

ISSN 2072-0297

# МОЛОДОЙ УЧЁНЫЙ

МЕЖДУНАРОДНЫЙ НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ



4  
ЧАСТЬ I  
2026

16+

# **Молодой ученый**

## Международный научный журнал

### № 4 (607) / 2026

Издается с декабря 2008 г.

Выходит еженедельно

*Главный редактор:* Ахметов Ильдар Геннадьевич, кандидат технических наук

*Редакционная коллегия:*

Жураев Хуснурин Олтинбоевич, доктор педагогических наук (Узбекистан)

Иванова Юлия Валентиновна, доктор философских наук

Каленский Александр Васильевич, доктор физико-математических наук

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

Куташов Вячеслав Анатольевич, доктор медицинских наук

Лактионов Константин Станиславович, доктор биологических наук

Сараева Надежда Михайловна, доктор психологических наук

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

Авдеюк Оксана Алексеевна, кандидат технических наук

Айдаров Оразхан Турсункожаевич, кандидат географических наук (Казахстан)

Алиева Таира Ибрагим кызы, кандидат химических наук (Азербайджан)

Ахметова Валерия Валерьевна, кандидат медицинских наук

Бердиев Эргаш Абдуллаевич, кандидат медицинских наук (Узбекистан)

Брезгин Вячеслав Сергеевич, кандидат экономических наук

Данилов Олег Евгеньевич, кандидат педагогических наук

Дёмин Александр Викторович, кандидат биологических наук

Дядюн Кристина Владимировна, кандидат юридических наук

Желнова Кристина Владимировна, кандидат экономических наук

Жуйкова Тамара Павловна, кандидат педагогических наук

Игнатова Мария Александровна, кандидат искусствоведения

Искаков Руслан Марагбекович, кандидат технических наук (Казахстан)

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

Кенесов Асхат Алмасович, кандидат политических наук

Коварда Владимир Васильевич, кандидат физико-математических наук

Комогорцев Максим Геннадьевич, кандидат технических наук

Котляров Алексей Васильевич, кандидат геолого-минералогических наук

Кузьмина Виолетта Михайловна, кандидат исторических наук, кандидат психологических наук

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

Кучерявенко Светлана Алексеевна, кандидат экономических наук

Лескова Екатерина Викторовна, кандидат физико-математических наук

Макеева Ирина Александровна, кандидат педагогических наук

Матвиенко Евгений Владимирович, кандидат биологических наук

Матроскина Татьяна Викторовна, кандидат экономических наук

Матусевич Марина Степановна, кандидат педагогических наук

Мусаева Ума Алиевна, кандидат технических наук

Насимов Мурат Орленбаевич, кандидат политических наук (Казахстан)

Паридинова Ботагоз Жаппаровна, магистр философии (Казахстан)

Прончев Геннадий Борисович, кандидат физико-математических наук

Рахмонов Азизхон Боситхонович, доктор педагогических наук (Узбекистан)

Семахин Андрей Михайлович, кандидат технических наук

Сенцов Аркадий Эдуардович, кандидат политических наук

Сенюшкин Николай Сергеевич, кандидат технических наук

Султанова Дилшода Намозовна, доктор архитектурных наук (Узбекистан)

Титова Елена Ивановна, кандидат педагогических наук

Ткаченко Ирина Георгиевна, кандидат филологических наук

Федорова Мария Сергеевна, кандидат архитектуры

Фозилов Садриддин Файзуллаевич, кандидат химических наук (Узбекистан)

Яхина Асия Сергеевна, кандидат технических наук

Ячинова Светлана Николаевна, кандидат педагогических наук

*Международный редакционный совет:*

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

---

---

На обложке изображен Амвросий Амбуразович Выбегалло, профессор, вымышленный персонаж повестей братьев Стругацких «Понедельник начинается в субботу» и «Сказка о Тройке».

Выбегалло представляет собой сатирическое изображение распространенного типа политического демагога и псевдоученого, функционирующего в официальной научной сфере: предельно невежественного приспособленца от науки, который, несмотря на весьма низкий научный потенциал, уверенно владеет «идеологически правильной» терминологией, умеет создать себе имя в прессе и пользуется популярностью среди обывателей и авторов поверхностных газетных статей.

Главным прототипом профессора Выбегалло был, по утверждению авторов, идеолог «мичуринской агробиологии» Трофим Лысенко, а второстепенным — писатель-фантаст Александр Казанцев.

Внешность и поведение профессора Выбегалло утрированно «народны»: у него «седоватая нечистая борода», волосы он стрижет под горшок, ходит «в валенках, подшитых кожей, в пахучем извозчицком тулупе». Говорит он «на французско-нижегородском диалекте» (все французские фразы которого позаимствованы из речи героини романа Льва Толстого «Война и мир» Анны Павловны Шерер), причем наряду с оборотами вроде «компрене ву» (от фр. «Comprenez-vous?» — «Вы понимаете?») его лексикон включает просторечные слова «эта» и «значить». Деятельность Выбегалло вызывает сомнения у руководителей института, однако членам ревизионной комиссии профессор предъявляет две справки: о том, что «трое лаборантов его лаборатории ежегодно выезжают работать в подшефный совхоз» и что он сам «некогда был узником царизма».

Сама фамилия Выбегалло, составленная из экзотического для России окончания «-лло», которое встречается в итальянских (Донателло, Уччелло), литовских и малороссийских фамилиях (Гастелло, Гегелло, Довгялло, Забелло, Тропилло и пр.), и корня русского глагола «выбегать», для русского читателя звучит комически и ассоциируется с понятием «выскочка». Этот эффект усиливается тем, что авторы (устами персонажа «Понедельника...» Романа Ойры-Ойры) рифмуют ее с глаголом «забегалло» («Выбегалло забегалло?»), как бы придавая профессору средний род.

Темы исследований Выбегалло, являясь, по существу, псевдонаучными, вызывают интерес у поверхностного и не слишком образованного наблюдателя. Так, он создает и изучает троекуру модель человека — кадавра: «человека, полностью неудовлетворенного», «человека, неудовлетворенного желудочно», «человека, полностью удовлетворенного», обосновывая общественную полезность своих исследований с помощью псевдомарксистской, демагогической риторики.

Конкретное содержание данного исследования Выбегалло несет на себе печать времени: сформулированный в начале 1960-х годов так называемый «Моральный кодекс строителя коммунизма» как раз и предполагал рождение в стране победившего социализма «нового человека», в котором материальные и духовные потребности будут «гармонически сочетаться». Определенные аллюзии в данном исследовании есть и к пирамиде Маслоу, и к лозунгу Лысенко «Всё живое хочет кушать».

Среди других проектов Выбегалло — самонадевающиеся ботинки (которые стоили дороже мотоцикла и боялись пыли и сырости), самовыдергивающие-самоукладывающиеся в грузовики морковь, выведение путем перевоспитания самонадевающегося на рыболовный крючок дождевого червя и так далее.

Антагонистами профессора Выбегалло в повестях диологии о НИИЧАВО выступают молодые ученые-энтузиасты института: Александр Привалов, Виктор Корнеев, Роман Ойра-Ойра и другие.

Следует также заметить, что ироническая критика Выбегалло устами авторов достаточно хорошо согласуется с официальными советскими идеологическими установками того времени: развенчание «потребительства», «меркантизма» и так далее.

В современной публицистике имя Выбегалло стало нарицательным и часто используется для обозначения невежественного псевдоученого-демагога.

В 2016 году Выбегалло стал одним из трех первых почетных академиков ВРАЛ (вымышленной «ВРунической Академии Лженакук»), будучи удостоен (виртуально) анти-премии «за выдающийся вклад в развитие и распространение лженакук и псевдонаук» — вместе со своим прототипом Лысенко и с Джуной, награжденными посмертно.

Информацию собрала ответственный редактор  
Екатерина Осянина

---

---

# СОДЕРЖАНИЕ

## ХИМИЯ

<b>Бызов А. Ю., Макарова И. Ю., Пыланкин Д. С., Баязитова А. Л.</b>	
Иновационный подход к борьбе с микробиологической коррозией трубопроводов нефтегазовой отрасли .....	1

## ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

<b>Квилюнас И. М., Белолипецкий В. А.</b>	
Сравнение методов сглаживания в компьютерной графике .....	3

## ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

<b>Бельциков Н. Д.</b>	
Исследование параметров открытого голографического канала связи .....	8
<b>Ильин М. П.</b>	
Выбор зеркальной оптической системы для широкодиапазонного мультиспектрального радиометра .....	10
<b>Кабекеш М. М.</b>	
Оценка последствий степных пожаров в Каркаралинском районе с использованием данных дистанционного зондирования и повышение точности результатов с помощью Random Forest .....	13

<b>Копылов В. А.</b>	
Особенности информационного обслуживания пассажиров в мультимодальной пассажирской транспортной системе .....	19

## АРХИТЕКТУРА, ДИЗАЙН И СТРОИТЕЛЬСТВО

<b>Абдигалиева Н. Е.</b>	
Генезис концепции доступной среды в мировой архитектуре .....	22

## Бондарева С. В.

Формирование архитектурной идентичности исторического центра Курска через развитие прибрежных территорий .....	26
--	----

## Елохина Э. Э.

Архитектура власти: культурный проект Петра I как формирование имперской идентичности .....	29
---	----

## Золотых З. А.

3D-печать домов: преимущества и недостатки ...	31
--	----

## Золотых З. А.

Зелёная крыша: возможность создания сада на кровле многоквартирного дома .....	33
---	----

## Ибрагим К. А.

Эффективность основных принципов быстрого возведения зданий и сохранение традиционного языка архитектуры Сирии на примере экспериментальных моделей малоэтажных жилых комплексов городов Алеппо, Дамаск, Хомс .....	35
--	----

## Томаска Ю. П.

Теоретико-методологические основания дизайна в контексте культурогенеза .....	40
--	----

## МЕДИЦИНА

### Абдурахмонов С. А., Курбанов Д. М.,

### Комилова Н. У., Арзикулова Г. М.

Протезы рук, управляемые сигналами мозга через искусственные нейронные сети .....	43
--	----

### Абубакирова А. Р., Зияев Р. М.,

### Комиссарова В. А., Уржанова С. Б.

Организация реабилитации инвалидов .....	45
--	----

### Аввакумова С. А., Мухаметшина Д. Р.,

### Утегенова А. А.

Ожирение у детей и подростков: факторы риска и профилактика .....	47
--	----

### Аверьянов Д. М., Қүлешова Д. С.,

### Кузьмина Д. О., Подольских К. А.

Анализ заболеваемости болезнями системы кровообращения в Российской Федерации .....	49
--	----

---

<b>Бикбаев А. В., Жакупова Д. А., Дробахин В. А.</b>	
Мониторинг и оценка заболеваемости патологиями системы кровообращения в РФ на основе официальных данных.....	52
<b>Большов В. В.</b>	
Факторы, влияющие на распространенность ИППП в различных группах населения. Возрастно-половые особенности. Профилактика ИППП (на примере Оренбургской области) .....	55
<b>Бондаренко В. О., Жернаков А. И., Иванов М. А.</b>	
Злокачественные новообразования: медицинско-социальный аспект и влияние образа жизни на риск развития онкологических заболеваний.....	60
<b>Глухов Н. Д., Гелагаев Р. М., Дмитриев Д. Д.</b>	
Показатели инвалидности детского населения и их динамика .....	62
<b>Denisenko A. G., Berezova V. D., Vaitilingam M., Amaratunga D. A.</b>	
Establishing the age of death by changes in the levels of nitrates/nitrites in the blood plasma of deceased people .....	64

# ХИМИЯ

## Инновационный подход к борьбе с микробиологической коррозией трубопроводов нефтегазовой отрасли

Бызов Алексей Юрьевич, генеральный директор;  
Макарова Ирина Юрьевна, заведующий лабораторией;  
Пыланкин Дмитрий Сергеевич, специалист по информационным системам;  
Баязитова Алиса Линаровна, ведущий бухгалтер  
000 «Нефтегазхим» (г. Москва)

Микробиологически обусловленная коррозия (MIC) остаётся одной из ключевых причин преждевременного разрушения трубопроводных систем в нефтегазовой отрасли. СНиП и промысловые исследования показывают, что бактерии нефтяного микробиоценоза, в том числе сульфатвосстановливающие, сероокисляющие и железоокисляющие группы, существенно ускоряют локальное и питтинговое коррозионное разрушение стали, используемой в трубопроводах РФ. Ограничения традиционных бактерицидных реагентов, в частности в отношении зрелых биоплёнок, требуют разработки новых технологических решений. В данной работе представлен инновационный подход к подавлению коррозионно-активной микрофлоры на основе технологии контролируемого высвобождения активного вещества. Показано, что применение пролонгированных биоцидов повышает эффективность воздействия на биоплёнки, сокращает частоту обработок и снижает эксплуатационные затраты.

**Ключевые слова:** микробиологическая коррозия, биоплёнки, пролонгированные биоциды, контролируемое высвобождение, нефтегазовая отрасль.

### Введение

Микробиологически обусловленная коррозия — сложный электрохимический процесс, протекающий под влиянием жизнедеятельности микроорганизмов, особенно в анаэробных условиях, характерных для нефтегазовых систем. Внутренняя поверхность труб подвержена образованию биоплёнок, включающих сульфатвосстановливающие бактерии (СВБ), железоокисляющие и сероокисляющие бактерии, что экспериментально подтверждается для российских трубопроводов (например, исследования образцов стали 17Г1С) и приводит к локальным питтинговым очагам коррозионного разрушения металла.

По данным ряда публикаций, микробиологическая коррозия может быть ответственной за значительную долю коррозионных повреждений в нефтепромысловом оборудовании, а биоплёнки затрудняют проникновение бактерицидов к клеточным структурам.

### Ограничения традиционных бактерицидных технологий

Традиционные бактерициды, такие как глутаровый-альдегид, четвертичные аммониевые соединения и ди-

бронитрилопропионамид, широко применяются для контроля микроорганизмов. Однако их эффективность против зрелых биоплёнок ограничена из-за внеклеточного полимерного матрикса, который снижает диффузию активного вещества. Для достижения требуемого эффекта приходится увеличивать дозировки, что приводит к росту затрат и экологическим рискам, а также к частым критическим обработкам с интервалом в несколько недель. Это подтверждается общими теоретическими данными по ограничениям биоцидов в отношении зрелых биоплёнок.

Появление устойчивых штаммов микроорганизмов также снижает эффективность традиционной антимикробной защиты, что требует внедрения методов, выходящих за рамки одноразового применения высоких концентраций биоцидов.

### Концепция пролонгированного бактерицида

В качестве инновационного решения предлагается технология пролонгированных биоцидов на основе микрокапсулирования активного вещества. Такая технология обеспечивает контролируемое высвобождение действующего компонента непосредственно в области биоплёнки. Механизм действия основан на разрушении полимерной

оболочки микрокапсул под влиянием ферментов, продуцируемых коррозионно-активными микроорганизмами, или гидролиза при рабочих температурах, что обеспечивает локально высокие концентрации биоцидов внутри биоплёнки.

Таким образом реализуется принцип «троянского коня», когда активное вещество высвобождается именно в местах с максимальной микробной активностью, обеспечивая более полное разрушение биоплёнок и снижение численности коррозионно-активных микроорганизмов.

### Эксплуатационные и экономические преимущества

Применение пролонгированных биоцидов позволяет обеспечить антимикробную активность в течение более длительного периода (30–45 суток), существенно выше, чем у традиционных реагентов, что снижает частоту обработок на 70–80 % и общие годовые расходы на реагенты на 25–35 %. Это также ведёт к снижению нагрузки на оборудование и очистные системы, а уменьшение пиковых кон-

центраций биоцидов снижает экологические риски. Такие технологические улучшения способствуют снижению темпов развития локальной коррозии, увеличению межремонтных периодов трубопроводов и повышению надёжности эксплуатации инфраструктуры нефтегазового транспорта.

### Заключение

Пролонгированные бактерицидные технологии на основе контролируемого высвобождения активного вещества являются перспективным направлением борьбы с микробиологической коррозией в нефтегазовой отрасли. Их применение обеспечивает более эффективное разрушение биоплёнок, снижение эксплуатационных затрат и увеличение срока службы трубопроводных систем. Для включения таких технологий в практику следует продолжать исследования по адаптации состава биоцида под специфические микробные сообщества, характерные для российских месторождений.

### Литература:

1. Нестерова Т. Е. Исследование влияния микробоценоза нефти на процесс коррозии стали труб. — Samara Journal of Science, 2020. Доступно на: <https://journal-vniispk.ru/2309-4370/article/view/59444>
2. Борисенкова Е. А. Микробиологический механизм коррозии нефтяного оборудования // Вестник Самарского государственного технического университета, 2025.
3. The Microbiologically Influenced Corrosion and Protection of Pipelines: A Detailed Review. Materials, MDPI, 2022 — обзор механизма и защиты MIC.
4. A Brief Introduction to Microbial Corrosion in the Oil Industry. JPT — SPE, обзор роли микроорганизмов во влиянии на коррозию трубопроводов.
5. Механизмы и факторы микробиологической коррозии. Alley-Science (русск.), обзор доли коррозионных повреждений за счёт MIC. Samara Journal of Science
6. The investigation of oil microbocenosis influence on the corrosion process of pipe steel — Samara Journal of Science Vol 9, No 4 (2020). Доступно на: <https://journal-vniispk.ru/2309-4370/article/view/59444>

# ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

## Сравнение методов сглаживания в компьютерной графике

Квилюнас Иван Максимович, студент;

Белолипецкий Виталий Александрович, студент

Камчатский государственный технический университет (г. Петропавловск-Камчатский)

В рендеринге реального времени существует одна большая проблема — при рендеринге изображения, у границ объектов появляются резкие переходы — «ступеньки» (*aliasing*), что сильно мешает комфорtnому восприятию итогового изображения. Методы экранного сглаживания (*anti-aliasing*) призваны уменьшить данный эффект. Целью данной статьи является проведение сравнительного анализа распространённых методов сглаживания — таких как SSAA, MSAA, FXAA, TAA, SMAA и т. д. — с точки зрения принципов работы, эффективности и областей применения. В рамках исследования выполнен обзор литературы и технологий сглаживания, особенностей каждого метода, их преимуществ, недостатков и ситуаций, когда применение конкретного подхода наиболее оправдано. В результате выявлены основные достоинства и ограничения ключевых алгоритмов сглаживания. Продемонстрировано, что ни один метод не является универсальным: оптимальный выбор зависит от требований к качеству изображения и доступных вычислительных ресурсов системы. При этом TAA (*Temporal Anti-aliasing*) на сегодняшний день де-факто стал общепринятым решением проблемы *aliasing*.

