy.dr..pdf

5. Идентификация и анализ экологических рисков при подземном строительстве. CyberLeninka. URL: https://cyberleninka.ru/article/n/identifikatsiya-i-analiz-ekologicheskih-riskov-pri-podzemnom-stroitelstve.

6. Заседание Президиума Госсовета по развитию инфраструктуры. Кремль. URL: http://kremlin.ru/events/president/news/76685.

© Бабынина К.Ю., Антонова А.С.

# МОДЕРН В АРХИТЕКТУРЕ

**Антонова Анна Сергеевна**
**Бабынина Карина Юрьевна**
студенты
ФГБОУ ВО «Юго-Западный государственный университет»

**Аннотация:** в статье анализируются ключевые элементы архитектуры модерна: отказ от исторического орнамента, принцип «изнутри наружу», органичная пластика форм и синтез искусств. На примере церкви Ам-Штайнхоф (Вена) работы Отто Вагнера показаны характерные черты — геометризация природных мотивов, функциональная ясность и эстетизация новых материалов, подчеркивая, что архитектура модерна стремилась к созданию целостной, эмоционально насыщенной и современной художественной среды, отражающей разрыв с эклектикой XIX века.

**Ключевые слова:** Модерн, архитектура, фасад, орнамент, здание, геометрия церковь Ам-Штайнхоф.

# MODERN ARCHITECTURE

**Antonova Anna Sergeyevna**
**Babynina Karina Yurievna**

**Abstract:** the article analyzes the key elements architecture: the rejection of historical ornament, the principle of "from the inside out", organic plastic forms and the synthesis of art. Using the example of the Am Steinhof Church (Vienna) by Otto Wagner, the characteristic features of geometrization of natural motifs, functional clarity and aestheticization of new materials are shown, emphasizing that Art Nouveau architecture sought to create a holistic, emotionally saturated and modern artistic environment reflecting a break with the eclecticism of the 19th century.

**Key words:** Art Nouveau, architecture, facade, ornamentation, building, geometry, Am Steinhof Church.

***Модерн (ар-нуво, югендстиль),*** как архитектурное направление, представляет собой последнюю целостную художественную систему Европы, сознательно и радикально *отвергшую* наследие исторических стилей,

особенно классицизма. Это направление, сформировавшееся на рубеже XIX–XX веков, стремилось к созданию нового, органичного и эмоционально насыщенного пространства, отражающего дух современности (модерна), индивидуализма и синтеза искусств. Архитектура модерна — это не «храм разума», а живой организм, воплощение природных сил, лирики и внутренних переживаний.

**Ключевая философия:**

Главная идея заключалась в создании нового стиля для нового человека и новой эпохи, свободного от оков традиции. Архитектура понималась как цельное произведение искусства, где здание, интерьер, декор и мебель создаются по единому замыслу. В центре мироздания — творческая личность, её чувства и связь с природой, а здание должно было воплощать эту динамичную, живописную и часто иррациональную картину мира, не воспитывая, а волнуя и восхищая человека своей пластической свободой и декоративной фантазией. [1].

**Характеристика стиля:**

***Разрыв с историзмом и создание нового языка.***

Полный отказ от прямого цитирования античных, готических или ренессансных форм. Вместо ордерной системы модерн искал вдохновение в мире природы (растительные и морские формы), геометрии кривых линий (биоморфные структуры) и новых технологиях (железо, стекло, бетон). Это была попытка найти абсолютно оригинальный, «неисторичный» архитектурный язык.

***Формообразующая пластика и динамика.***

Архитектура определяется не статичной логикой, а текучей, скульптурной пластикой. Доминируют сложные, асимметричные, часто «текучие» объемы. Стена — это не плоскость, а живая, изгибающаяся мембрана, которая может принимать любую форму. Композиция строится на принципах динамического равновесия и свободного развития формы изнутри наружу.