**Ключевые слова:** сглаживание, рендеринг, сэмпл, пиксель, шейдер, сцена.

## Comparison of smoothing methods in computer graphics

In real-time rendering, there exists a major problem: when rendering an image, sharp transitions—«jaggies» or aliasing—appear at object boundaries, which significantly impairs the comfortable perception of the final image. Anti-aliasing methods are designed to reduce this effect. The aim of this article is to conduct a comparative analysis of common anti-aliasing techniques—such as SSAA, MSAA, FXAA, TAA, SMAA, etc.—from the standpoint of their operating principles, efficiency, and areas of application. As part of the study, a review of literature and smoothing technologies was carried out, examining the specifics of each method, their advantages, disadvantages, and situations where the use of a particular approach is most justified. As a result, the main strengths and limitations of key anti-aliasing algorithms are identified. It is demonstrated that no single method is universal: the optimal choice depends on image quality requirements and the available computational resources of the system. At the same time, TAA (*Temporal Anti-aliasing*) has now become the de facto standard solution to the aliasing problem.

**Keywords:** antialiasing, rendering, sample, pixel, shader, scene.

Сглаживание (*anti-aliasing*) — это процесс, призванный сделать границы объектов на изображении более плавными, уменьшая эффект «зубчатых» краёв (*aliasing*) [2]. *Aliasing* возникает из-за того, что непрерывные геометрические линии ограничены дискретной сеткой пикселей. Все геометрические формы, по сути, состоят из бесконечного количества точек между двумя точками пространства, и их отображение при помощи фиксированного количества пикселей всегда приводит к аппроксимации этой линии вне зависимости от количества используемых пикселей [4]. В результате, как представлено на рисунке 1, появляются «лесенки» в изображении [1, с. 130, 3].

Есть множество методов сглаживания, отличающихся особенностью работы и требовательностью к ресурсам. Ниже рассмотрены основные из них.

### SSAA (Super-Sampling Anti-Aliasing)

SSAA является одним из самых ранних и простых по концепции методов сглаживания. Его суть заключается в том, что сцена рендерится в разрешении выше исходного, после чего полученное изображение уменьшается до исходного разрешения [1, с. 138]. Есть несколько вариантов сэмплирования (выборки) пикселей, рассмо-

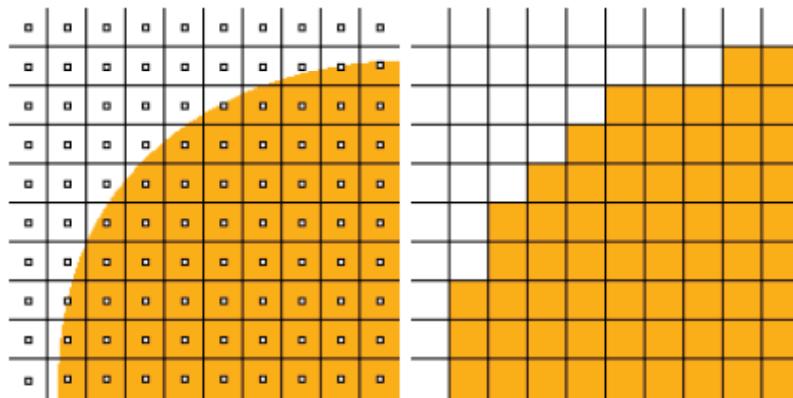


Рис. 1. Иллюстрация aliasing. Плотности пикселей не хватает, чтобы очертания геометрии были плавными

тим далее обычно использующийся box filter. Цвет каждого пикселя вычисляется как усреднённое значение нескольких соседних пикселей более высокого разрешения. Такой подход эффективно сглаживает края объектов: резкие переходы цвета на границах размываются за счёт усреднения, и эффект «лесенки» практически исчезает. Также есть улучшенный вариант box filter сэмплирования под названием RGSS (Rotate Grid Super Sampling) [4, 5]. В целом, SSAA обеспечивает наилучшее качество сглаживания среди всех методов, поскольку фактически повышает разрешение изображения.

Однако плата за качество SSAA — высокая вычислительная стоимость. Рендеринг кадра в 4 раза большем разрешении (например, 4К для получения Full HD изображения) увеличивает нагрузку на графический процессор кратно и резко снижает частоту кадров. Поэтому классический SSAA практически не применяется в real-time рендеринге. Он встречался в ранние годы 3D-графики и до сих пор используется главным образом в оффлайн-визуализации (при покадровом рендеринге изображений или видео) либо в качестве опциональной настройки для мощных систем. В современных играх аналогичный эффект иногда достигается через увеличение масштаба рендеринга выше 100 % (рендеринг с избыточным разрешением и последующим даунсэмплингом). В целом SSAA практически не используется в реальном времени и заменяется более оптимизированными методами.

### FXAA (Fast Approximate Anti-Aliasing)

FXAA — это постобработочный алгоритм сглаживания, то есть применяется уже после того, как сцена полностью отрисована в целевом разрешении. FXAA анализирует готовое изображение, пытаясь обнаружить пиксельные «ступеньки». Обнаружив их, алгоритм сглаживает его, размешивая цвета соседних пикселей вдоль проблемной границы. Проще говоря, FXAA размывает участки изображения, где заметны зубчатые линии, создавая иллюзию более гладких краёв [6, 7]. Этот метод стал популярен благодаря чрезвычайно высокой скорости

работы: он реализован в виде простого пиксельного шейдера и его «цена» даже на слабом оборудовании составляет всего до нескольких миллисекунды [8, с. 29]. Многие игры первой половины 2010-х годов внедрили FXAA как лёгкую опцию сглаживания, позволяющую улучшить картинку без серьёзного влияния на производительность.

Главный недостаток FXAA — точность сглаживания. Этот метод не передает субпиксельные детали, поэтому он хуже работает чем MSSA или SMAA. Еще одна проблема возникает при сглаживании контрастных текстур (как например яркие пиксели на темном фоне) — алгоритм смешивает пиксели в любых случаях, когда это даже не требуется [4]. Несмотря на побочные эффекты, FXAA остаётся очень востребованным в случаях, когда необходим быстрый и дешёвый способ сгладить изображение — например, на слабых видеокартах, мобильных устройствах или в проектах, требующих максимальной производительности. Также для повышения качества, можно использовать FXAA в связке с TAA [8, с. 32]. Более подробное описание и применение FXAA описаны в [3, с. 6] и [6].

### MSAA (Multi-Sampling Anti-Aliasing)

MSAA создает несколько выборок внутри каждого пикселя (2x, 4x, 8x) (рисунок 2). Вместо определения цвета каждого субпикселя, т. е. запуска fragment shader для каждого сэмпла, MSAA использует больший depth/stencil buffer для определения покрытия выборок. Количество охваченных сэмплов определяет, насколько цвет пикселя влияет на framebuffer. Таким образом цвета выборок и framebuffer смешиваются и получается более плавное изображение [9, 10, 11]. MSAA обходится значительно меньшими затратами, чем SSAA, сглаживая контуры при умеренном падении производительности.

Однако у MSAA есть и ограничения. Прежде всего, он воздействует только на границы полигонов — aliasing внутри текстур (например, на мелких узорах или деталях поверхностей) остается, поскольку там нет границ, которые MSAA мог бы обработать. Также полупрозрачные объекты и текстуры с альфа-тестом (листва, трава, ре-

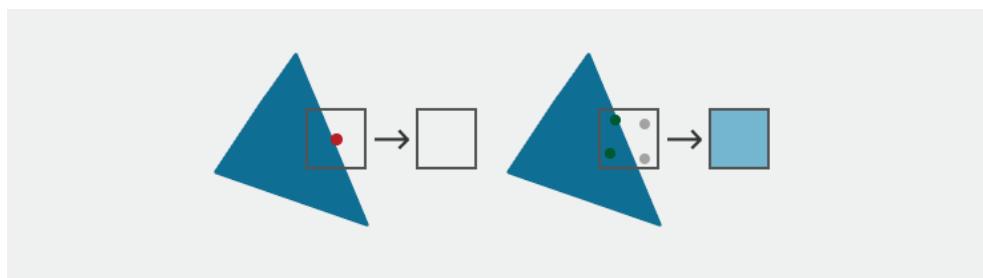


Рис. 2. 4 выборки на один пиксель, цвет пикселя становится более мягким

шёлки) сглаживаются ограниченно, если не применять дополнительные приёмы вроде “alpha-to-coverage”. Из-за особенностей метода, повышаются требования к видеопамяти графического процессора, а работа с отложенным (referred) рендерингом усложняется [4]. По этим причинам современные игры отказываются от MSAA в пользу постобработки или темпоральных методов. Тем не менее, MSAA всё ещё применяется в ряде сценариев как компромисс между качеством и производительностью: он устраняет большинство заметных «лесенок» на моделях при существенно меньших затратах, чем SSAA.

### SMAA (Subpixel Morphological Anti-Aliasing)

SMAA — продвинутый постобработочный метод сглаживания, построенный на основе MLAА и являющийся его улучшенной версией (Morphological Anti-aliasing). Он анализирует уже отрендеренное изображение, распознавая характерные шаблоны зубчатых краёв (линии, углы) по контрасту и сглаживает их, смешивая цвета пикселей вдоль границ. В отличие от простого размытия FXAA, алгоритм SMAA работает более избирательно и учитывает субпиксельные детали, поэтому сглаживает «лесенки» с меньшим побочным размытием [3, с. 10, 12].

Благодаря хорошему соотношению качества и скорости SMAA получил широкое распространение. Существуют также усовершенствованные версии SMAA — SMAA 1x, SMAA S2x, SMAA T2x, SMAA 4x. SMAA1x включает точный поиск расстояний, локальную адаптацию контраста, резкие геометрические особен-

ности и диагональное обнаружение узоров. SMAA S2x включает все функции SMAA 1x плюс пространственный мультисплинг. SMAA T2x включает все функции SMAA 1x плюс временный суперсплинг. SMAA4x включает все функции SMAA 1x плюс пространственный и временный мультисплинг.

### TAA (Temporal Anti-Aliasing)

Temporal Anti-Aliasing (темпоральное сглаживание) — подход, учитывающий информацию не только из текущего кадра, но и из нескольких предыдущих [14, 17]. Идея состоит в том, чтобы собрать за несколько последовательных кадров больше данных о сцене, чем содержится в одном статическом изображении. Для этого каждый новый кадр рендерится с небольшим случайным сдвигом («джиттером») координат выборки, а затем полученное изображение комбинируется с предыдущим (рисунок 3) — для этого используется буфер истории (history buffer), который хранит информацию о прошлых кадрах [15, с. 17]. Постепенное накопление информации даёт эффект, схожий с суперсплингом, но распределённый по времени, а не по пространству. ТАА эффективно устраняет как пространственные «лесенки», так и мерцание мелких деталей при движении, сглаживая картинку при относительно низких издержках. На данный момент является стандартом в индустрии компьютерных игр, и рендеринга в реальном времени в целом [14].

Метод ТАА получил широкое распространение в современных игровых движках (например, используется по

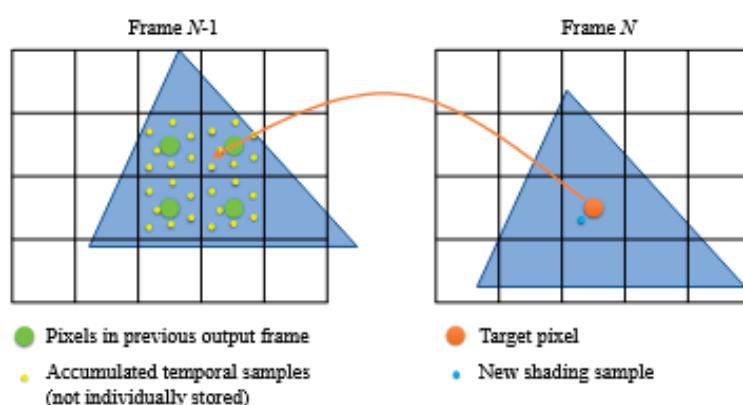


Рис. 3. Общий принцип работы ТАА

умолчанию в Unreal Engine 4/5) благодаря балансу между качеством и производительностью. Однако и у него есть недостатки. Поскольку ТАА усредняет несколько кадров, быстро движущиеся объекты могут страдать от размытости или появления шлейфов (*ghosting*) — для их устранения используется буфер смещения (*velocity buffer*) [16]. Кроме того, при резких изменениях сцены темпоральное сглаживание способно размывать изображение, пока накопленная история не обновится под новые условия. Несмотря на это, ТАА остаётся крайне популярным: для большинства сценариев его побочные эффекты малозаметны, а выигрыш в качестве по сравнению с простыми методами (такими как FXAA) — значительный. Нередко ТАА комбинируют с дополнительными фильтрами резкости или даже с алгоритмами машинного обучения (например DLSS от NVIDIA).

### Классификация методов сглаживания

Рассмотренные методы сглаживания можно условно разделить на несколько категорий. Первая — методы пространственного сглаживания (*supersampling*). Сюда относится классический SSAA, а также его оптимизированный подвид MSAA. Эти подходы выполняются на этапе рендеринга сцены, формируя изображение с повышенным числом выборок на пиксель. SSAA повышает разрешение всей картинки целиком, тогда как MSAA повышает количество выборок внутри пикселя. Пространственные методы дают лучшее качество и сглаживают все детали, но требуют самых больших вычислительных ресурсов.

Вторая категория — постобработочное сглаживание (*image-based*). К ней относятся алгоритмы вроде FXAA, MLAA, SMAA, которые применяются после рендеринга кадра. Они анализируют готовое изображение и сглаживают обнаруженные контуры путём смешения пикселей по краям. Морфологические алгоритмы (MLAA, SMAA) распознают формы и линии, благодаря чему работают точнее; простые методы типа FXAA действуют быстрее, но менее эффективно. Преимущество постобработки — минимальная нагрузка на GPU, а недостаток — ограниченность доступной информации о сцене: методы видят только финальное изображение, из-за чего может слегка размывать мелкие детали наряду с «лесенками».

Третья категория — темпоральные методы (временное сглаживание). Это ТАА и его разновидности (например, проприетарный вариант TXAA). Их ключевое отличие — использование данных нескольких кадров. Темпоральные алгоритмы эффективно уменьшают как aliasing статических объектов, так и мерцание движущихся объектов за счёт накопления образов во времени. Они хорошо сочетаются с отложенным рендерингом и другими современными графическими технологиями. По качеству ТАА и схожие подходы часто превосходят чисто постобрабочие фильтры, эффективно устранив широкий спектр артефактов. Но у них есть и минусы — в частности, появление шлейфов (*ghosting*) при неправильном совмещении движений. Производительность темпоральных фильтров обычно остаётся высокой, так как они не требуют рендерить много дополнительных пикселей, однако для их работы нужны дополнительные данные (буферы истории и смещения).

Таблица 1

Метод	Характеристика	Показатель
SSAA 4x	FPS	-65 %
SSAA 8x	FPS	-90 %
FXAA	FPS	-1–7 %
MSAA 4x	FPS	-2–10 %
MSAA 8x	FPS	-35 %
SMAA 1x	FPS	-20–25 %
SMAA T2x	FPS	-40–50 %
ТАА	FPS	-10 %

### Заключение

Каждый из рассмотренных алгоритмов сглаживания имеет свои сильные и слабые стороны. SSAA обеспечивает беспрецедентное качество устранения aliasing, полностью сглаживая все детали сцены, однако его стоимость в плане ресурсов чрезвычайно высока. MSAA предлагает баланс качества и скорости, сглаживая геометрию с меньшими затратами, но не решает всех проблем aliasing и постепенно вытесняется более новыми подходами. Постобрабочие фильтры (FXAA, SMAA) дают быстрое

улучшение изображения практически без нагрузки на систему, но сопровождаются небольшим снижением резкости и не устраняют мерцание в динамике сцены. Темпоральное сглаживание (ТАА) стало стандартом в современных играх благодаря сочетанию эффективности и качества, хотя и привносит свои артефакты (размытость быстро движущихся объектов). Также остались не рассмотрены многие другие методы сглаживания — MLAA, AGAA, SRAA, GBAA, DEAA, CRAA, SBAA, CSAA и т.

Выбор оптимального метода сглаживания всегда зависит от контекста. В графических приложениях нередко

предлагается несколько вариантов АА, чтобы пользователь мог подобрать баланс между чёткостью картинки и быстродействием под возможности своего оборудования. В перспективе ожидается дальнейшее развитие гибридных подходов, сочетающих сильные стороны разных алгоритмов (например, комбинация темпораль-

ного сглаживания с методами машинного обучения для повышения чёткости). Совершенствование методов сглаживания остаётся актуальной задачей компьютерной графики: даже с ростом разрешений и производительности спрос на эффективное устранение aliasing-артефактов не исчезает.

#### Литература:

1. Tomas Akenine-Moller, Eric Haines. Real-Time Rendering. — 4th edit. — US, Florida: «CRC Press», 2018. ISBN 978-1-1386-2700-0
2. Charles A. Wüthrich. Computer Graphics:8 — Aliasing and Antialiasing [Электронный ресурс] // Bauhaus-Universität Weimar. URL: [https://www.uni-weimar.de/fileadmin/user/fak/medien/professuren/Computer\\_Graphics/course\\_material/Graphics\\_\\_Animation/8-antialiasing.pdf](https://www.uni-weimar.de/fileadmin/user/fak/medien/professuren/Computer_Graphics/course_material/Graphics__Animation/8-antialiasing.pdf) (дата обращения: 01.11.2025).
3. Alexander Grahn. An Image and Processing Comparison Study of Antialiasing Methods [Электронный ресурс] // Blekinge Institute of Technology. URL: <https://www.diva-portal.org/smash/get/diva2:972774/FULLTEXT02.pdf> (дата обращения: 01.11.2025).
4. Nick Evanson. How 3D Game Rendering Works: Anti-Aliasing [Электронный ресурс] // Techspot. URL: <https://www.techspot.com/article/2219-how-to-3d-rendering-anti-aliasing/> (дата обращения: 02.11.2025).
5. The blog at the bottom of the sea. 4-Rook Antialiasing (RGSS) [Электронный ресурс] // Demofox. URL: <https://blog.demofox.org/2015/04/23/4-rook-antialiasing-rgss/> (дата обращения: 02.11.2025).
6. Timothy Lottes. FXAA [Электронный ресурс] // NVIDIA. URL: [https://developer.download.nvidia.com/assets/gamedev/files/sdk/11/FXAA\\_WhitePaper.pdf](https://developer.download.nvidia.com/assets/gamedev/files/sdk/11/FXAA_WhitePaper.pdf) (дата обращения: 02.11.2025).
7. Jeff Atwood. Fast Approximate Anti-Aliasing (FXAA) [Электронный ресурс] // Coding Horror. URL: <https://blog.codinghorror.com/fast-approximate-anti-aliasing-fxaa/> (дата обращения: 02.11.2025).
8. Decima. Advances in Lighting and AA [Электронный ресурс] // SIGGRAPH 2017. URL: <https://advances.realtimerendering.com/s2017/DecimaSiggraph2017.pdf> (дата обращения: 02.11.2025).
9. Joey de Vries. Anti-Aliasing [Электронный ресурс] // Learn OpenGL. URL: <https://learnopengl.com/Advanced-OpenGL/Anti-Aliasing> (дата обращения: 02.11.2025).
10. Vulkan. MSAA (Multisample anti-aliasing) [Электронный ресурс] // Vulkan Documentation. URL: <https://docs.vulkan.org/samples/latest/samples/performance/msaa/README.html> (дата обращения: 02.11.2025).
11. Jason Yang. A Directionally Adaptive Edge Anti-Aliasing Filter [Электронный ресурс] // SIGGRAPH 2011. URL: <https://www.iryouku.com/aacourse/downloads/02-A-Directionally-Adaptive-Edge-Anti-Aliasing-Filter.pdf> (дата обращения: 02.11.2025).
12. Jorge Jimenez. SMAA: Enhanced Subpixel Morphological Antialiasing [Электронный ресурс] // EUROGRAPHICS 2012. URL: <https://www.iryouku.com/smaa/downloads/SMAA-Enhanced-Subpixel-Morphological-Antialiasing.pdf> (дата обращения: 02.11.2025).
13. Jorge Jimenez. Jimenez's MLAA & SMAA [Электронный ресурс] // SIGGRAPH 2011. URL: [https://www.iryouku.com/aacourse/downloads/04-Jimenez's-MLAA-&-SMAA-\(Subpixel-Morphological-Anti-Aliasing\).pdf](https://www.iryouku.com/aacourse/downloads/04-Jimenez's-MLAA-&-SMAA-(Subpixel-Morphological-Anti-Aliasing).pdf) (дата обращения: 02.11.2025).
14. Lei Yang, Shiqiu Liu, Marco Salvi. A Survey of Temporal Antialiasing Techniques [Электронный ресурс] // EUROGRAPHICS 2020. URL: <http://behindthepixels.io/assets/files/TemporalAA.pdf> (дата обращения: 02.11.2025).
15. Ke Xu. Temporal Antialiasing in Uncharted 4 [Электронный ресурс] // SIGGRAPH 2016. URL: <https://advances.realtimerendering.com/s2016/> (дата обращения: 02.11.2025).
16. Unigine Developer. Temporal Anti-Aliasing [Электронный ресурс] // Unigine. URL: [https://developer.unigine.com/en/docs/latest/principles/render/temporal\\_aa/](https://developer.unigine.com/en/docs/latest/principles/render/temporal_aa/) (дата обращения: 02.11.2025).
17. Tatu Aalto. Towards Cinematic Quality, Anti-aliasing in Quantum Break [Электронный ресурс] // Game Developers Conference 2016 Europe. URL: [https://media.gdcvault.com/gdceurope2016/presentations/Aalto\\_Tatu\\_Towards\\_Cinematic\\_Quality.pdf](https://media.gdcvault.com/gdceurope2016/presentations/Aalto_Tatu_Towards_Cinematic_Quality.pdf) (дата обращения: 02.11.2025).

## ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

### Исследование параметров открытого голограммического канала связи

Бельциков Намс Дорджиевич, студент магистратуры

Научный руководитель: Прыгунов Александр Германович, кандидат технических наук, доцент  
Донской государственный технический университет (г. Ростов-на-Дону)

*Статья посвящена исследованию ключевых параметров открытого голограммического канала связи. Рассматриваются теоретические основы формирования и регистрации голограмм в условиях атмосферных помех. Проанализировано влияние таких факторов, как турбулентность, поглощение и рассеяние света, на качество передачи информации. Представлена математическая модель канала, позволяющая оценить пропускную способность и вероятность ошибки. Полученные результаты могут быть использованы при проектировании перспективных систем оптической связи с пространственным кодированием сигналов.*

**Ключевые слова:** голография, открытый оптический канал, интерференция, дифракция, атмосферные помехи, пропускная способность, волновой фронт.

### Investigation of parameters of the open holographic communication channel

*The article is devoted to the study of the key parameters of an open holographic communication channel. The theoretical foundations of the formation and recording of holograms under conditions of atmospheric interference are considered. The influence of such factors as turbulence, absorption and light scattering on the quality of information transmission is analyzed. A mathematical model of the channel is presented, allowing to estimate the bandwidth and error probability. The obtained results can be used in the design of advanced optical communication systems with spatial signal coding.*

**Keywords:** holography, open optical channel, interference, diffraction, atmospheric interference, bandwidth, wavefront.

#### Введение

Современные телекоммуникационные системы требуют постоянного увеличения пропускной способности и устойчивости к помехам. Традиционные волоконно-оптические линии связи, обладая высокой эффективностью, имеют ограничения, связанные с необходимостью физической прокладки кабеля. Открытые оптические каналы связи, использующие лазерное излучение в свободном пространстве, представляют собой перспективную альтернативу, особенно для организации связи в труднодоступных районах или между подвижными объектами. Однако их основным недостатком является сильная зависимость от атмосферных условий.

Использование голограммических принципов в таких каналах позволяет перейти от передачи мощности сигнала к передаче его волновой структуры — фазовой и амплитудной информации о световом поле. Это открывает возможности для пространственного мультиплексирования, повышения помехоустойчивости и скрытности

связи. Основу метода составляет запись и восстановление голограммы передаваемого сигнала, где информация кодируется в интерференционной картине опорной и объектной волн.

Целью данной работы является исследование основных параметров открытого голограммического канала связи, таких как пропускная способность, динамический диапазон и устойчивость к атмосферным искажениям, а также оценка перспектив его практической реализации на основе анализа современных теоретических и экспериментальных данных.

#### 1. Теоретические основы голограммической записи и её применения в системах связи

Голография, в отличие от обычной фотографии, регистрирует не только распределение интенсивности света, но и информацию о фазе световой волны, что позволяет полностью восстановить волновой фронт. В основе метода лежит явление интерференции когерентных световых

волн: объектной (несущей информацию о предмете) и опорной. В результате их взаимодействия в плоскости регистрации формируется сложная интерференционная картина — голограмма [1, с. 12].

Для восстановления изображения голограмма освещается когерентной опорной волной, идентичной использованной при записи. В результате дифракции восстанавливается волновой фронт объектной волны, создавая трёхмерное изображение объекта. Как отмечает М. Миллер, ключевыми достоинствами голографии являются высокое разрешение и возможность хранения огромных массивов данных в одном голограммическом элементе [3, с. 75].

Применительно к системам связи, голографический подход позволяет закодировать передаваемые данные не просто в модуляции интенсивности лазерного луча (как в классической оптической связи), а в сложной пространственной структуре светового поля. Каждая «страница» цифровых данных может быть представлена в виде матрицы световых точек (пикселей) и записана на голограмму. Это реализует принцип пространственно-временного кодирования. Как указано в лекциях по прикладной голографии, такой метод потенциально обеспечивает многократный прирост плотности передаваемой информации [2, с. 98].

## 2. Модель открытого голографического канала связи

Структурная схема открытого голографического канала связи включает в себя следующие основные элементы:

**1. Передающий модуль:** Лазерный источник, пространственный модулятор света (SLM), формирующий объектную волну с закодированными данными, и система формирования опорной волны. Интерференционная картина (голограмма) либо формируется в пространстве, либо записывается на быстродействующий носитель (например, фоторефрактивный кристалл) и передается в канал в виде модулированного излучения.

**2. Канал передачи:** Открытое пространство (атмосфера), характеризуемое параметрами турбулентности, коэффициентом поглощения и рассеяния.

**3. Приёмный модуль:** Регистрирующая среда (фотодетекторная матрица, например, ПЗС или КМОП), на ко-

торой фиксируется пришедшая интерференционная картина. Далее следует система обработки, включающая алгоритмы цифровой реконструкции голограммы и декодирования данных.

Основное отличие от закрытых систем (внутри лабораторных установок) — наличие атмосферного канала, который вносит случайные фазовые искажения в волновой фронт. Тurbulentность приводит к фазовым aberrациям, скремблированию интерференционной картины и снижению контраста, что напрямую влияет на верность восстановления данных [1, с. 40].

## 3. Анализ ключевых параметров и влияния атмосферных условий

Критическими параметрами для оценки эффективности канала являются:

- **Пропускная способность:** зависит от количества пространственных мод, которые можно разделить в канале, и скорости их модуляции.
- **Вероятность ошибки (BER):** определяется отношением сигнал/шум на приёмнике, которое, в свою очередь, зависит от контраста восстановленной интерференционной картины.

— **Динамический диапазон регистрирующей среды:** определяет способность точно записывать как яркие, так и тёмные участки интерференционной картины без насыщения.

Атмосферные помехи оказывают комплексное негативное влияние:

**1. Турбулентность:** вызывает случайные изменения показателя преломления воздуха, что приводит к искажению волнового фронта, дрожанию и размытию изображения. Для голографии это выражается в снижении контраста и пространственного разрешения интерференционной картины.

**2. Поглощение и рассеяние:** уменьшают интенсивность как объектной, так и опорной волн, снижая общий уровень сигнала и увеличивая влияние шумов фотодетектора.

Для компенсации этих эффектов в голографических системах предлагается использовать адаптивную оптику для коррекции волнового фронта, а также алгоритмы ци-

Таблица 1. Сравнительное влияние атмосферных факторов на параметры канала

Атмосферный фактор	Влияние на пропускную способность	Влияние на BER	Методы компенсации
Турбулентность (слабая)	Умеренное снижение	Увеличение на 1–2 порядка	Фазовая коррекция (адаптивная оптика)
Турбулентность (сильная)	Существенное снижение	Резкое увеличение	Многоканальное приём, избыточное кодирование
Поглощение (туман, дождь)	Снижение из-за потери мощности	Увеличение	Увеличение мощности передатчика, выбор длины волны
Рассеяние	Снижение контраста сигнала	Увеличение	Использование узкополосных фильтров

фровой голограммы, позволяющие восстанавливать информацию даже из частично искажённых интерференционных полей [3, с. 210].

#### 4. Перспективы и заключение

Проведённое исследование показывает, что открытый голографический канал связи обладает значительным потенциалом для создания систем передачи данных сверхвысокой плотности. Его основное преимущество — использование пространственной степени свободы света для кодирования информации.

Ключевыми проблемами, требующими решения для практической реализации, остаются:

1. Компенсация динамических атмосферных искажений в реальном времени.
2. Разработка быстродействующих пространственных модуляторов света и высокочувствительных регистрирующих матриц с большим динамическим диапазоном.

3. Создание эффективных алгоритмов цифровой обработки для коррекции искажённых голограмм и подавления шумов.

Как отмечается в работах по прикладной голографии, прогресс в области адаптивной оптики и вычислительной фотографии открывает новые пути для преодоления этих трудностей [2, с. 115]. Первоочередными направлениями дальнейших исследований должны стать натурные эксперименты по передаче данных на короткие дистанции в контролируемых и слаботурбулентных условиях, а также совершенствование математических моделей, связывающих параметры атмосферы с качеством восстановления голографического сигнала.

Таким образом, несмотря на существующие технические вызовы, голографические методы представляют собой перспективное направление развития технологий открытой оптической связи, способное в будущем обеспечить качественный скачок в скорости и надёжности беспроводной передачи информации.

#### Литература:

1. Дуденкова, В. В. Оптическая голограмма: Учебное пособие / В. В. Дуденкова. — Нижний Новгород: Нижегородский госуниверситет, 2015. — 55 с.
2. Перминов, А. В. Прикладная голограмма. Курс лекций / А. В. Перминов, И. С. Файзрахманова. — [Б.м.]: [Б.и.], [Б.г.]. — 130 с.
3. Милер, М. Голограмма. (Теория, эксперимент, применение) / М. Милер; пер. с англ. — М.: Мир, 1973. — 340 с.

## Выбор зеркальной оптической системы для широкодиапазонного мультиспектрального радиометра

Ильин Максим Павлович, студент

Филиал Национального исследовательского университета «МЭИ» в г. Смоленске

Современные задачи дистанционного зондирования атмосферы и обнаружения малоконтрастных объектов, таких как беспилотные летательные аппараты (БПЛА), требуют создания высокочувствительных измерительных систем. Ключевым инструментом для решения этих задач является мультиспектральный радиометр, способный одновременно регистрировать фоновое излучение в нескольких спектральных диапазонах — от ультрафиолетового (УФ) до дальнего инфракрасного (ДИК). Такой подход, известный как фоновый принцип извлечения информации, позволяет выделять слабоконтрастные цели не по энергетическому перепаду, а по анализу их уникального спектрального «портрета» на фоне сложного и переменного атмосферного излучения. [1]

Разработка радиометра, работающего в сверхшироком диапазоне от 280 нм до 13 мкм, сталкивается с оптической проблемой — необходимостью обеспечения ахроматичности. Это означает, что положение фокуса и качество изображения не должны зависеть от длины волны. Использование традиционных линзовых объективов в данном случае неприемлемо: во-первых, они вносят значительные хроматические aberrации; во-вторых, не существует оптического материала, прозрачного одновременно в УФ-, видимом и ИК-участках спектра. Единственным решением является применение зеркальной (катоптрической) оптики. Закон отражения не зависит от длины волны, что позволяет создать полностью ахроматичную систему, способную формировать качественное изображение во всем целевом диапазоне. В данной статье проводится сравнительный анализ классических зеркальных схем и обосновывается выбор оптимальной конфигурации для мультиспектрального радиометра. [3]

Данная схема (Рисунок 1) считается эталоном качества в современном телескопостроении. Она использует

два гиперболических зеркала (главное и вторичное), что позволяет эффективно исправлять сферическую aberr-

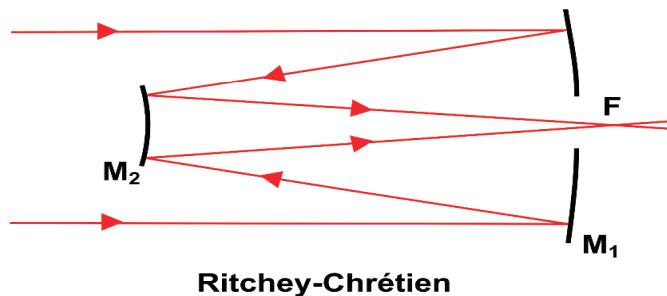


Рис. 1. Система Ричи–Кретьена

рацию и кому, обеспечивая большое поле зрения с исключительным разрешением. Однак требования к точности изготовления асферических поверхностей делают систему Ричи–Кретьена технологически сложной и чрезвычайно дорогой. Для разрабатываемого радиометра, где поле зрения ограничено  $1.5^\circ$ , подобное совершенство является избыточным, а стоимость — непозволительной, что исключает её из числа практических кандидатов.

Эта конструкция (Рисунок 2) представляет собой экономичную альтернативу. В ней используется сферическое вторичное зеркало, что резко снижает стоимость производства. Однако простота имеет свою цену: система Далл-Киркема страдает от значительной комы за пределами очень малых полей зрения. Для радиометра с требуемым углом обзора в  $1.5^\circ$  коматические искажения становятся неприемлемыми, так как приводят к потере резкости и геометрическим искажениям изображения по краям

поля, что негативно скажется на точности измерений в разных участках кадра.

Схема Грегори (Рисунок 3) интересна тем, что формирует прямое (неперевёрнутое) изображение, что может упростить последующую обработку сигнала. Её конструкция предполагает использование вогнутого вторичного зеркала, размещенного за фокусом главного. Главный недостаток — значительная длина оптического тракта. Получающийся прибор был бы громоздким и неудобным для эксплуатации в полевых условиях, что противоречит одному из ключевых требований к проекту — компактности.

Классическая схема Кассегрена (Рисунок 4) уже несколько столетий остаётся «рабочей лошадкой» в инструментальной оптике. Она состоит из параболического главного зеркала и выпуклого гиперболического вторичного. Главные преимущества этой конфигурации:



Рис. 2. Система Далл–Киркема

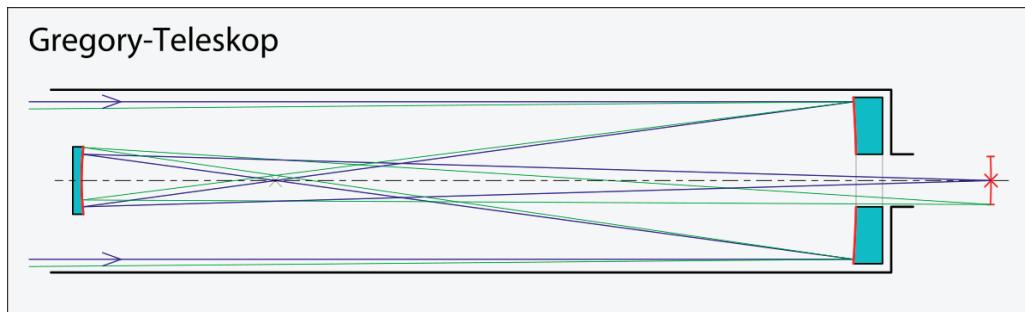


Рис. 3. Схема системы Грегори

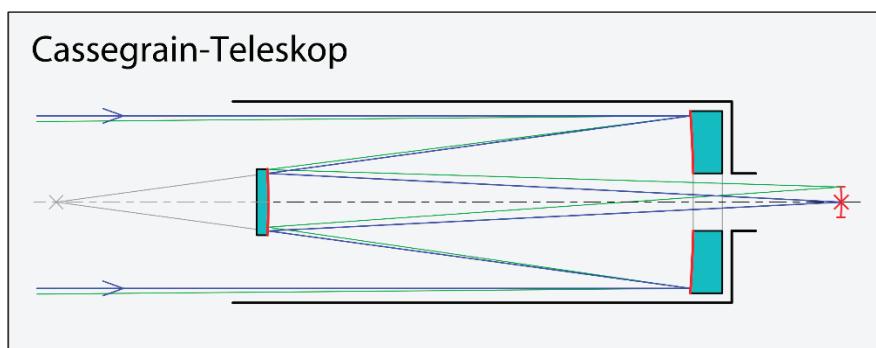


Рис. 4. Схема системы Кассагрена

За счёт «свёртывания» оптического пути система имеет короткую конструктивную длину при большом эффективном фокусном расстоянии.

Комбинация параболы и гиперболы эффективно устраняет сферическую aberrацию, обеспечивая дифракционное качество изображения на оси и приемлемое — в пределах заданного поля зрения.

Наличие только одной асферической поверхности (вторичное зеркало) делает систему значительно дешевле и проще в производстве и юстировке, чем Ричи-Кретьен.

Фокальная плоскость располагается за главным зеркалом, образуя удобную полость для компактного размещения модуля спектрального разделения на обтюраторах и блока детекторов. [2]

Выбор зеркальной оптической схемы является критически важным этапом при проектировании широкополосного измерительного прибора. Проведённый анализ показал, что классическая система Кассегрена, несмотря на свою давнюю историю, остаётся актуальным и оптимальным решением для инженерных задач, где требуется сочетание высокого оптического качества, технологической осуществимости, компактности и экономической эффективности. Реализованная на её основе оптическая схема мультиспектрального радиометра гарантирует ахроматичность, стабильность и точность измерений во всём заявленном спектральном диапазоне, что является фундаментом для успешного применения прибора в задачах дистанционного зондирования атмосферы и обнаружения малоконтрастных объектов.

#### Литература:

1. Алленов, М. И. Методы и аппаратура спектрорадиометрии природных сред / М. И. Алленов. — Москва: Гидрометеоиздат, 1992. — 260 с. — ISBN 5-286-00984-7.
2. Бардин, А. М. Метрологическое обеспечение оптико-электронных приборов / А. М. Бардин, В. А. Иванов. — Москва: Машиностроение, 1988. — 264 с.: ил. — Библиогр.: с. 258–260.
3. Зуев, В. Е. Оптические модели атмосферы / В. Е. Зуев, Г. М. Креков. — Ленинград: Гидрометеоиздат, 1986. — 320 с.: ил.

## Оценка последствий степных пожаров в Каркаралинском районе с использованием данных дистанционного зондирования и повышение точности результатов с помощью Random Forest

Кабекеш Марс Манатулы, студент магистратуры

Научный руководитель: Байгурин Жаксыбек Джакупбекович, доктор технических наук, профессор  
Казахский национальный исследовательский технический университет имени К. И. Сатпаева (Satbayev University) (г. Алматы)

Статья посвящена оценке последствий степных пожаров, произошедших в 2019–24 гг. на территории Каркаралинского района Карагандинской области, с использованием данных дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ). Были использованы спутниковые снимки Landsat 8 OLI и рассчитаны спектральные индексы (NBR, dNBR, NDVI, NDMI), характеризующие состояние территории до и после пожара. Проведено сравнение результатов, полученных с применением классического метода оценки последствий пожаров на основе индекса dNBR, и алгоритма машинного обучения Random Forest. Метод Random Forest является более надежным по сравнению с традиционными индексными подходами, особенно при выявлении пожаров низкой интенсивности (*low severity*). Применение метода машинного обучения позволили дать оценку последствий степных пожаров и усовершенствования систему экологического мониторинга.

**Ключевые слова:** степные пожары, дистанционное зондирование Земли, Landsat 8, dNBR, Random Forest, машинное обучение, *burned area*.

### Assessment of steppe fire impacts in the karkaraly district using remote sensing data and enhancing result accuracy with random forest

The article is devoted to assessing the consequences of steppe fires that occurred in 2019–24 on the territory of the Karkaraly district of the Karaganda region, using data from remote sensing of the Earth (remote sensing). Landsat 8 OLI satellite images were used and spectral indices (NBR, dNBR, NDVI, NDMI) were calculated, characterizing the state of the territory before and after the fire. The results obtained using the classical method of assessing the consequences of fires based on the dNBR index were compared with the Random Forest machine learning algorithm. The Random Forest method is more reliable than traditional index approaches, especially when low severity fires are identified. The use of the machine learning method made it possible to assess the consequences of steppe fires and improve the environmental monitoring system.

**Keywords:** steppe fires, remote sensing of the Earth, Landsat 8, dNBR, Random Forest, machine learning, *burned area*.

#### Введение

На территории Казахстана ежегодно регистрируется около 18 000 пожаров, основная часть которых приходится на Карагандинскую, Костанайскую, Актаускую и Северо-Казахстанскую области. Около 90 % лесных и степных пожаров возникает в результате деятельности человека. Эти пожары наносят прямой ущерб экосистемам и приводят к выбросу в атмосферу значительных объемов загрязняющих веществ, таких как диоксид углерода ( $\text{CO}_2$ ), оксид углерода ( $\text{CO}$ ), метан ( $\text{CH}_4$ ) и аэрозоли сажи. Указанные выбросы являются одним из важных источников глобального углеродного цикла и оказывают существенное влияние на радиационный баланс системы «Земля–атмосфера».

Оперативная и точная оценка последствий пожаров в степных и лесостепных зонах имеет ключевое значение для управления природными ресурсами, планирования восстановительных мероприятий и снижения экологических рисков. В этом контексте данные дистанционного зондирования Земли широко применяются как эффективный инструмент благодаря их пространственному охвату и временной доступности. Несмотря на то, что традиционные методы, основанные на спектральных индексах (NBR, dNBR), показывают хорошие результаты при оценке последствий пожаров, они зачастую не позволяют полноценно выявлять пожары низкой интенсивности.

В последние годы методы машинного обучения становятся важным инструментом анализа данных дистанционного зондирования. Научные исследования показывают, что такие алгоритмы, как Support Vector Machine (SVM), Random Forest (RF) и Convolutional Neural Network (CNN), способны автоматически и с высокой точностью определять очаги пожаров и выгоревшие территории по спутниковым снимкам. Эти методы учитывают сложную структуру данных, что позволяет снизить количество ложноположительных и ложноотрицательных результатов.

Целью данного исследования является оценка последствий степных пожаров в Каркаралинском районе с использованием данных Landsat 8 и повышение точности выявления, особенно пожаров низкой интенсивности, за счет применения алгоритма Random Forest.

## Область исследования

Область исследования охватывает территорию Каркаралинского района Карагандинской области, одного из важных природных регионов Центрального Казахстана. Климат района резко континентальный: зима продолжительная и холода (до  $-20\ldots-40^{\circ}\text{C}$ ), лето жаркое и сухое (до  $+30\ldots+40^{\circ}\text{C}$ ). Среднегодовое количество осадков составляет 250–350 мм, что свидетельствует о засушливости региона и его склонности к опустыниванию.

В последние десятилетия наблюдаются потепление климата и учащение засух, при этом темпы роста температуры превышают среднемировые показатели. Данные климатические изменения способствуют увеличению риска возникновения степных пожаров.

В 2019, 2022 и 2024 годах в различных частях района были зафиксированы степные пожары. Основные очаги пожаров 2024 года располагались в северо-восточной части района, на границе с Баянаульским районом Павлодарской области. Каркаралинский национальный парк, находящийся в южной части района, является экологически значимой территорией, при этом пожары проходили в непосредственной близости от данной природоохранной зоны.

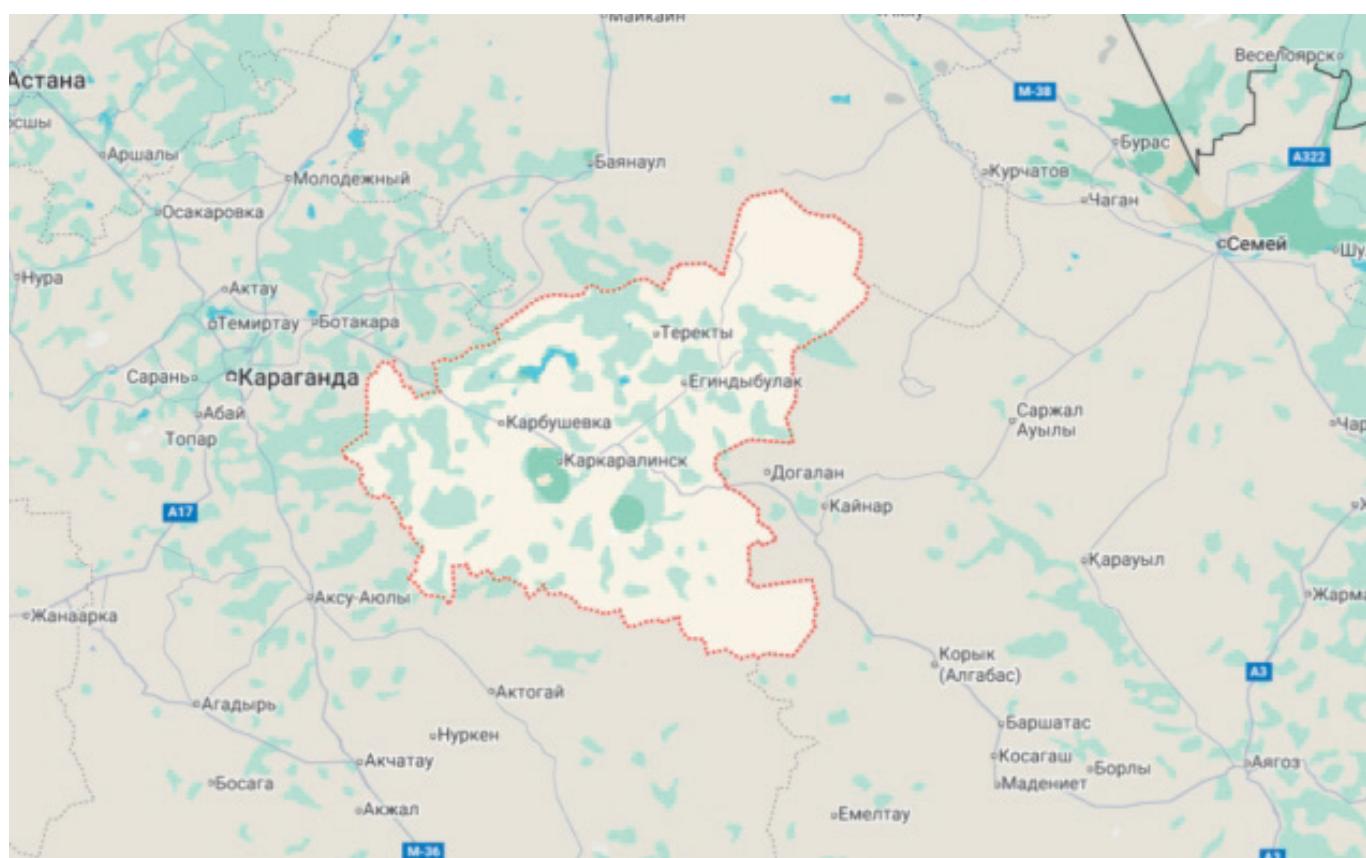


Рис. 1. Область исследования: карта расположения Каркаралинского района Карагандинской области

## Использованные данные

В ходе исследования в качестве основного источника данных использовались спутниковые снимки Landsat 8 OLI/TIRS. Данные были получены с платформы USGS Earth Explorer и охватывали периоды до пожара (pre fire) и после пожара (post fire). При отборе снимков учитывались сцены с уровнем облачности менее 20 %.

Спутник Landsat 8, функционирующий с 2013 года, оснащен 11 спектральными каналами и обеспечивает пространственное разрешение 30 м. Эти данные позволяют оценивать экосистемные изменения до и после пожара, состояние растительного покрова и динамику влажности. При совместном использовании с методами машинного обучения, включая алгоритмы Random Forest и CNN, данные Landsat 8 демонстрируют высокую точность при оценке последствий пожаров и представляют особую ценность для долгосрочного экологического мониторинга.

Все работы по пространственной обработке и анализу данных выполнялись с использованием геоинформационной системы QGIS. К основным преимуществам QGIS относятся бесплатность и открытый исходный код, наличие расширенных инструментов пространственного анализа, а также высокая эффективность при расчете спектральных индексов.

## Методы исследования

**Расчет спектральных индексов.** Для оценки последствий пожаров был рассчитан ряд широко применяемых спектральных индексов. Каждый индекс характеризует состояние экосистемы до и после пожара с различных сторон.

**Normalized Burn Ratio (NBR)** является одним из наиболее эффективных индексов для выявления выгоревших территорий. Данный индекс позволяет оценить степень повреждения растительного покрова и спектральные особенности сгоревшего материала. Индекс NBR рассчитывался по следующей формуле:

$$NBR = \frac{NIR - SWIR}{NIR + SWIR}$$

Здесь **NIR** — ближний инфракрасный диапазон, **SWIR2** — коротковолновый инфракрасный диапазон. После пожара объем растительного покрова уменьшается, а отражательная способность в диапазоне SWIR2 возрастает, вследствие чего значение NBR снижается.

**Differenced Normalized Burn Ratio (dNBR)** является производной индекса NBR и используется для оценки интенсивности пожара (burn severity). Значение dNBR вычисляется как разность значений NBR до пожара и после пожара:

$$dNBR = NBR_{before} - NBR_{after}$$

Высокие значения dNBR соответствуют сильному воздействию пожара, тогда как низкие значения характеризуют пожары слабой интенсивности (low severity). Данный индекс позволяет классифицировать выгоревшие участки по уровню интенсивности.

**Normalized Difference Vegetation Index (NDVI)** — один из наиболее распространенных индексов для оценки состояния растительного покрова. NDVI позволяет надежно оценивать плотность и биомассу живой зеленой растительности и рассчитывается по следующей формуле:

$$NDVI = \frac{NIR - Red}{NIR + Red}$$

Чем выше значение NDVI, тем более плотным является растительный покров и тем больше запас горючего материала, что, в свою очередь, рассматривается как фактор, способствующий повышению пожарной опасности.

**Normalized Difference Moisture Index (NDMI)** представляет собой индекс для оценки уровня влажности растительности и рассчитывается по следующей формуле:



Рис. 2. Карта выгоревших территорий Каркаралинского района, определенных с использованием индекса dNBR

$$\text{NDMI} = \frac{\text{NIR} - \text{SWIR1}}{\text{NIR} + \text{SWIR1}}$$

Данный индекс характеризует водное состояние растений и играет важную роль при анализе динамики влажности до и после пожара. Снижение значений NDMI указывает на высыхание растительного покрова и увеличение его пожароопасности..

### Выявление выгоревших территорий на основе dNBR

В соответствии с рассчитанными значениями dNBR интенсивность выгорания была разделена на классы. Полученные результаты показали, что основная часть выгоревших территорий в области исследования относится к пожарам низкой интенсивности (low severity).

Однако низкие значения dNBR приводят к неполному выявлению отдельных слабовыраженных очагов пожара. Это указывает на наличие ограничений метода dNBR при оценке последствий пожаров низкой интенсивности. В результате в пределах области исследования было выявлено 142 320 гектаров выгоревших земель. На рисунке 2 представлены выгоревшие территории, определенные с использованием метода dNBR.

### Применение алгоритма Random Forest

Для более точного выявления выгоревших территорий был применен алгоритм машинного обучения Random Forest. В процессе классификации в качестве входных данных использовались индексы dNBR, pre NBR, post NBR, pre NDVI, post NDVI, pre NDMI и post NDMI. Обучающие выборки формировались на основе выгоревших и невырожденных участков, а результат работы модели был представлен в виде карты burned area.

Алгоритм Random Forest показал высокую эффективность при выявлении пожаров низкой интенсивности. В результате в пределах области исследования с высокой степенью достоверности было определено 158 148 гектаров выгоревших земель.

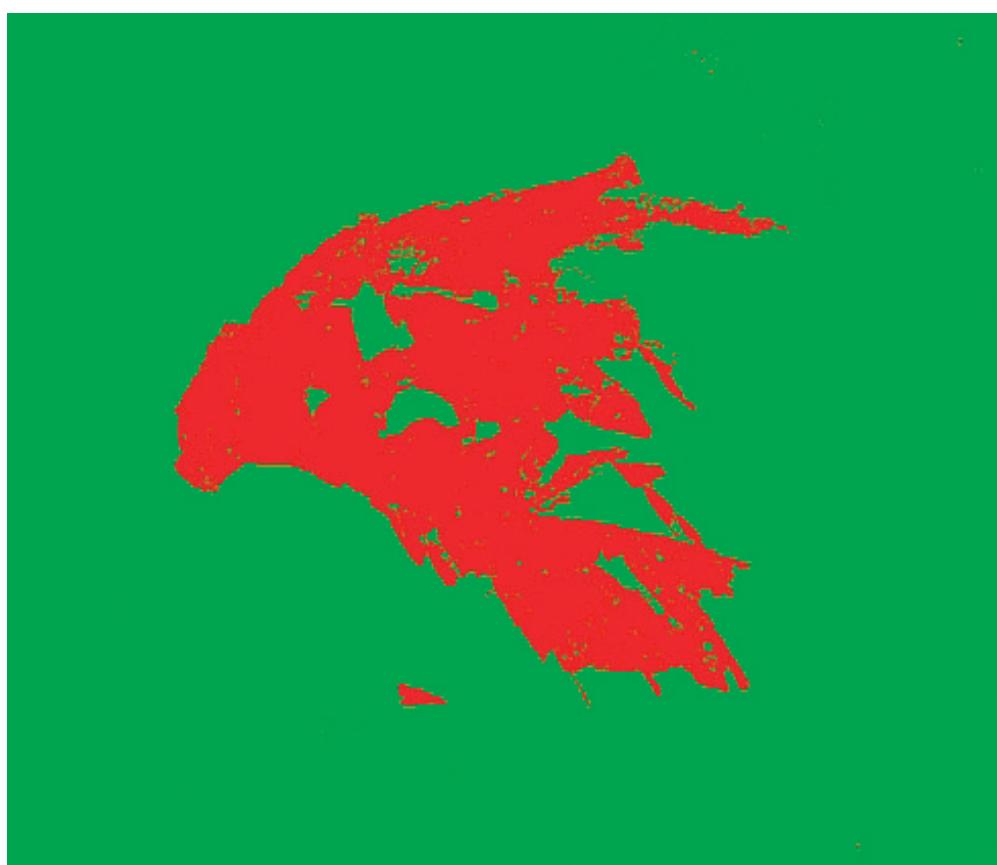


Рис. 3. Карта выгоревших территорий Каркаралинского района, определенных в среде QGIS на основе алгоритма Random Forest

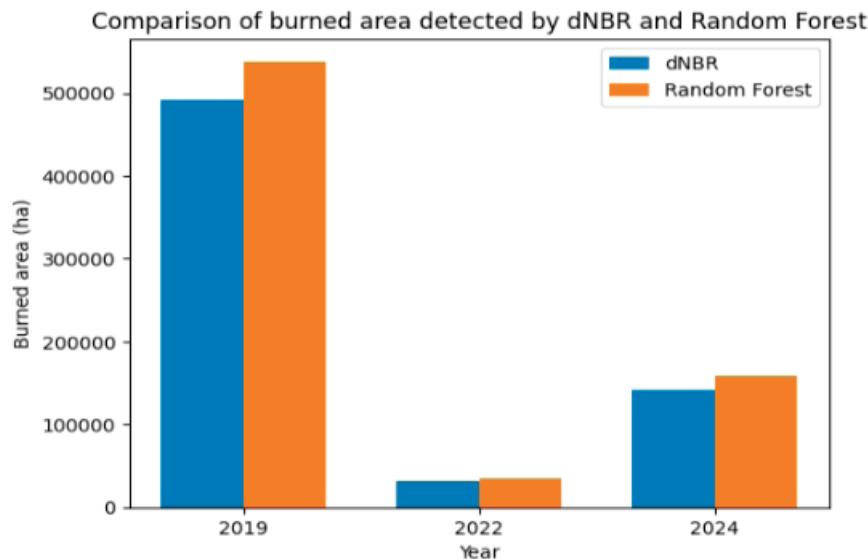


Рис. 4. Сравнение площади выгоревших территорий (га) по годам, определенных методами dNBR и Random Forest

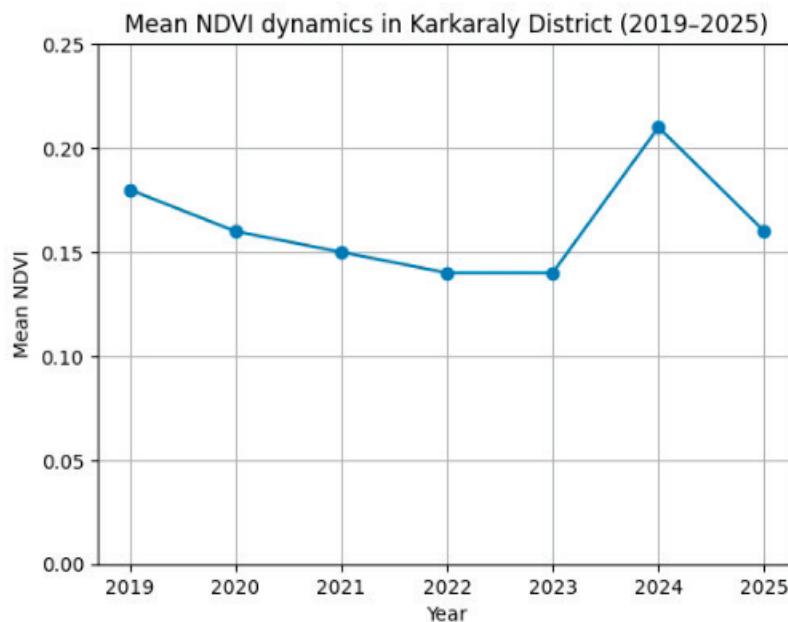


Рис. 5. Динамика средних значений NDVI в Каркаралинском районе за период 2019–2025 гг.