***Орнамент как конструкция и символ.***

Орнамент перестает быть просто декором. Он становится главным формообразующим и символическим элементом. Природные мотивы (лилии, водоросли, стебли, раковины) или абстрактные «удары бича» трансформируются в балконы, оконные переплеты, структуру фасада. Орнамент выражает внутреннюю энергию здания и идею органического роста.

***Принцип «изнутри наружу».***

Фасад перестает быть главной целью. Форма здания вытекает из его внутренней планировки, которая становится свободной и асимметричной, подчиненной удобству и функциональным потокам. Это приводит к сложным, часто причудливым внешним объемам, где каждый элемент соответствует внутреннему пространству [1].

***Синтез искусств и тотальность проекта.***

Архитектор становится режиссером, проектируя все до последней дверной ручки, витража или светильника в едином ключе. Фасады украшаются майоликой, мозаикой, кованым железом, скульптурой, которые являются неотъемлемой частью архитектурного организма.

***Материал как выразительное средство.***

Модерн демонстративно выставляет напоказ фактуры и возможности материалов: текучесть кованого металла, теплоту дерева, блеск глазурованной керамики, прозрачность и цвет витражного стекла. Часто используется контраст разных материалов (камень, кирпич, штукатурка) для усиления живописного эффекта.

Ярким примером служит церковь Ам-Штайнхоф в Вене, созданная в 1905–1907 годах по проекту Отто Вагнера как часть большого клинического городка: её золотой купол, сияющая белизна фасадов и новаторская пространственная композиция задали новый эталон в сакральной архитектуре XX века. Сама церковь, новаторский для Австро-Венгрии храм, была построена по заказу муниципалитета Вены для нужд больничного комплекса. Интересно, что её название означает «на каменном дворе», а архитектурный образ сознательно противопоставлен неоготике, будучи вдохновлен идеями очищения формы и функциональной честности.

Но истинным архитектурным символом и манифестом «стиля Вагнера» стал **главный фасад церкви с двумя башнями-колокольнями и монументальным золотым куполом.** Его строгий и в то же время изящный вид демонстрирует уникальный синтез модерна и неоклассицизма. Вместо традиционной для католических храмов пышности Вагнер создал лаконичный, почти стерильный объём, украшенный лишь геометрическим орнаментом из золотых солнечных лучей на куполе, алюминиевыми капителями и мозаиками в стиле «сецессион». Красота храма — в безупречной белизне облицовочных плит, математической чистоте линий и ясной структуре, где каждый элемент (включая вентиляционные решётки) эстетически осмыслен.

Уникальность церкви Ам-Штайнхоф отразила дух венского модерна: это одновременно функциональное здание для нужд больницы и возвышенный духовный символ. Сегодня этот ансамбль, сочетающий новаторскую эстетику с социальной функцией, считается вершиной творчества Отто Вагнера и одним из важнейших памятников европейского модерна, охраняемым как объект культурного наследия [2] (Рис. 1).

**Рис. 1. Церковь Ам-Штайнхоф в Вене**

Модерн, возникший на рубеже XIX–XX веков как «стиль эпохи», завершил многовековую эпоху историзма, предложив принципиально новую философию формообразования. Отвергнув прямое цитирование прошлого, он обратился к вечным первоисточникам — природе, эмоции, индивидуальному творческому началу. Анализ ключевых принципов стиля — органической пластики, доминирования орнамента-конструкции, тотального синтеза искусств и проектирования «изнутри наружу» — демонстрирует его сущностный антипод классицизму: если классицизм искал вечные универсальные законы, то модерн культивировал уникальность и изменчивость [2].

## Список литературы

1. Всеобщая история архитектуры: в 12 т. Под ред. О.Х. Халпахчьяна. — Москва: Изд-во литературы по строительству, 1966.
2. Архитектура модерна — Рувики: Интернет-энциклопедия.

© Антонова А.С., Бабынина К.Ю.

# АДАПТИВНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИСТОРИЧЕСКИХ ПРОМЫШЛЕННЫХ ЗДАНИЙ В СОВРЕМЕННЫХ ГОРОДСКИХ УСЛОВИЯХ

**Бабынина Карина Юрьевна**
**Антонова Анна Сергеевна**
студенты
ФГБОУ ВО «Юго-Западный государственный университет»

**Аннотация:** в статье исследуются проблемы и решения, связанные с адаптивным использованием объектов индустриального наследия в городской среде. На основе анализа успешных и неудачных кейсов редевелопмента выявлено их комплексное влияние на социально-экономическое и пространственное развитие городских территорий.

**Ключевые слова:** адаптивное использование, индустриальное наследие, редевелопмент, городская среда, исторические здания, устойчивое развитие, реновация**.**

# ADAPTIVE USE OF HISTORICAL INDUSTRIAL BUILDINGS IN MODERN URBAN ENVIRONMENTS

**Babynina Karina Yurievna**
**Antonova Anna Sergeevna**

**Abstract:** the article explores the problems and solutions associated with the adaptive use of industrial heritage sites in urban environments. Based on an analysis of successful and unsuccessful redevelopment cases, it identifies their complex impact on the socio-economic and spatial development of urban areas.

**Key words:** adaptive use, industrial heritage, redevelopment, urban environment, historic buildings, sustainable development, and renovation.

Актуальность темы обусловлена глобальным процессом деиндустриализации, в результате которого в исторических центрах многих городов образовались многочисленные заброшенные промышленные территории.

Данные объекты, зачастую обладающие значительной историко-культурной ценностью, создают серьёзные градостроительные, экономические и социальные проблемы [1]. В то же время они представляют собой уникальный ресурс для развития городов, являясь потенциальными центрами притяжения креативной экономики, туризма и общественной активности. Адаптивное использование, под которым понимается функциональное преобразование здания при сохранении его исторической субстанции, выступает стратегией, позволяющей интегрировать эти объекты в новую городскую ткань [2].

Целью данного исследования является анализ ключевых проблем и поиск эффективных решений в сфере редевелопмента исторических промышленных зданий, а также оценка их влияния на устойчивое развитие городской среды.

Адаптивное использование промышленных объектов является сложным междисциплинарным процессом, находящимся на стыке архитектуры, реставрации, градостроительства, экономики и юриспруденции. К основным проблемам, с которыми сталкиваются разработчики подобных проектов, относятся:

Высокая стоимость работ: необходимость проведения сложных инженерных изысканий, санации загрязнённых территорий, укрепления конструкций и современного приспособления пространств под новые функции.

Нормативно-правовые барьеры: зачастую существующие градостроительные регламенты и нормы не рассчитаны на нестандартные планировочные решения исторических промышленных зданий [3].

Конфликт сохранения и модернизации: сложность нахождения баланса между сохранением аутентичности объекта и внедрением современных технологий, материалов и планировочных решений, необходимых для его коммерческой окупаемости.

Социальное сопротивление: неготовность местного сообщества принять новую, зачастую элитарную, функцию на месте бывшего «народного» предприятия.

Для выявления эффективных решений был проведен сравнительный анализ успешных и неудачных проектов редевелопмента, результаты которого представлены в таблице 1.

**Таблица 1**

**Сравнительный анализ кейсов адаптивного использования**

| Объект / Город | Исходная функция | Новая функция | Проблемы | Решения и результат |
|---|---|---|---|---|
| **«Доменная печь»** (г. Нижний Новгород) | Металлургический завод | Культурно-деловой кластер | Санация территории, интеграция в городскую среду | Сохранение доминанты, создание общественных пространств. Успех. |
| **«Красный Октябрь»** (г. Москва) | Кондитерская фабрика | Офисный, торговый и культурный центр | Высокая плотность застройки, транспортная нагрузка | Точечное внедрение новых функций, ярусное зонирование. Успех. |
| **«Фабрика «Красное знамя»** (г. Санкт-Петербург) | Трикотажная фабрика | Жилой комплекс | Утрата исторического облика | Частичная потеря аутентичности, социальный конфликт. Риск неудачи. |

Как демонстрирует таблица, успех проекта напрямую зависит от комплексного подхода. К эффективным решениям можно отнести:

Функциональное гибридизацию: совмещение в одном проекте публичных (музей, библиотека, кафе) и коммерческих (офисы, апартаменты) функций для обеспечения окупаемости и оживления территории.