## Результаты и обсуждение

Результаты исследования были получены в ходе оценки последствий степных пожаров, произошедших в Каркаралинском районе в 2019, 2022 и 2024 годах. Сравнение выгоревших территорий, определенных с использованием методов dNBR и Random Forest (рисунок 4), показало, что алгоритм Random Forest во всех случаях выявляет большую площадь выгорания по сравнению с методом dNBR. Так, в 2019 году по методу dNBR было выявлено 491 920 га выгоревших территорий, тогда как метод Random Forest показал 519 000 га. В 2022 году данные значения составили соответственно 31 150 га (dNBR) и 38 450 га (Random Forest), а в 2024 году — 142 320 га (dNBR) и 158 148 га (Random Forest). Полученная разница свидетельствует о том, что алгоритм Random Forest более надежно выявляет пожары низкой интенсивности (low severity), которые слабо выражены в спектральном отношении.

Во все рассматриваемые годы метод Random Forest, используя одновременно несколько спектральных индексов и учитывая сложную структуру земного покрова, более точно отображает границы выгоревших территорий. Метод dNBR, ориентированный преимущественно на выявление зон с высокой интенсивностью пожара, не позволяет полностью охватить часть очагов низкой интенсивности.

В результате сравнительного анализа установлено, что около 99 % выгоревших территорий, выявленных в 2019–2024 годах, относятся к пожарам низкой интенсивности (low burned area). Это указывает на сравнительно слабое воздействие степных пожаров на экосистемы Каркалинского района.

На рисунке 4 показано сравнение выгоревших территорий по годам, определенных методами dNBR и Random Forest. Во все рассматриваемые годы площадь burned area, выявленная с помощью алгоритма Random Forest, оказалась больше, чем при использовании метода dNBR. Эта разница особенно заметна в случаях, когда преобладали пожары низкой интенсивности. Возможность метода Random Forest учитывать несколько спектральных индексов одновременно позволяет более точно выявлять слабовыраженные и нечётко очерченные очаги пожаров.

Площадь выгоревших территорий, оцененная с помощью метода Random Forest, превысила значения, полученные по эталонной карте dNBR, на 9,36 % в 2019 году, на 10,23 % в 2022 году и на 11,12 % в 2024 году. Из анализа выгоревших площадей установлено, что за период 2019–24 гг. изменения пожаров низкой интенсивности в среднем составило 10,24 % от эталонной карты для условий Каркалинской ландшафтной местности.

На рисунке 5 показана динамика средних значений NDVI в Каркалинском районе за период 2019–2025 гг. Постепенное снижение показателей NDVI в 2019–2023 годах отражает долгосрочное влияние пожаров предыдущих лет. Увеличение значения NDVI в 2024 году свидетельствует о быстром восстановлении растительного покрова после пожаров низкой интенсивности, тогда как снижение в 2025 году отражает влияние климатических факторов.

Для оценки динамики состояния растительного покрова Каркалинского района в период 2019–2025 гг. был применён аналитический метод исследования временного ряда среднегодовых значений нормализованного вегетационного индекса (NDVI). Использование данного подхода позволяет выявить направленность изменений вегетационной активности и установить характер долгосрочных экологического-ландшафтных тенденций.

Временной ряд NDVI рассматривается как дискретная функция времени:

$$NDVI = f(t), \quad t = 2019, 2020, \dots, 2025,$$

где  $t$  — соответствует календарному году наблюдений

Анализ функции  $f(t)$  показал, что в интервале 2019–2022 гг. наблюдается устойчивая отрицательная динамика среднегодовых значений NDVI. За указанный период индекс снизился с 0,18 в 2019 году до 0,14 в 2022 году, что свидетельствует о сокращении вегетационной активности растительного покрова.

Абсолютное изменение показателя составило:

$$\Delta NDVI = -0,04.$$

Среднегодовой темп изменения NDVI определяется выражением:

$$k = \frac{NDVI_{2022} - NDVI_{2019}}{2022 - 2019} = \frac{-0,04}{3} \approx -0,013 \text{ в год.}$$

Полученное отрицательное значение коэффициента тренда указывает на постепенное ухудшение состояния растительного покрова исследуемой территории. Подобная динамика характерна для ландшафтов, подвергшихся воздействию неблагоприятных природных и антропогенных факторов, включая последствия степных пожаров, засушливые климатические условия и процессы деградации почвенно-растительного покрова.

Таким образом, результаты аналитического анализа временного ряда NDVI подтверждают наличие выраженной фазы деградации растительности в начальный период исследования, что создаёт основу для последующего анализа процессов стабилизации и восстановления экосистем в более поздние годы наблюдений. Использования данных дистанционного зондирования и методов машинного обучения при оценке последствий степных пожаров в Каркалинском районе, позволила методом dNBR более эффективно подходит для общей оценки интенсивности выгорания, однако имеет ограничения при выявлении пожаров низкой интенсивности.

Алгоритм Random Forest, объединяя несколько спектральных индексов, позволил надежно выявлять слабовыраженные и нечётко очерченные очаги пожаров. Полученные результаты подтверждают важность внедрения методов машинного обучения в системы оценки последствий степных и лесостепных пожаров.

В будущих исследованиях применение данного подхода к другим регионам, а также проведение сравнительного анализа различных алгоритмов машинного обучения позволит дополнительно повысить точность и эффективность мониторинга пожаров.

Литература:

1. Guiop-Servan, R. E.; Cotrina-Sanchez, A.; Puerta-Culqui, J.; Oliva-Cruz, M.; Barboza, E. Remote sensing for wildfire mapping: advances, platforms, and algorithms.
2. Chuvieco, E.; Mouillet, F.; van der Werf, G. R.; San Miguel, J. Applications of remote sensing in fire ecology.

3. Parks, S. A.; Holsinger, L. M.; Miller, C.; Nelson, C. R. Comparison of Sentinel-2 and Landsat-8 data for burn severity mapping.
4. Chen, Y.; Randerson, J. T.; van der Werf, G. R.; Morton, D. C. Burned area, fire emissions, and global fire dynamics.
5. Singh, H.; Ang, L. M.; Srivastava, S. K. Active wildfire detection via satellite imagery and machine learning: an empirical investigation of Australian wildfires.
6. Kapsalyamova, Z.; Terekhov, A.; Abiltayeva, A. Mapping fire hazard potential in Kazakhstan.
7. Gao, Y.; Skutsch, M.; Panque-Gálvez, J. Evaluating forest fire severity and vegetative recovery using Sentinel imagery and spectral indices.
8. Zhang, Y.; Li, Z.; Wang, Q. Machine-learning-based burned area mapping using multispectral satellite data.
9. Roy, D. P.; Wulder, M. A.; Loveland, T. R.; et al. Landsat-8: Science and product vision for terrestrial global change research.
10. NASA; U. S. Geological Survey (USGS). Landsat 8 Operational Land Imager (OLI) and Thermal Infrared Sensor (TIRS) data.

## Особенности информационного обслуживания пассажиров в мультимодальной пассажирской транспортной системе

Копылов Василий Артемович, студент  
Российский университет транспорта (МИИТ) (г. Москва)

**К**лиентоориентированность является основой репутационного позиционирования холдинга «РЖД». Мультимодальные перевозки пассажиров — важнейшая составляющая этой базовой ценности, подчеркивающая миссию холдинга и, в первую очередь, его пассажирского комплекса.

Одной из стратегических задач по организации репутационного позиционирования и продвижения наиболее значимых проектов пассажирского комплекса является информационное сопровождение текущей деятельности, включая развитие мультимодальных пассажирских перевозок [1, 2].

Для информирования пассажиров о мультимодальных перевозках необходимо сформировать полное описание данного продуктового предложения. В данном случае необходимо делать акцент на наиболее значимых для пассажира при выборе способа перемещения параметрах:

- маршрут следования;
- расписание движения;
- общее время в пути с учетом пересадок;
- класс обслуживания и требования к комфорту;
- стоимость проезда;
- возможности и особенности оформления проездного документа.

Пассажиров также необходимо информировать о том, где они могут получить более подробную информацию и ознакомиться с правилами и условиями оказания услуги мультимодальной перевозки.

При доведении информации до пассажиров необходимо делать акцент на преимуществах, которые получит пассажир при поездке в мультимодальной транспортной системе по сравнению с другими предложениями на транспортном рынке. При формировании информационных сообщений для потенциальных пассажиров необходимо подчеркивать значимость и конкурентные преимущества

мультимодальной перевозки с участием железнодорожного транспорта.

Смысловую нагрузку информационных сообщений для пассажиров необходимо дифференцировать по уровням организации мультимодальных перевозок: внутренние, внутрихолдинговые, межвидовые. В первых двух случаях речь идет о перевозках под брендом «РЖД», тогда как в последнем — о значимости компании в единой транспортной системе пассажирских перевозок.

Информирование пассажиров необходимо осуществлять в определенные периоды в зависимости от классификации мультимодальных перевозок по времени (таблица 1).

Информационное обслуживание пассажиров в зависимости от смысловой нагрузки информации должно осуществляться с помощью следующих каналов:

- телевизионные средства массовой информации;
- открытая пресса;
- рекламные буклеты;
- Интернет, мобильные приложения;
- объявления на объектах инфраструктуры и в подвижном составе.

В перспективе необходимо создание единой информационной системы, поддерживаемой в том числе и мобильными приложениями. Мобильные приложения должны давать пассажиру возможность получать максимум информации, а также быть гидом в мультимодальной поездке. Также целесообразно применять единую навигационную систему или знаки для лучшей ориентации пассажиров на логистических элементах мультимодального маршрута, включая объекты инфраструктуры и подвижной состав.

Не менее важным вопросом в информационном обслуживании пассажиров является формирование понятной для пассажиров навигационной системы. В мультимодальных пассажирских перевозках навигационная

Таблица 1. Периодичность информирования пассажиров

Мультимодальные перевозки		Период информирования	Цель информационных сообщений
Постоянные		Перед началом перевозок по новому мультимодальному маршруту и далее периодически как об отдельном продуктом предложении	Довести до потенциальных пассажиров информацию о возможности воспользоваться услугой мультимодальной перевозки, преимуществах этой услуги. Тем самым привлечь потенциальных клиентов к пользованию услугами компании
Сезонные		В соответствии с глубиной продаж заведомо до начала определенного сезона	Довести до потенциальных пассажиров информацию о сезонном предложении, параметрах и условиях перевозки. Тем самым повысить спрос на услуги компании в определенный период
Периодические		Заблаговременно вместе с рекламной компанией соответствующего массового мероприятия, под которое планируется организация мультимодальной перевозки	Повысить престиж компании в глазах потенциальных клиентов, заведомо сориентировать пассажиров на поездку по мультимодальному маршруту
Разовые	запланированные	Периодическая информация о возможности такой услуги	Довести до потенциальных партнеров информацию о возможности оказания такой услуги
	оперативные	Непосредственно в момент организации и осуществления перевозки	Дать пассажирам максимально полную информацию о правилах и условиях проезда

система также помогает четко сориентироваться в транспортно-пересадочном узле при совершении пересадок между поездами различных категорий и транспортными средствами других видов транспорта.

Железнодорожный транспорт осуществляет перевозки во всех видах сообщений. По российским железнодорожным дорогам курсируют поезда следующих категорий:

- внутригородские (МЦК) и пригородно-городские (МЦД);
- пригородные;
- скорые пригородные (спутники и экспрессы);
- поезда дальнего следования;
- скоростные поезда;
- высокоскоростные поезда;
- поезда международного сообщения.

С одного вокзального комплекса отправляются поезда сразу нескольких категорий, поэтому четкая и понятная система навигации играет важнейшую роль в обеспечении безопасного и комфортного передвижения пассажиров по территории транспортной инфраструктуры.

На сегодняшний день на территории зарубежных и российских вокзальных комплексов и транспортно-пересадочных узлов используют различные средства для навигации. В условиях постоянного ускорения ритма жизни, а также для соблюдения установленного времени пересадки при осуществлении мультимодальных пассажирских перевозок, необходимо обеспечить возможность быстрого ориентирования людей на транспортных объектах с целью обеспечения безопасности и комфорта.

Важно создать простую, понятную, удобную в использовании систему динамической навигации для транспортных объектов, которая позволит пассажирам быстро и точно сориентироваться, где будет находиться их вагон и вход в него. Поскольку пассажир перемещается по платформе и подсознательно смотрит в ту сторону, где будет поезд, то логично разместить информацию с этой стороны, чтобы пассажир мог идти и видеть искомую информацию.

Можно рассмотреть несколько вариантов. Например, можно вмонтировать в край платформы (на уровне размещения полосы безопасности) светодиодные огни (как это делается в метро), но разноцветные и зажигать огни определенного цвета для каждой категории поезда с обозначением места нахождения дверей. Однако эта система будет сложна в обслуживании, неудобна при снегопаде, световые огни будут загрязняться из-за чего цвет их будет плохо различим.

Поэтому наиболее перспективна подсветка платформ сверху, проецирование информации на платформу с лампами, которые будут расположены под навесом, накрывающим платформу сверху. При этом информация не должна приводить к тому, что пассажир будет останавливаться, чтобы прочитать ее и не загородить. На платформах есть линии безопасности с краю платформы, где запрещено нахождение пассажиров до посадки. Ограничительная линия (линия безопасности) должна находиться на платформу не менее чем на расстоянии 0,75 м от ее края. Это достаточное место для размещения навигационной информации.

Целесообразно рассмотреть создание светового модуля, который будет проецировать разноцветную информацию о приближающемся поезде на край платформы, находящийся за линией безопасности. Тем самым повысится безопасность нахождения пассажиров на железнодорожном транспорте не только благодаря четкой навигации, но и благодаря тому, что пассажиры не будут заходить на «информационную полосу». В перспективе необходимо рассмотреть возможность применения световой навигации на всей территории транспортно-пересадочного узла, в том числе для обозначения направлений движения пассажиро-

потоков, а также включение блока управления световой навигацией в единую автоматизированную систему [3, 4].

Информационное обслуживание пассажиров на объектах железнодорожного транспорта при реализации мультимодальных пассажирских перевозок имеет важную роль, которая заключается не только в обеспечении качества обслуживания пассажиров, но и в повышении их безопасности. Моделирование пассажиропотоков в транспортно-пересадочных узлах [5, 6] также можно будет выполнять с учетом применения динамической световой навигационной системы.

#### Литература:

1. Копылова, Е. В. Особенности и принципы развития пассажирских транспортных систем / Е. В. Копылова // Кочневские чтения — 2023: современная теория и практика эксплуатационной работы железных дорог: труды II-й Международной научно-практической конференции, Москва, 19–20 апреля 2023 года. — Москва: Российский университет транспорта (МИИТ), 2023. — С. 345–350. — EDN BWOEXF.
2. Копылова, Е. В. Методические подходы к оценке влияния требований пассажиров к качеству транспортного обслуживания на технологию работы железнодорожного транспорта / Е. В. Копылова, М. А. Туманов // Транспортное дело России. — 2018. — № 4. — С. 178–181. — EDN XWTSFN.
3. Сидоренко, В. Г. Проблемы и перспективы создания интеллектуальных систем управления технологическими процессами на линейных объектах пассажирского комплекса железнодорожного транспорта / В. Г. Сидоренко, Е. В. Копылова, М. А. Туманов // Наука и техника транспорта. — 2023. — № 4. — С. 95–100. — EDN YNESPV.
4. Опыт и перспективы автоматизации управления перевозочным процессом скоростного транспорта городских агломераций / В. Г. Сидоренко, Е. В. Копылова, А. И. Сафонов, М. А. Туманов // Автоматика на транспорте. — 2023. — Т. 9, № 1. — С. 33–48. — DOI 10.20295/2412-9186-2023-9-01-33-48. — EDN ZIYEID.
5. Вакуленко, С. П. Моделирование пассажиропотоков в ТПУ / С. П. Вакуленко, В. В. Доенин, Н. Ю. Евреенова // Мир транспорта. — 2014. — Т. 12, № 4(53). — С. 124–131. — EDN SKXFJT.
6. Евреенова, Н. Ю. Применение имитационного моделирования при управлении работой транспортно-пересадочного узла / Н. Ю. Евреенова // Наука и техника транспорта. — 2020. — № 2. — С. 8–12. — EDN FTBYCD.

# АРХИТЕКТУРА, ДИЗАЙН И СТРОИТЕЛЬСТВО

## Генезис концепции доступной среды в мировой архитектуре

Абдигалиева Нуриля Ержанкызы, студент магистратуры

Научный руководитель: Есенов Хвайдолла Ишанович, кандидат архитектуры, ассоциированный профессор  
Казахский национальный исследовательский технический университет имени К. И. Сатпаева (Satbayev University) (г. Алматы, Казахстан)

*В статье рассматривается процесс формирования концепции доступной (безбарьерной) среды в мировой архитектуре во второй половине XX — начале XXI века. Анализируются социальные, нормативно-правовые и проектные предпосылки возникновения доступной архитектуры, а также вклад отдельных стран и архитекторов в развитие принципов универсального и инклюзивного дизайна. Особое внимание уделяется становлению международных стандартов и их влиянию на современную архитектурно-градостроительную практику.*

**Ключевые слова:** доступная среда, универсальный дизайн, инклюзивная архитектура, безбарьерная среда, архитектурные стандарты.

Исторические шаги к доступной архитектуре сопровождались эволюцией мировоззрения архитекторов и общества. Традиционно модернистская архитектура середины XX века опиралась на образ среднестатистического пользователя. Например, изобретенная Ле Корбюзье в 1940-е гг. знаменитая система пропорционирования «модулор» базировалась на идеальных пропорциях здорового мужчины, не учитывая разнообразия пользователей. В результате города и здания десятилетиями создавались с барьерами — лестницами без альтернатив, узкими дверными проёмами, отсутствием лифтов — в предположении, что все посетители способны преодолеть эти препятствия. Идея создания доступной среды — архитектуры, учитывающей потребности людей с ограниченными возможностями — начала формироваться во второй половине XX века. После Второй мировой войны появились первые инициативы по устранению архитектурных барьеров. США, Великобритания, страны Скандинавии и Япония формировали первые стандарты и практики безбарьерной архитектуры.