Принцип обратимых вмешательств: применение архитектурных решений («вставок» и «сэндвичей»), которые минимально воздействуют на исторический облик и в теории обратимы [4].

Партнерство государства и частного инвестора (ГЧП): использование механизмов государственно-частного партнерства позволяет распределить финансовые риски и обеспечить соблюдение интересов сохранения наследия [5].

Успешные проекты адаптивного использования оказывают много-уровневое положительное влияние на город:

Социальное: создание новых точек притяжения и общественных пространств способствует социальной консолидации сообщества, развитию культурного диалога.

Экономическое: повышение инвестиционной привлекательности района, создание новых рабочих мест, развитие малого бизнеса и туристического кластера.

Экологическое: редевелопмент является инструментом «умного» роста, предотвращающим расползание городов и способствующим рециклингу существующих материальных ресурсов [6].

Пространственное: устранение «урбанистических провалов», насыщение городского пространства новыми смыслами и функциями.

Проведённое исследование позволяет заключить, что адаптивное использование исторических промышленных зданий является стратегически важным инструментом устойчивого развития современных городов.

Несмотря на комплекс серьёзных проблем – финансовых, нормативных и социокультурных – их преодоление возможно через применение комплексного подхода. Он подразумевает тщательный предпроектный анализ, поиск компромисса между сохранением и модернизацией, активное вовлечение всех стейкхолдеров и использование гибких градостроительных регламентов. Успешная реализация таких проектов ведет к синергетическому эффекту, преобразуя бывшие промышленные зоны из проблемных территорий в драйверы позитивных социальных, экономических и пространственных изменений городской среды.

## Список литературы

1. Глазычев В.Л. Урбанистика. – М.: Европа, 2008. – 220 с.
2. Кудрявцев А.П. Редевелопмент промышленных территорий: мировой опыт и российская практика // Архитектура и строительство. – 2020. – № 4. – С. 110-118.
3. Орлова К.А. Правовые аспекты приспособления объектов культурного наследия под современное использование // Вестник МГСУ. – 2019. – № 3. – С. 75-82.
4. Иконников А.В. Архитектура XX века. Утопии и реальность: в 2 т. – М.: Прогресс-Традиция, 2011. – Т. 2. – 456 с.

5. Петрушина М.И. Государственно-частное партнерство в сфере сохранения наследия: модели и механизмы. – СПб.: Нестор-История, 2022. – 180 с.

6. Шубенков М.В. Архитектурная регенерация промышленных территорий. – М.: Архитектура-С, 2015. – 248 с.

© Бабынина К.Ю., Антонова А.С.

# ИСТОРИЗМ В АРХИТЕКТУРЕ

**Антонова Анна Сергеевна**
**Бабынина Карина Юрьевна**
студенты
ФГБОУ ВО «Юго-Западный государственный университет»

**Аннотация:** в статье анализируются ключевые принципы историзма (эклектики) в архитектуре XIX века: сознательное цитирование и смешение форм прошлых эпох приоритет художественного образа над конструктивной новацией и ориентация на типологическую и социальную иерархию зданий. На примере Храма Христа Спасителя в Москве и Венской государственной оперы показаны идеологические основания и национальные особенности стиля, подчеркивая, что архитектура историзма воплощала поиск национальной и культурной идентичности, стремление к репрезентативности и «украшению» быстрого роста городов в индустриальную эпоху.

**Ключевые слова:** историзм, архитектура, фасад, орнамент, здание, геометрия, Храм Христа Спасителя, Венская государственная опера.

# HISTORICISM IN ARCHITECTURE

**Antonova Anna Sergeyevna**
**Babynina Karina Yurievna**

**Abstract:** the article analyzes the key principles of historicism (eclecticism) in 19th-century architecture: the deliberate quotation and blending of forms from previous eras, the prioritization of artistic imagery over structural innovation, and the focus on the typological and social hierarchy of buildings. Using the examples of the Cathedral of Christ the Savior in Moscow and the Vienna State Opera, the article explores the ideological foundations and national characteristics of the style, emphasizing that historicist architecture embodied the search for national and cultural identity, the desire for representation, and the "adornment" of rapid urban growth during the industrial era.

**Key words:** historicism, architecture, facade, ornamentation, building, geometry, Cathedral of Christ the Savior, Vienna State Opera.

**Историзм (Эклектика),** как архитектурное направление, представляет собой доминирующую художественную систему Европы XIX века, сознательно и систематически опиравшуюся на наследие и цитаты исторических стилей. Это направление, сформировавшееся в эпоху романтизма и промышленной революции, стремилось не к созданию нового языка, а к осмысленному выбору и комбинированию «готовых» форм прошлого для выражения новых социальных, национальных и идеологических содержаний. Архитектура историзма — это не живой организм, а «костюм», тщательно подобранный в соответствии с функцией здания и посланием, которое оно должно нести.

***Ключевая философия:***

Главная идея заключалась в том, что прошлые эпохи выработали совершенные художественные языки для определенных типов зданий и идей. Архитектура понималась как сфера идеологических и исторических аллегорий, где форма должна была наглядно сообщать о назначении постройки, статусе владельца или национальной идентичности. В центре мироздания — не универсальный разум и не отдельная личность, а коллективные ценности (нация, вера, государство, социальный статус), а здание должно было воплощать эту репрезентативную, дидактическую и иерархичную картину мира, воспитывая гражданина через узнаваемые исторические ассоциации [1].

***Характеристика стиля:***

1. **Сознательный выбор и цитирование исторических прототипов.**

В отличие от модерна, искавшего новый язык, историзм делал ставку на адаптацию уже существующих стиилей. Архитектор свободно «надевал» на здание готический, ренессансный, барочный или византийский «костюм», руководствуясь не конструктивной логикой, а семантикой: готика для городской ратуши или собора (символ гражданских свобод и духовного порыва), ренессанс для театра или музея (символ просвещения), барокко для дворца или банка (символ власти и богатства).

2. **Принцип «стилевой соответственности».**

Ключевой метод историзма. Стиль здания должен был соответствовать его типу и смыслу. Православный храм строился в русско-византийском стиле, подчеркивая преемственность от Константинополя; парламент — в неоготическом, ассоциируясь с демократическими традициями средневековых вольных городов; роскошный магазин — в духе необарокко, демонстрируя изобилие. Фасад стал главным носителем смысла.

3. **Композиционная эклектика и фасадность.**

Архитектура часто строилась по новой, рациональной планировке (учитывающей инженерные новшества: металлический каркас, лифты), но облекалась в исторический декор. Могло происходить смешение элементов разных стилей в одном здании для достижения большей живописности. Фасад трактовался как самостоятельная декорация, «вывеска», иногда маскирующая внутреннюю структуру [1].

4. **Конструктивный дуализм и новые технологии.**

Характерно противоречие между традиционными формами и современными материалами/технологиями. Неоготический собор мог возводиться с использованием стальных балок, а здание в стиле неоренессанса — иметь полностью металлический каркас. Историзм мастерски использовал новые возможности (большие витринные окна, сложные планировки) под прикрытием исторического декора.

3. **Развитие типологии и национальных стилей.**

Историзм активно разрабатывал новые типы зданий (вокзалы, пассажи, универмаги, многоэтажные доходные дома), для которых не было прямых исторических аналогов, что усиливало поиск подходящего «костюма». Параллельно шло активное формирование «национальных стилей» (неорусский, неомавританский), призванных визуально утвердить уникальность культур.

4. **Пластика и декор как цитата.**

Декор не вырастал из конструкции, а накладывался на неё. Он состоял из тщательно воспроизведенных или творчески переработанных цитат: готические вимперги, ренессансные руст и сандрики, барочные волюты и картуши. Его задача — не выражать внутреннюю энергию, а создавать узнаваемый исторический образ.