В США протесты за доступ к университетам, общественному транспорту, работе заставили архитекторов искать новые решения. Стало ясно, что адаптация среды полезна не только инвалидам, но и всем остальным: пандусами пользуются родители с колясками, лифт облегчает жизнь пожилым, контрастные тактильные указатели помогают невнимательным прохожим. Таким образом, в обществе закрепилась мысль: доступность среды повышает комфорт и безопасность для каждого. Однако практическое влияние ранних стандартов было ограниченным: по данным национального отчёта США Design for All

Americans (1968), лишь около трети архитекторов знали об стандарте A117.1 и почти никто не применял его из-за недостатка понятных примеров и отсутствия требований в строительных нормах. Эта ситуация стимулировала законодательные шаги. Американский архитектор Рональд Мейс, сам использовавший инвалидную коляску, популяризовал понятие «универсальный дизайн» (рис. 1). В 1980-е гг. он добился внедрения требований доступности среды в строительные нормы штата Северная Каролина, что стало образцом для других регионов.

Развивая тему, британский архитектор Сельвин Голдсмит провёл новаторские исследования: опросив сотни инвалидов-колясочников, он выпустил книгу Designing for the Disabled (1963), ставшую настольной для многих проектировщиков. В 1967 г. в городе Норидже по его проекту устроили первые в Великобритании съезды с тротуарами для инвалидных колясок (15 пониженных бордюров на улицах города). Это решение быстро распространилось по всему миру, став обычным элементом городского благоустройства. Так, в Великобритании появился закон «О хронически больных и инвалидах» (Chronically Sick and Disabled Persons Act, 1970), где впервые в мировой законодательной практике признавалась необходимость обеспечения доступа инвалидов в построенную среду. Этот закон требовал, насколько практически возможно, оборудовать публичные здания удобствами для посетителей-инвалидов (пандусы, специальные туалеты, парковки и т. п.). К концу века в Великобритании утвердилось понятие инклюзивного дизайна, а в 1995 г. был принят закон «О дискриминации инвалидов» (Disability Discrimination Act), сделавший недоступность услуг противоправной.

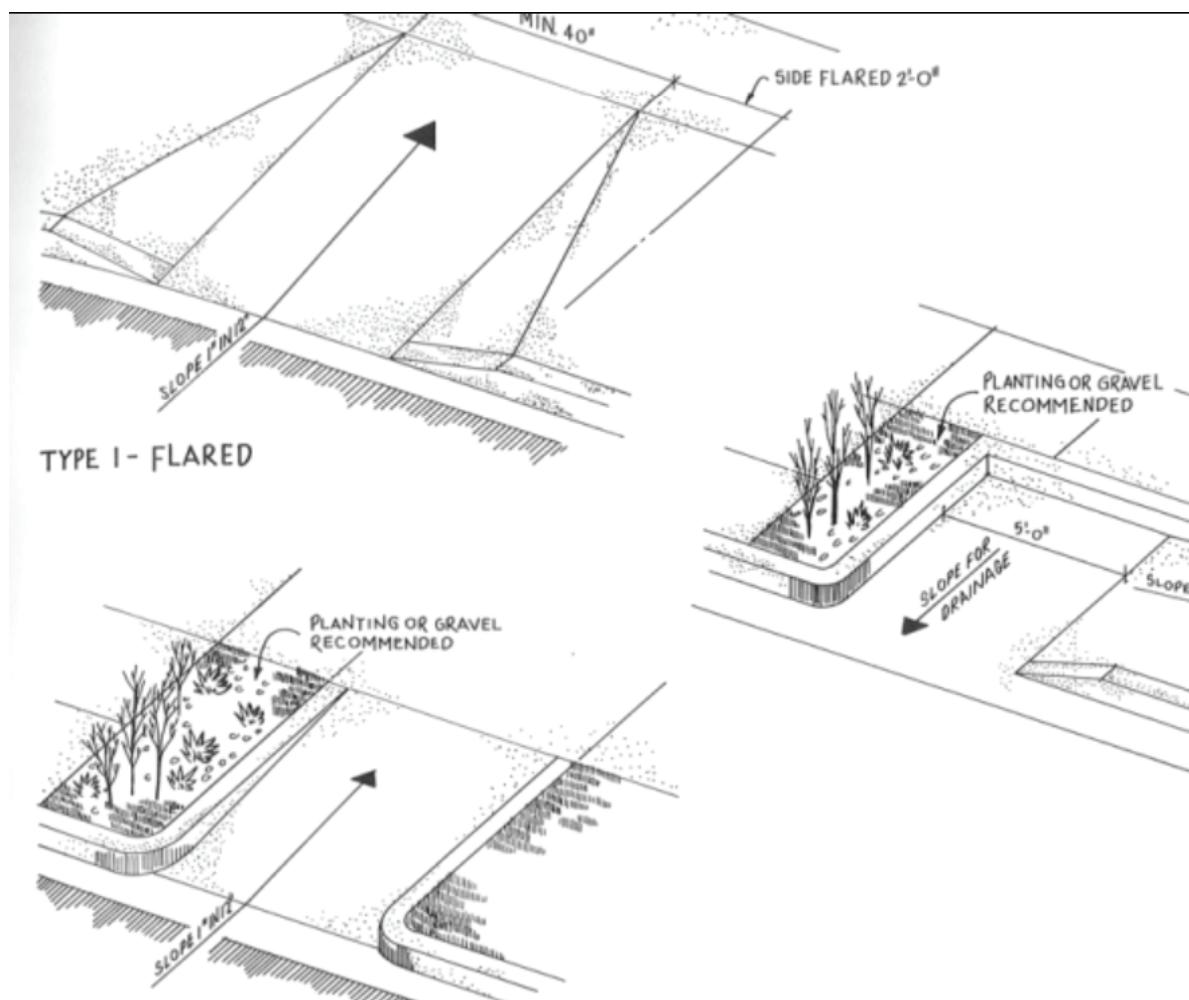


Рис. 1. Рональд Л. Мейс, «Бордюры», рисунок. На линейных рисунках показаны три различных среза бордюра: расширяющийся с центральным наклоном и двумя скошенными краями; радиусный (помеченный как предпочтительный) с четко очерченным бордюром рядом со склоном, подчеркнутым посадкой или гравием; и параллельный с рампой, параллельной улице и посадке с одной стороны. Взято из иллюстрированного справочника Рональда Л. Майса по разделу строительных норм штата Северная Каролина для инвалидов (Роли, Северная Каролина, Департамент страхования Северной Каролины, Специальное управление по делам инвалидов, 1974)

Эти наработки привели к появлению современного стандарта BS 8300, опубликованного в 2001 г., в котором были обобщены принципы проектирования доступной и инклюзивной среды.

Скандинавские страны (Швеция, Дания, Норвегия, Финляндия) стали первыми, интегрировавшими принципы доступности среды в политику градостроительства и социального обеспечения. Акцент сместился от индивидуальной адаптации к системным решениям в рамках государства всеобщего благосостояния. Швеция уже в 1960-е гг. провела ревизию строительных норм: поправки к Строительному акту (1967) ввели требования по обеспечению минимальных габаритов для манёвра инвалидной коляски в жилых и общественных зданиях. Государство субсидировало переоборудование квартир (ванных комнат, кухонь) для инвалидов начиная с 1959 г., что стимулировало промышленность выпускать специальные приспособления. Показателен шведский проект Fokus: после телерепортажа о тяжёлых условиях жизни инва-

лидов (1964) был устроен конкурс проектов безбарьерного жилья, по итогам которого к 1970 г. было построено 14 жилых комплексов Fokus — ранний пример инклюзивного жилища. Дания одной из первых приняла принцип нормализации (закон 1959 г. «О правах умственно отсталых на настолько нормальную жизнь, насколько возможно»). Хотя он касался больше социальных услуг, последствия сказались и на архитектуре: стали создаваться небольшие «групповые дома» взамен крупных интернатов, общественные пространства адаптировались для разных пользователей. Норвегия в 1970-е гг. также приняла нормы по обеспечению доступности среды при строительстве, хотя внедрение шло постепенно.

Страна восходящего солнца вступила на путь формирования доступной архитектуры несколько позднее, но сделала это стремительно и планомерно. Толчком послужили демографические тенденции (старение нации) и возросшая активность организаций инвалидов в 1980-е гг. Первые нововведения в Японии связаны с именем изо-

бретателя Сэйти Миякэ, по проекту которого в Японии были реализованы тактильные указатели на тротуарах. В 1965-м Миякэ разработал систему рельефной плитки для помощи незрячим; позже, в 1967 г., в Окаяме возле школы для слепых была установлена первая тактильная плитка Tenji blocks. Ярко-жёлтые плитки с выпуклыми точками и полосами быстро доказали эффективность, и к 1985 г. их использование стало обязательным по всей Японии (рис. 2). Это изобретение впоследствии было стандартизировано на международном уровне и встречается сегодня на улицах многих городов мира. Закон 2000 г. «О транспорте без барьера» расширил требования к комплексному планированию городов. Согласно этому закону маршрут человека от дома до места назначения должен быть непрерывно доступным (низкопольные автобусы, лифты на станциях, звуковые светофоры, бордюры без перепадов высот). В результате к началу 2000-х гг. Япония стала одним из мировых лидеров по оснащению инфраструктуры для людей с инвалидностью.

*Рис. 2. Тактильная плитка на станции метро Токио.* На фото видны ярко-жёлтые полосы тактильной плитки на полу, ведущие от платформы к выходу и лифту. Такие элементы установлены на всех основных станциях, что помогает людям с нарушениями зрения безопасно ориентироваться в пространстве

Если говорить о формировании доступной среды в мировой архитектуре, стоит упомянуть Советский Союз, где **доступная среда формировалась крайне медленно и фрагментарно**.

На протяжении большей части советского периода архитектурные и градостроительные планы **не учитывали потребностей людей с инвалидностью**. Несмотря на значительное число инвалидов, особенно после войн, применялась модель **социальной изоляции**, а не интеграции: специализированные интернаты, закрытые учреждения, ограниченное участие инвалидов в общественной жизни. Массовая застройка (жилые дома, общественные здания, транспортная инфраструктура) проектировалась без применения безбарьерных решений.

**Первые шаги** в этом направлении были сделаны лишь в конце 1980-х гг. под влиянием международных инициатив ООН и внутренней политики перестройки. В этот период были разработаны **первые нормативные документы**, регламентирующие доступность общественных зданий и городской среды для инвалидов (Инструкция Госстроя СССР, 1988), а также внесены соответствующие положения в **СНиП 1989 г.**

Формирование концепции доступной среды в архитектуре было закреплено рядом ключевых нормативно-правовых актов и стандартов. Перечислим основные из них с указанием их значения:

1. Americans with Disabilities Act (ADA) — «Закон об американцах с ограниченными возможностями» (1990). Поворотный федеральный закон США о гражданских правах, который гарантировал людям с инвалидностью

равный доступ к общественным местам, зданиям, услугам и рабочим местам. ADA ввёл обязательность устранения барьеров во всех новых и по возможности существующих объектах, открытых для публики. В развитие ADA были опубликованы подробные стандарты (ADA Standards for Accessible Design), которые охватывали требования к элементам зданий от пандусов (уголок 1:12 и поручни на высоте около 91 см, как предусматривалось ещё в плане Лоувелл) до лифтов и сигнализации. ADA послужил моделью для аналогичных законов в других странах и продемонстрировал, что вопрос доступности среды — это вопрос равноправия и недопустимости дискриминации.

2. British Standards BS 8300 — «Доступность и инклюзивность построенной среды — Код практики». Этот британский стандарт, впервые изданный в 2001 г., стал одним из первых комплексных национальных стандартов, охватывающих все аспекты проектирования доступной среды. BS 8300 заменил устаревший BS 5810:1979, обобщил опыт предыдущих кодексов и привёл требования к доступности среды в соответствие с европейскими нормами. Стандарт описывает решения для доступности входов, путей движения, вертикального транспорта, санитарных узлов, парковок, средств информации и коммуникации, фактически создавая руководство для архитекторов и строителей по реализации принципов Design for All на практике. Несмотря на то что BS 8300 носит рекомендательный характер, он широко применяется при проектировании в Великобритании и повлиял на разработку европейских норм.

3. ISO 21542 — Международный стандарт «Строительство зданий — Доступность и удобство использования построенной среды». Принятие этого стандарта Международной организацией по стандартизации (ISO) в 2011 г. стало важным шагом к унификации требований доступности среды по всему миру. ISO 21542:2011 объединил накопленный опыт различных стран (он пришёл на смену более раннему техническому ISO TR 9527:1994) и установил единые международные критерии: ширины дверей и коридоров, уклоны пандусов, размеры санитарных помещений, требования к освещению, звуковым и тактильным элементам и пр. Цель стандарта — обеспечить проектирование зданий таким образом, чтобы ими могли пользоваться все категории населения, включая людей с инвалидностью, пожилых, детей, беременных женщин и др. ISO 21542 имеет рекомендательный характер, но служит основой для национальных норм во многих странах, особенно там, где отсутствуют собственные детальные стандарты. Фактически он предлагает универсальный язык для архитекторов в теме доступности среды, способствуя глобальному распространению лучших практик.

Следует отметить, что кроме перечисленных были и другие важные документы (например, европейский стандарт EN Standard 81-70 для лифтов, национальные строительные кодексы разных стран, технические инструкции и пр.). Однако именно указанные акты и стандарты сыграли определяющую роль в закреплении кон-

цепции доступной среды: от национальных законов (как ADA) до глобальных соглашений (CRPD — Convention on the Rights of Persons with Disabilities (Конвенция ООН о правах инвалидов)). Они заложили основу, на которой сегодня строятся современные нормы универсальной доступности среды.

Теоретические и нормативные изменения сопровождались конкретными проектными решениями «в поле» — первыми реализованными примерами доступной архитектуры и дизайна городской среды. В период 1960–1990-х гг. по всему миру были воплощены пилотные проекты, продемонстрировавшие новые подходы. Приведём несколько характерных примеров этих первых шагов:

— пандусы и съезды с тротуаров в городах. Одним из символов безбарьерной среды стал пологий съезд с тротуара на проезжую часть (англ. curb cut). Первые экспериментальные съезды появились в США ещё в конце 1940-х гг. в некоторых городах для ветеранов, а в 1960-х гг. эта идея получила научное обоснование. В Великобритании архитектор Селвин Голдсмит внедрил пониженные бордюры: в 1967 г. в городе Норидже были установлены 15 опущенных бордюров на переходах, опробованных группой из 284 колясочников. Этот простой элемент — наклонный пандус вместо бордюра — мгновенно доказал свою ценность не только для инвалидов-колясочников, но и для родителей с колясками, пожилых людей, доставщиками грузов. Сегодня подобные съезды являются стандартом во всех современных городах, но началось всё с тех пилотных проектов 1960-х гг.;

— тактильные указатели для слабовидящих. Для обеспечения незрячим доступности среды были придуманы особые архитектурные решения. Знаковый пример — тактильная плитка с рифлением, изобретённая в Японии. Первые тактильные дорожки из жёлтой плитки с выпуклыми точками и полосами уложили в 1967 г. возле школы для слепых в Окаяме (Япония). Эта плитка (Tetji blocks) позволяла тростью или ногами ощутить границу тротуара и опасные места (переходы, лестницы). В течение 1970–80-х гг. тактильные покрытия распространились по всей Японии (с 1985 г. они стали обязательными на железнодорожных станциях), а затем и по миру: их можно видеть и на улицах европейских городов, и в метро Нью-Йорка. Из локального новшества они превратились в неотъемлемую часть универсального дизайна городской среды;

— доступное жильё и общественные здания. В ряде стран появились образцовые здания, спроектированные с учётом безбарьерности. Например, в Швеции в 1960-е гг. были построены дома Fokus — экспериментальные многоквартирные здания, где предусматривались широкие лифты, отсутствие порогов, удобные планировки квартир для колясочников. Эти комплексы стали для архитекторов учебным примером адаптации жилья для нужд разных групп населения. В США университетские кампусы начали трансформироваться в 1970-е гг., а самым первым был Университет Иллинойса, где под руководством Тимоти Нажента ещё в 1950-х гг. внедрили доступные об-

щежития и систему кампусных автобусных перевозок для студентов-инвалидов. К 1970-м гг. там появились первые пандусы и лифты в учебных корпусах, в спортивных залах появилось адаптированное оборудование (расширенные проходы, специальные тренажеры, доступные раздевалки) — фактически Иллинойс стал первым безбарьерным кампусом, что вдохновило другие вузы в США. В 1980-е гг. аналогичные преобразования затронули общественные здания: например, музеи и библиотеки начали оснащаться пандусами и подъёмниками (в качестве одного из первых крупных примеров можно назвать Смитсоновский институт в Вашингтоне, адаптированный в 1980-х гг.);

— транспорт и улицы. В 1970-х гг. в США и Канаде начали экспериментировать с низкопольными автобусами и подъёмниками для колясок в обычных автобусах. В 1978 г. в городе Сан-Бернардино (Калифорния) запущена первая регулярная автобусная линия с лифтом для колясок. В Европе скандинавские города одними из первых оборудовали автобусы автоматическими пандусами (Швеция, начало 1980-х гг.). Первый низкопольный трамвай был разработан в Гётеборге (Швеция) в 1984 г., что позволило отказаться от лестниц при входе. Также во многих городах уже к концу 1980-х гг. стали появляться звуковые светофоры для незрячих и специальные парковочные места для водителей-инвалидов — всё это тоже первые примеры решений, ныне считающихся обязательными.

Перечисленные примеры демонстрируют, как новые идеи воплощались в конкретные объекты, постепенно преображая города. Если в начале 1960-х гг. безбарьерные элементы выглядели редким исключением, то к 1990-м гг. они стали всё более привычными. Архитекторы и инженеры того времени накопили первый опыт, появились каталоги типовых решений: пандусы с определённым уклоном, лифты с расширенной кабиной, специальная сантехника (например, унитазы и раковины подходящей высоты и с поручнями), тактильные схемы помещений, контрастная маркировка ступеней и пр. Так, британский архитектор Селвин Голдсмит после экспериментов 1960-х гг. к 1980-м гг. подготовил новые издания *Designing for the Disabled — The New Paradigm* (1983) и *Universal Design* (2000), в которых обобщил современные подходы. Подобные труды стали доказательством того, что практика уже догнала теорию: первые реализованные проекты показали осуществимость инклюзивной архитектуры.

На этой базе в последующие десятилетия появились ключевые нормативы: американский ADA (1990), британский стандарт BS 8300 (2001), международный ISO 21542 (2011) и Конвенция ООН о правах инвалидов (CRPD, 2006). Эти акты не только унифицировали технические требования, но и изменили профессиональное сознание архитекторов. В результате концепция универсального дизайна утвердилась как новый стандарт, трактуя доступность среды как естественное свойство любого здания. Архитекторы во всём мире приняли идеологию дизайна

для всех, исключающую дискриминацию каких-либо групп пользователей. Таким образом, первые безбарьерные инициативы, подкреплённые международными

нормами, преобразили архитектурную практику, внедрив ценности доступной среды в число основополагающих критериев качества дизайна.

#### Литература:

1. Convention on the Rights of Persons with Disabilities: United Nations, 2006.
2. Americans with Disabilities Act of 1990 (ADA). Public Law 101–336.
3. ISO 21542:2011. Building construction — Accessibility and usability of the built environment.
4. BS 8300:2001. Design of buildings and their approaches to meet the needs of disabled people. Code of practice.
5. Goldsmith S. Designing for the Disabled. London: RIBA, 1963.
6. Goldsmith S. Universal Design. Oxford: Architectural Press, 2000.
7. Andersson J. Improved Swedish Accessibility Policy // Architecture Research. 2016.
8. Ministry of Land, Infrastructure and Transport of Japan. General Principles of Universal Design Policy. Tokyo, 2006.
9. Калмет Х. Ю. Жилая среда для инвалида. — Москва : Стройиздат, 1990. — 128 с.
10. СНиП 2.07.01–89\*. Градостроительство. Планировка и застройка городских и сельских поселений. — URL: <https://meganorm.ru/Data2/1/4294854/4294854799.pdf>

## Формирование архитектурной идентичности исторического центра Курска через развитие прибрежных территорий

Бондарева Снежана Витальевна, студент  
Воронежский государственный университет

Научный руководитель: Болкунова Наталья Николаевна, доктор экономических наук, профессор;

Научный руководитель: Заплавная Александра Эдуардовна, ассистент  
Воронежский государственный технический университет

*В статье исследуется значение прибрежной территории р. Тускарь для формирования архитектурного облика и городской идентичности исторического центра г. Курска.*

**Ключевые слова:** архитектурная идентичность, исторический центр, прибрежные территории, градостроительное развитие, ландшафтная интеграция, городская среда, реконструкция, общественные пространства.

**Ф**ормирование архитектурной идентичности исторических городов является одной из ключевых задач современного градостроительного развития. В условиях стандартизации архитектурных решений и унификации пространственной среды актуализируется необходимость сохранения индивидуальных черт городского облика, связанных с историко-культурным наследием и природно-ландшафтными особенностями территории.

Особое место в этом контексте занимают прибрежные зоны, которые на протяжении веков определяли пространственную структуру и композиционную организацию российских городов. Они формировали направление роста поселений, их функциональную и визуальную структуру, служили связующим звеном между природным и урбанизированным пространством. Однако в последние десятилетия прибрежные территории во многих исторических центрах утратили своё значение как структурообразующий элемент города. Отсутствие системного подхода к их развитию приводит к деградации ландшафта, фрагментации общественных пространств и снижению архитектурной выразительности среды.

Исторический центр г. Курска иллюстрирует эту проблему наиболее наглядно. Река Тускарь, ставшая основой его первоначального планировочного каркаса, на протяжении XX в. утратила пространственную и визуальную связь с городской тканью. В результате прибрежные участки оказались функционально неосвоенными, а набережные — лишёнными архитектурной цельности и градостроительной значимости. При этом территория обладает значительным потенциалом для реорганизации, включающим возможность восстановления исторических связей, раскрытия природного ландшафта и формирования новых общественных пространств в структуре центра города.

Современные подходы к реконструкции и благоустройству прибрежных территорий основаны на принципах контекстуального проектирования, обеспечивающего баланс между сохранением историко-культурного наследия и внедрением современных функций. Мировая и отечественная практика демонстрируют успешные примеры интеграции рекреационных, культурных и транспортных функций в структуру набережных, что способствует по-

вышению качества городской среды и укреплению архитектурной идентичности. Однако для г. Курска такие подходы пока не получили целостной реализации, что определяет необходимость научного осмыслиения потенциала и механизмов развития его прибрежных зон.

Итак, исследование ориентировано на формирование научно обоснованных подходов к развитию прибрежных пространств, обеспечивающих целостность архитектурного облика и повышение качества городской среды в контексте устойчивого развития исторического центра.

История формирования г. Курска тесно связана с прибрежными территориями, которые на протяжении столетий определяли не только защитные и хозяйствственные функции, но и направление развития городской структуры. Как отмечают исследователи русских городов, водотоки являлись естественными осями планировочной структуры, вокруг которых формировались первые поселения и торговые линии [1; 2]. Пойма р. Тускарь выполняла сразу несколько ключевых функций: служила естественной преградой, участвовала в оборонной системе, обеспечивала ремесленную деятельность и внутреннюю торговлю, а также формировала визуальные доминанты городской среды. Ранняя структура г. Курска была ориентирована именно на реку: многочисленные спуски к воде, мельницы, пристани, ремесленные слободы создавали плотную функциональную насыщенность берега и обеспечивали устойчивость городской жизни. Водные пространства формируют «образ города», являясь опорными точками ментальной карты [4], и именно поэтому река выступала важнейшим элементом идентичности исторического центра. Однако в XX в. произошла постепенная потеря значимости реки в городской ткани. Индустриализация, изменение характера землепользования, пространственная фрагментация и развитие транспортной инфраструктуры привели к тому, что прибрежная зона оказалась исключена из повседневного использования и утратила прямой контакт с городской жизнью.

Таким образом, современные проблемы р. Тускарь не являются локальными, они вписываются в общую модель трансформации водных пространств индустриальных городов, что усиливает актуальность их реконструкции.

Современное состояние набережных г. Курска отражает ряд сложных пространственных и функциональных противоречий, значительно ослабляющих архитектурно-пространственную идентичность города. Одной из ключевых проблем является функциональная разобщённость: территория представляет собой совокупность разрозненных участков, не связанных между собой ни маршрутом, ни единым сценарием использования [7]. Такая фрагментарность приводит к отсутствию непрерывного пешеходного каркаса, что противоречит современным принципам организации общественных пространств [8].

Доступ к воде также существенно ограничен. Во многих местах береговая линия перекрыта крутыми откосами, хозяйственными площадками или заброшенными территориями, что нарушает одно из базовых требований

к качественным прибрежным пространствам — открытость и непосредственный контакт горожан с рекой [9]. Международные стандарты подчеркивают, что доступность является определяющим параметром успешности таких территорий [10].

Визуальная структура набережной также нарушена. Исторические перспективы, виды на культовые здания и доминанты центра сегодня частично или полностью перекрыты, что снижает визуальную читаемость территории и ослабляет её идентичность, а утрата визуальных коридоров приводит к разрушению воспринимаемой структуры города [4]. Существенной проблемой остаётся деградация природных зон, отсутствие благоустройства и экологической инфраструктуры. Исследования качества городской среды российских исторических центров подтверждают, что неухоженные природные элементы создают ощущение заброшенности и препятствуют формированию рекреационной активности [7]. Всё это свидетельствует о необходимости системной реконструкции, ориентированной не только на благоустройство, но и на восстановление смыслового значения набережной.

Учитывая особенности прибрежной зоны р. Тускарь, наиболее эффективными представляются методы, основанные на идеях контекстуальности и ландшафтной интеграции. Принцип контекстуальности предполагает адаптацию новых пространственных решений к исторической структуре центра, учёт существующих визуальных осей, доминант и характерных форм городской застройки [3; 6]. Такой подход позволяет сохранить преемственность архитектурных образов и укрепить идентичность территории.

Метод ландшафтной интеграции направлен на экологическую стабилизацию береговой линии и создание многоуровневых пространств, что особенно важно для территории с выраженными перепадами рельефа.

Особое значение имеет преемственность архитектурных форм и материалов. Использование мотивов традиционной застройки исторического г. Курска, природных материалов и мягких линий формирования откосов позволяет сформировать гармоничное соединение исторической и современной архитектуры.

Исходя из анализа, ключевым направлением развития является создание непрерывного пешеходного маршрута вдоль всей прибрежной зоны, что обеспечит целостность пространства и вовлечённость его в структуру города. Важным элементом является восстановление визуальных связей между рекой и историческим центром, открытие видов на храмовые комплексы и исторические кварталы, что позволит вернуть территории её прежнее градостроительное значение [4].

Интеграция природного каркаса, создание зелёных коридоров и экологических троп обеспечат устойчивость территории и улучшат качество городской среды, что соответствует принципам устойчивого развития. Событийные площадки, временные павильоны и элементы городской культуры должны быть распределены точно, чтобы создавать ритм и разнообразие, но при этом со-

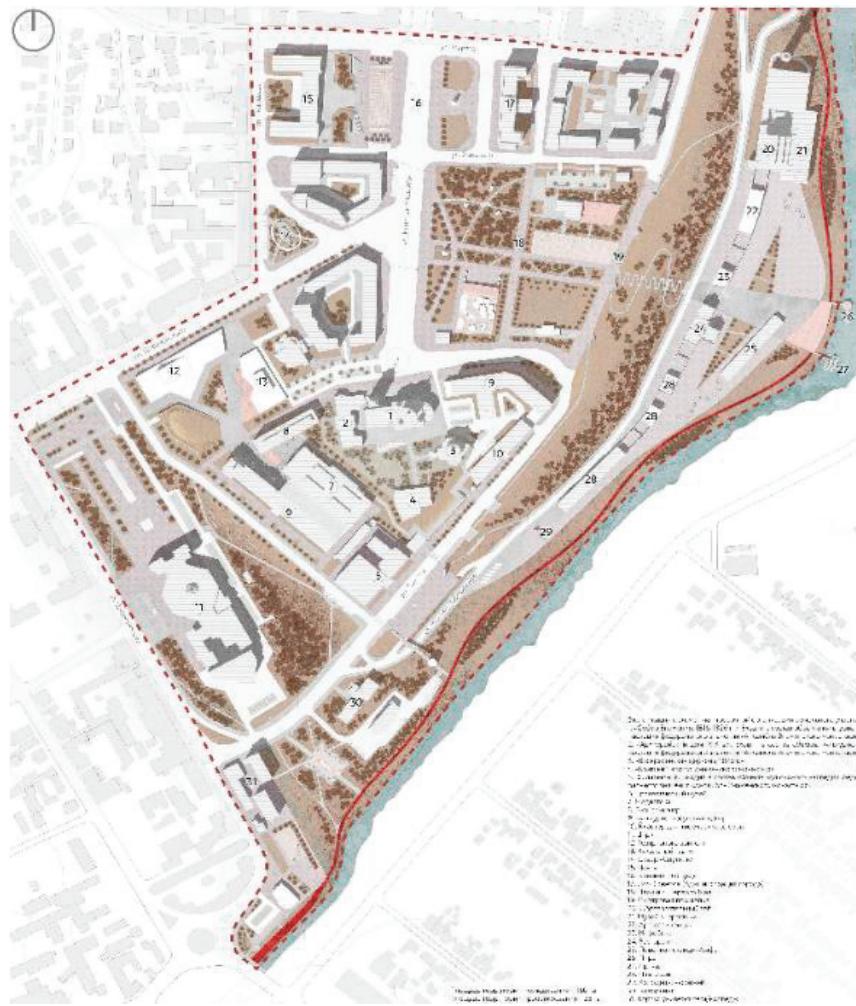


Рис. 1. Концептуальная модель развития набережной р. Тускарь в структуре исторического центра г. Курска

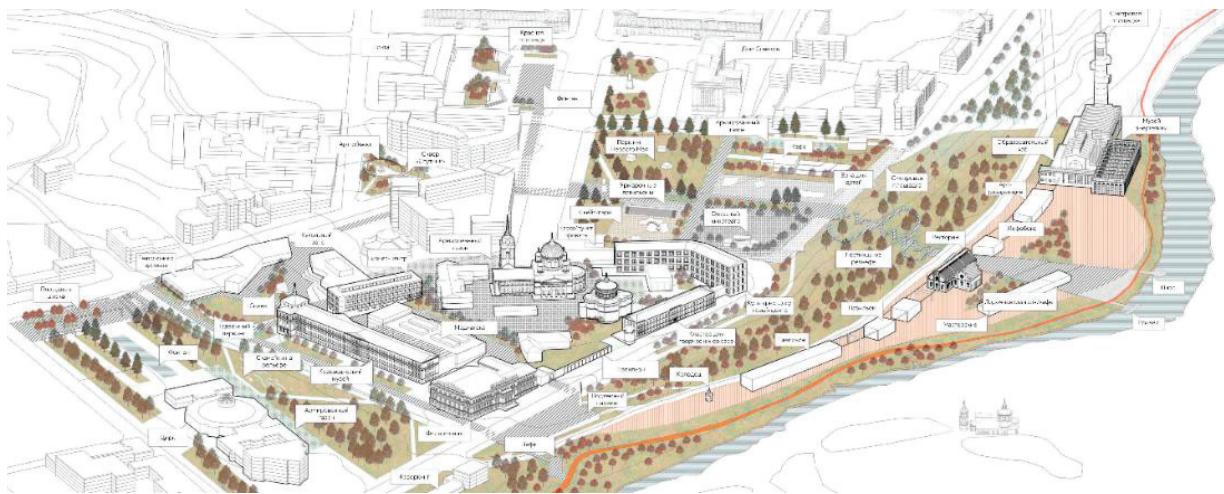


Рис. 2. Концептуальная модель развития набережной р. Тускарь в структуре исторического центра г. Курска

хранять исторический характер пространства. Единая система навигации и городской айдентики укрепит восприятие места и позволит сформировать узнаваемый архитектурный образ набережной.

Проведённое исследование подтвердило, что прибрежная зона р. Тускарь обладает значительным потен-

циалом для формирования архитектурно-пространственной идентичности исторического центра г. Курска. Восстановление пространственных связей, раскрытие визуальных коридоров, интеграция природного каркаса и внедрение принципов контекстуального проектирования могут существенно преобразить территорию, обес-

печив её функциональную насыщенность и устойчивость. Предложенные методы и концептуальные подходы со-здают основу для разработки комплексных градострои-

тельных проектов, способствующих развитию города в соответствии с современными мировыми тенденциями и местным историко-культурным контекстом.

#### Литература:

- Бунин А. В. Градостроительное развитие российских городов: история и теория. — М.: Архитектура-С, 2019. — 264 с.
- Френкель М. Л. Исторические структуры городов России. — СПб.: Европейский университет, 2021. — 312 с.
- Лежава И. Г. Территории вдоль воды: методология проектирования. — М.: НИУ ВШЭ, 2015. — 198 с.
- Lynch K. The Image of the City. — Cambridge: MIT Press, 1972. — 194 p.
- Trancik R. Finding Lost Space. — New York: Van Nostrand Reinhold, 1986. — 260 p.
- Carmona M. Public Places Urban Spaces. — London: Routledge, 2020. — 480 p.
- НИУ ВШЭ. Анализ качества городской среды исторических центров. — М., 2022. — 146 с.

## Архитектура власти: культурный проект Петра I как формирование имперской идентичности

Елохина Элина Эдуардовна, студент магистратуры

Московский государственный технический университет имени Н. Э. Баумана

Статья посвящена анализу петровских преобразований в сфере визуальных искусств как единого культурного проекта, направленного на создание новой имперской идентичности. На материале градостроительства Санкт-Петербурга, архитектуры «петровского барокко», скульптуры Б. К. Растрелли и садово-паркового искусства автор исследует механизмы формирования репрезентативной среды «регулярного» государства. Доказывается, что архитектура, пластика и ландшафтный дизайн выступали не разрозненно, а как взаимосвязанные компоненты целенаправленной программы, подчиненной задачам модернизации и легитимации новой политической модели. В результате был создан целостный символический язык власти, заложивший основы «петербургской России».

**Ключевые слова:** Петр I, петровское барокко, Санкт-Петербург, градостроительство, регулярная планировка, типовое строительство, Доменико Трезини, Бартоломео Растрелли, скульптура, садово-парковое искусство, имперская репрезентация, культурный проект.

Если на рубеже XVII-XVIII веков московская архитектура тяготела к нарядной декоративности «нарышкинского» стиля, то культурный проект Петра I потребовал принципиально иного визуального языка. Этот язык, известный как «петровское барокко», сознательно дистанцировался от византийских корней, ориентируясь на сдержанные и практичные образцы шведской, немецкой и голландской гражданской архитектуры.

Простота объемно-планировочных решений и плоскостная организация фасадов служили не эстетическому капризу, а выполнению утилитарной и идеологической задачи: создать функциональную среду для нового типа государства и нового типа подданного. Архитектура впервые была осмыслена как системный инструмент модернизации, что наиболее ярко проявилось в феномене Санкт-Петербурга.

Основанный в 1703 году как крепость и порт, Петербург с самого начала задумывался как антипод Москвы — регулярный, европейский, светский город. Его планировка, несмотря на видимое влияние лучевых систем Версаля, обладала уникальным своеобразием, подчи-

ненным логике местности и военно-административным нуждам.

Принципиальным нововведением стало размещение домов фасадами вдоль «красной линии» улиц, что кардинально меняло восприятие городского пространства, делая его публичным и упорядоченным, в противоположность традиционной русской застройке, скрытой за заборами внутри участков.

Эта мера, помимо эстетики, преследовала и практическую цель — противопожарную безопасность, демонстрируя характерный для Петра I синтез утилитаризма и нового образца.

Стремление к порядку и единообразию достигло апогея в практике типового строительства «по образцам», разработанным приглашенными архитекторами Доменико Трезини и Жан-Батистом Леблоном. Типовые проекты домов для «подлых», «зажиточных» и «именитых» граждан, выполненные из камня или в виде «мазанок», не только ускоряли застройку, но и визуально кодифицировали социальную иерархию, проецируя принцип «регулярства» на повседневный уклад городской жизни.

Интерьер также подвергся рационализации: впервые произошло функциональное зонирование пространства с выделением кабинетов и приемных, что знаменовало отход от патриархального уклада и внедрение новых светских форм общения [3].

Принцип проектирования внешнего облика и внутреннего убранства как единого целого окончательно утвердило архитектора в роли создателя комплексной художественной среды.

Утверждение этой новой роли архитектора закономерно повлекло за собой переосмысление смежных искусств. Созданная строгая и презентативная архитектурная среда настоятельно требовала адекватного пластического наполнения.

Скульптура, почти не развитая в допетровской Руси, была призвана прославить триумф обновленной нации и монархии.

Ключевой фигурой здесь стал флорентиец Бартоломео Карло Растрелли, приглашенный специально для «увековечивания славных деяний Петра». Воспитанный в традициях пафосного барокко Бернини, Растрелли привнес в Россию искусство героизированного портрета и монументальной аллегории.

Его работа с натуры привела к созданию знаменитого бюста «Петр I в парадном облачении» — произведения, где барочная экспрессия сочетается с беспрецедентным для русской традиции стремлением передать внутренний мир портретируемого: волевую собранность, проницательный и жесткий взгляд, сложный характер правителя-реформатора. Задуманный им конный монумент, хотя и не был завершен, задал вектор развития имперской монументальной пропаганды.