Храм Христа Спасителя в Москве (воссоздан в 1994–1999 гг.) — программный памятник русско-византийского стиля, символизирующий возрождение национальной и религиозной идентичности. Первоначально построенный в XIX веке по проекту К. Тона как памятник победе 1812 года, храм синтезирует формы древнерусского пятиглавия с классической симметрией и масштабом.

Его композиция с центральным золочёным куполом и четырьмя угловыми колокольнями демонстрирует иерархическую ясность и монументальность. Богатый, но строго упорядоченный декор (аркатурные пояса, мраморные горельефы) подчинён общей идее соборного единства.

История храма (строительство, разрушение в 1931 г. и воссоздание) сделала его главным архитектурным воплощением идеи исторической преемственности России. Сегодня он выполняет роль кафедрального собора, мемориала и государственного символа, охраняясь как объект культурного наследия федерального значения [2] (Рис. 1).

**Рис. 1. Храм Христа Спасителя в Москве**

**Венская государственная опера (построена в 1861–1869 гг.)** — эталонный памятник эпохи историзма. Спроектированная архитекторами Эдуардом ван дер Нюллем и Августом Зикардсбургом, опера стала одним из первых зданий на новой Рингштрассе — парадном бульваре, символизирующем современную империю.

Её архитектура представляет собой гармоничный синтез элементов итальянского Ренессанса и французского барокко. Фасад украшают сдвоенные коринфские колонны, аркады, скульптурные группы, изображающие аллегории музыки и танца, и конные статуи на аттике. Внутреннее убранство поражает эклектичной роскошью: мрамор, позолота, фрески и хрустальные люстры.

Здание воплощает ключевой принцип историзма — **«стилевую соответственность»**. Форма ренессансного дворца идеально подходила для храма высокого искусства, подчеркивая связь Вены с общеевропейской

гуманистической традицией. Несмотря на критику при открытии, опера стала не только главной музыкальной сценой Австрии, но и архитектурным символом Вены как культурной столицы Европы [2] (Рис. 2).

**Рис. 2. Венская государственная опера**

## Список литературы

1. Всеобщая история архитектуры: в 12 т. Под ред. О.Х. Халпахчьяна. — Москва: Изд-во литературы по строительству, 1966.
2. Историзм (архитектура). Большая российская энциклопедия.

© Антонова А.С., Бабынина К.Ю.

НАУЧНОЕ ИЗДАНИЕ

**НАУКА СЕГОДНЯ: АКТУАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ**

**Часть 2**

Сборник статей
II Международной научно-практической конференции,
состоявшейся 25 декабря 2025 г. в г. Петрозаводске.
Ответственные редакторы:
Ивановская И.И., Кузьмина Л.А.
Подписано в печать 29.12.2025.
Формат 60x84 1/16. Усл. печ. л. 15.93.
МЦНП «НОВАЯ НАУКА»
185002, г. Петрозаводск,
ул. С. Ковалевской, д.16Б, помещ.35
office@sciencen.org
www.sciencen.org

**16+**

НОВАЯ НАУКА
Международный центр научного партнерства

NEW SCIENCE
International Center for Scientific Partnership

МЦНП «НОВАЯ НАУКА» - член Международной ассоциации издателей научной литературы «Publishers International Linking Association»

# ПРИГЛАШАЕМ К ПУБЛИКАЦИИ

1. **в сборниках статей Международных и Всероссийских научно-практических конференций**
   https://www.sciencen.org/konferencii/grafik-konferencij/

2. **в сборниках статей Международных и Всероссийских научно-исследовательских, профессионально-исследовательских конкурсов**
   https://www.sciencen.org/novaja-nauka-konkursy/grafik-konkursov/

3. **в составе коллективных монографий**
   https://www.sciencen.org/novaja-nauka-monografii/grafik-monografij/

**https://sciencen.org/**