Этот вектор не ограничивался парадными монументами, но активно претворялся в жизнь в повседневном городском и дворцовом пространстве [2]. Множество других иностранных и отечественных резчиков и скульпторов работало над украшением дворцов, фонтанов и парков, создавая кариатиды, маски и орнаменты, которые превращали новую столицу в целостный художественный ансамбль, прославляющий мощь абсолютистской власти.

Не менее значимым компонентом этого ансамбля стало садово-парковое искусство, в котором личный интерес Петра I слился с задачей наглядной демонстрации мощи и престижа обновленного государства.

Эстетический выбор государя, сформированный путешествиями по Европе, склонялся не к пышному версаль-

скому классицизму, а к более строгой и рациональной голландской моде. Именно голландские садоводы — Ян Роозен и Леонард Ван Гарнихфельт — были приглашены разбивать сады Петербурга.

Петр I целенаправленно формировал обширную библиотеку планов и трактатов по садоводству, стремясь освоить лучшие европейские образцы. Однако их применение на русской почве носило не копировальный, а творчески-адаптивный характер.

Как демонстрируют сохранившиеся чертежи, заимствованные формы последовательно упрощались и рационализировались: усложненные линии приходили к большей четкости, а чрезмерный декор сокращался [1].

Даже в рамках типовых проектов загородных домов, разработанных Доменико Трезини, допускались вариации в оформлении, что обеспечивало сочетание единого стиля с необходимым разнообразием.

Таким образом, сад — будь то Летний в Петербурге или ансамбли Петергофа — превращался из простого украшения в идеализированную модель упорядоченной вселенной, подвластной воле монарха. Он становился важнейшим элементом новой светской культуры: пространством для просвещенного отдыха, дипломатических церемоний и, наконец, продолжением архитектурного ансамбля в природном ландшафте, завершая образ целостной и презентативной имперской среды [4].

Таким образом, преобразования в архитектуре, скульптуре и парковом искусстве при Петре I представляют собой не разрозненные явления, а стройные компоненты единой культурной программы.

Их суть заключалась в переходе от средневековой сакральности к светской презентативности, от спонтанности к «регулярству», от местной традиции к общеевропейскому контексту.

Архитектурный облик Санкт-Петербурга, пластика Растрелли и геометрия первых регулярных парков формировали новый символический язык, на котором власть говорила с подданными и внешним миром. Этот язык был инструментальным, подчиненным задачам государственного строительства, модернизации и легитимации новой имперской политической модели.

В результате был осуществлен радикальный сдвиг, созвавший видимую и осозаемую среду «петербургской России» — проекта, который, несмотря на всю свою грандиозность и новаторство, изначально нес в себе семя будущего культурного раскола между прозападной элитой и глубинной, традиционной Россией.

#### Литература:

1. Вергунов, А. П. Русские сады и парки / А. П. Вергунов, В. А. Горохов. — М.: Наука, 1988. — 418 с. — Текст: непосредственный.
2. Каган, М. С. Град Петров в истории русской культуры / М. С. Каган. — 2-е изд., перераб. и доп. — СПб.: Паритет, 2006. — 480 с. — Текст: непосредственный.
3. Лисовский, В. Г. Архитектура Петербурга три века истории / В. Г. Лисовский. — СПб.: Славия, 2004. — 415 с. — Текст: непосредственный.

4. Пятнов, П. В. Российские сады и парки: историко-культурный аспект / П. В. Пятнов. — Текст: электронный // CyberLeninka: [сайт]. — URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/rossiyskie-sady-i-parki-istoriko-kulturnyy-aspekt/viewer> (дата обращения: 21.01.2026).

## 3D-печать домов: преимущества и недостатки

Золотых Злата Андреевна, студент магистратуры  
Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет

*Технология 3D-печати в строительстве представляет собой одно из наиболее перспективных направлений развития строительной индустрии XXI века. Использование аддитивных методов позволяет автоматизировать процесс возведения зданий, сократить сроки строительства, уменьшить затраты материалов и повысить архитектурную гибкость. В то же время технология сталкивается с рядом технических, экономических, нормативных и социальных ограничений. В статье рассматриваются принципы 3D-печати домов, анализируются ее ключевые преимущества и недостатки, а также оцениваются перспективы внедрения данной технологии в массовое жилищное строительство.*

**Ключевые слова:** 3D-печать, аддитивные технологии, строительство, жилые дома, автоматизация, строительные материалы.

## 3D printing of houses: advantages and disadvantages

Zolotykh Zlata Andreevna, master's student  
Saint-Petersburg State University of Architecture and Civil Engineering (St. Petersburg)

*3D printing technology in construction is one of the most promising areas of development in the construction industry of the 21st century. The use of additive methods allows for the automation of the construction process, reducing construction time, materials costs, and increasing architectural flexibility. However, the technology faces several technical, economic, regulatory, and social limitations. This article explores the principles of 3D printing in construction, analyzing its key advantages and disadvantages, and assessing the potential for its implementation in mass housing construction.*

**Keywords:** 3D printing, additive technologies, construction, residential buildings, automation, building materials.

### Введение

Современная строительная отрасль характеризуется высокой ресурсоемкостью, значительными трудозатратами и сравнительно низкими темпами технологических инноваций по сравнению с другими секторами экономики. В условиях роста населения, урбанизации и необходимости устойчивого развития возрастаёт потребность в новых методах строительства, способных обеспечить быстрое, экономичное и экологически ответственное возведение жилья.

Одним из таких методов является 3D-печать зданий — технология, основанная на послойном создании строительных конструкций с использованием автоматизированных систем [1]. За последние годы 3D-печать домов перешла от экспериментальных прототипов к реальным объектам, что обуславливает актуальность научного анализа ее преимуществ и недостатков.

### Принципы и технологии 3D-печати в строительстве

3D-печать домов относится к аддитивным технологиям, при которых объект формируется путем последова-

тельного нанесения материала в соответствии с цифровой моделью. В строительстве наибольшее распространение получили следующие подходы:

1. Экструзионная печать бетоном — наиболее распространенный метод, при котором специальная бетонная смесь подается через сопло и укладывается слоями.
2. Модульная 3D-печать — элементы здания изготавливаются на заводе, а затем собираются на строительной площадке.
3. Комбинированные методы — сочетание 3D-печати несущих элементов с традиционными строительными технологиями.

В качестве материалов используются цементно-песчаные смеси, геополимеры, фибробетон и экспериментальные композиты с улучшенными реологическими и прочностными характеристиками.

### Преимущества и недостатки

К числу основных преимуществ 3D-печати домов относится значительное сокращение сроков строительства. Благодаря автоматизированному послойному нанесению строительного материала процесс возведения

несущих стен занимает от нескольких часов до нескольких дней, что в разы быстрее традиционных технологий. Это особенно актуально в условиях дефицита жилья, при ликвидации последствий стихийных бедствий или при строительстве в труднодоступных регионах. Высокая скорость строительства сочетается с уменьшением зависимости от человеческого фактора, поскольку основная часть работ выполняется строительным 3D-принтером, управляемым цифровой моделью. Это позволяет снизить количество ошибок, связанных с ручным трудом, и повысить точность соблюдения проектных параметров [2].

Еще одним существенным преимуществом является рациональное использование строительных материалов. Аддитивный принцип производства предполагает нанесение материала строго в заданных объемах, что приводит к снижению количества отходов по сравнению с традиционными методами строительства [3]. В результате уменьшаются как материальные затраты, так и негативное воздействие на окружающую среду. Экологический эффект также усиливается возможностью применения альтернативных и вторичных материалов, а также снижением выбросов углекислого газа за счет оптимизации логистики и сокращения строительных процессов.

3D-печать домов предоставляет широкие возможности для архитектурного проектирования. Технология позволяет легко реализовывать сложные геометрические формы, криволинейные поверхности и индивидуальные планировочные решения без значительного увеличения стоимости. Это делает возможным создание энергоэффективных зданий с оптимизированной формой ограждающих конструкций, а также расширяет потенциал индивидуального жилищного строительства. В долгосрочной перспективе данные особенности могут способствовать повышению доступности жилья и улучшению его качества.

Несмотря на значительный потенциал, технология 3D-печати домов имеет ряд существенных недостатков и ограничений. Одним из ключевых является ограниченный выбор строительных материалов. Большинство используемых сегодня смесей находятся на стадии экспериментального или ограниченного промышленного применения, а их долговечность и поведение в условиях длительной эксплуатации до конца не изучены. Это вызывает определенные сомнения в надежности напечатанных зданий, особенно при эксплуатации в сложных климатических условиях [4].

Серьезным препятствием для массового внедрения 3D-печати в строительстве остается высокая стоимость оборудования. Строительные 3D-принтеры и сопутствующие системы требуют значительных первоначальных инвестиций, что делает технологию экономически целесообразной преимущественно для крупных компаний или пилотных проектов. Кроме того, эксплуатация такого оборудования требует наличия квалифицированных

специалистов, обладающих знаниями в области цифрового проектирования, программирования и материаловедения.

Дополнительной проблемой является недостаточная развитость нормативно-правовой базы. Во многих странах строительные нормы и стандарты не учитывают специфику аддитивных технологий, что затрудняет процесс сертификации и официального ввода в эксплуатацию напечатанных зданий. Отсутствие единых регламентов снижает доверие со стороны застройщиков, инвесторов и конечных потребителей [5].

Также следует отметить ограничения технологии по этажности и типам возводимых зданий. На сегодняшний день большинство реализованных проектов представляет собой одноэтажные или малоэтажные постройки. Строительство многоэтажных домов с применением 3D-печати требует дополнительных инженерных решений, комбинирования с традиционными методами и использования армирующих элементов, что усложняет и удорожает процесс [6].

Таким образом, 3D-печать домов сочетает в себе значительные преимущества, связанные со скоростью, экономичностью и архитектурной свободой, и одновременно сталкивается с рядом технических, экономических и нормативных ограничений. Дальнейшее развитие технологии и ее широкое внедрение возможны лишь при условии комплексного решения существующих проблем и адаптации строительной отрасли к новым цифровым методам производства.

## Выводы

В ходе анализа технологии 3D-печати домов было установлено, что данный подход представляет собой перспективное направление развития современной строительной отрасли. Аддитивные технологии позволяют существенно сократить сроки строительства, оптимизировать использование материальных ресурсов и снизить зависимость от человеческого фактора, что в совокупности способствует повышению эффективности строительных процессов. Кроме того, 3D-печать расширяет архитектурные возможности проектирования и обладает потенциалом для снижения экологической нагрузки, что особенно важно в условиях устойчивого развития и цифровизации экономики.

В то же время выявлено, что широкое внедрение 3D-печати в жилищное строительство в настоящее время ограничено рядом факторов. К ним относятся недостаточная изученность долговечности применяемых материалов, высокая стоимость оборудования, а также несовершенство нормативно-правовой базы. Дополнительные сложности связаны с технологическими ограничениями по этажности зданий и необходимостью интеграции аддитивных методов с традиционными строительными технологиями.

Таким образом, 3D-печать домов не может рассматриваться как полная замена традиционного строительства на

современном этапе, однако она обладает значительным потенциалом в качестве альтернативного или вспомогательного метода. Дальнейшее развитие технологии требует проведения комплексных научных исследований, совер-

шенствования строительных стандартов и подготовки квалифицированных специалистов. При выполнении данных условий 3D-печать может занять важное место в системе инновационного и устойчивого строительства будущего.

Литература:

1. Неудахина, А. И. Роль технологий 3Д печати в жизни человека / А. И. Неудахина, Е. М. Давыдова // Молодёжь и современные Информационные технологии: Сборник трудов XII Международной научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых, Томск, 12–14 ноября 2014 года / Национальный исследовательский Томский политехнический университет. Том 2. — Томск: Национальный исследовательский Томский политехнический университет, 2014. — С. 181–182.
2. Шацкий, В. А. Инновация в 3Д-печати / В. А. Шацкий, Н. В. Картечина, С. О. Чиркин // Наука и Образование. — 2023. — Т. 6, № 1.
3. Дожделев, А. М. Особенности 3Д печати металлических изделий / А. М. Дожделев, А. Ю. Лаврентьев // Международный журнал гуманитарных и естественных наук. — 2021. — № 6–1(57). — С. 18–20. — DOI 10.24412/2500-1000-2021-6-1-18-20.
4. Хайретдинова, Н. Р. Отрицательная сторона использования 3Д печати в архитектуре / Н. Р. Хайретдинова, И. И. Шарипов // 3D технологии в решении научно-практических задач: Сборник статей Всероссийской научно-практической конференции, Красноярск, 28 мая 2024 года. — Красноярск: Сибирский государственный университет науки и технологий им. акад. М. Ф. Решетнева, 2024. — С. 221–222.
5. Власов, Д. А. 3Д-печать / Д. А. Власов // Моя профессиональная карьера. — 2025. — Т. 1, № 70. — С. 337–340.
6. Писарик, В. Ю. Обзор технологии 3Д-печати зданий: преимущества и недостатки / В. Ю. Писарик // Новое время — новые исследования: сборник статей III Международной научно-практической конференции, Петрозаводск, 04 апреля 2024 года. — Петрозаводск: Международный центр научного партнерства «Новая Наука» (ИП Ивановская И. И.), 2024. — С. 94–97.

## **Зелёная крыша: возможность создания сада на кровле многоквартирного дома**

Золотых Злата Андреевна, студент магистратуры  
Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет

В условиях современной урбанизации и дефицита озеленённых территорий всё большее внимание уделяется использованию кровель зданий в качестве дополнительных зелёных пространств. Концепция «зелёной крыши» предполагает размещение растительности на поверхности кровли с целью улучшения экологических, эксплуатационных и социальных характеристик здания. В статье рассматривается возможность создания сада на кровле многоквартирного дома, анализируются основные виды зелёных крыш, технические требования к их устройству, преимущества и ограничения, а также перспективы внедрения данной технологии в городской среде.

**Ключевые слова:** зелёная крыша, озеленение, многоквартирный дом, городская экология, устойчивое строительство.

## **Green roof: the opportunity to create a garden on the roof of a multiple-apartment building**

Zolotykh Zlata Andreevna, master's student  
Saint-Petersburg State University of Architecture and Civil Engineering (St. Petersburg)

*In the context of modern urbanization and the lack of green spaces, there is an increasing focus on using building roofs as additional green spaces. The concept of «green roofs» involves placing vegetation on the roof surface to improve the environmental, operational, and social characteristics of a building. This article explores the possibility of creating a garden on the roof of an apartment building, analyzing the main types of green roofs, the technical requirements for their implementation, the advantages and limitations, and the potential for implementing this technology in urban environments.*

**Keywords:** green roof, landscaping, apartment building, urban ecology, sustainable construction.

## Введение

Рост плотности застройки в крупных городах сопровождается сокращением зелёных зон, что негативно отражается на экологической обстановке и качестве жизни населения. В связи с этим возрастаёт интерес к альтернативным способам озеленения городской среды, одним из которых является устройство зелёных крыш. Использование кровли здания в качестве сада или рекреационного пространства позволяет эффективно задействовать ранее неиспользуемые площади [1].

Особую актуальность данная тема приобретает применительно к многоквартирным домам, где зелёная крыша может выполнять не только эстетическую, но и социальную функцию, становясь местом отдыха и общения жильцов. Однако реализация подобных проектов требует комплексного инженерного и нормативного обоснования.

Зелёная крыша представляет собой кровельную конструкцию, частично или полностью покрытую растительным слоем, размещённым на специально подготовленной системе слоёв. В зависимости от функционального назначения и конструктивных особенностей выделяют два основных типа зелёных крыш.

Экстенсивные зелёные крыши характеризуются малой толщиной субстрата и использованием неприхотливых растений, таких как мхи, седумы и злаки. Они не предназначены для активного использования людьми и выполняют преимущественно экологические и теплоизоляционные функции [2].

Интенсивные зелёные крыши предполагают более толстый слой грунта и возможность высадки кустарников, декоративных растений и даже небольших деревьев. Именно данный тип зелёных крыш позволяет создавать полноценные сады и зоны отдыха, однако требует более прочной несущей конструкции и регулярного ухода.

Создание сада на кровле многоквартирного дома возможно только при соблюдении ряда инженерных требований. В первую очередь необходимо учитывать несущую способность перекрытий, так как дополнительная нагрузка от грунта, растений, воды и людей может быть значительной. В большинстве случаев устройство интенсивной зелёной крыши возможно лишь при соответствующем проектировании здания либо после проведения усиления конструкций.

Важным элементом является многослойная структура зелёной крыши, включающая гидроизоляцию, корнезащитный слой, дренаж, фильтрующий слой и растительный субстрат. Нарушение технологии укладки хотя бы одного из слоёв может привести к протечкам, повреждению кровли и сокращению срока её эксплуатации [3].

Дополнительное значение имеет организация водоотведения и система полива, особенно в условиях жаркого климата. Также необходимо предусматривать меры без-

опасности, включая ограждения, противоскользящие покрытия и контролируемый доступ на крышу.

Устройство сада на кровле многоквартирного дома способствует улучшению экологической ситуации в городской среде. Растения поглощают углекислый газ, снижают уровень пыли и повышают влажность воздуха. Зелёная крыша также уменьшает эффект городского теплового острова, снижая нагрев здания в летний период.

С эксплуатационной точки зрения зелёная крыша улучшает тепло- и звукоизоляционные характеристики здания, а также защищает гидроизоляционный слой от ультрафиолетового излучения и резких температурных колебаний, что увеличивает срок службы кровли.

Социальное значение зелёной крыши заключается в создании дополнительного общественного пространства для жильцов. Сад на крыше может использоваться для отдыха, занятий спортом и неформального общения, что способствует повышению уровня комфорта проживания и формированию благоприятной социальной среды [4].

Несмотря на очевидные преимущества, создание сада на кровле многоквартирного дома сопряжено с рядом сложностей. Основными ограничениями являются высокая стоимость проектирования, строительства и последующего обслуживания зелёной крыши. Интенсивные зелёные крыши требуют регулярного ухода, полива и контроля состояния растений [4].

Существенным фактором являются также правовые и организационные аспекты. Кровля многоквартирного дома относится к общему имуществу, поэтому решение о её переустройстве должно приниматься с согласия собственников помещений и соответствовать требованиям строительных и жилищных норм [5].

Дополнительные трудности могут быть связаны с климатическими условиями, особенно в регионах с суровыми зимами, где необходимо подбирать морозостойкие растения и учитывать сезонные нагрузки от снега.

Развитие технологий гидроизоляции, лёгких субстратов и автоматизированных систем ухода делает зелёные крыши всё более доступными и надёжными. В ряде стран они уже активно поддерживаются на государственном уровне в рамках программ устойчивого развития и экологического строительства [6].

В перспективе зелёные крыши могут стать важным элементом комплексного озеленения городов, особенно при новом строительстве и реновации жилого фонда. Их внедрение в многоквартирных домах способно существенно повысить экологическую и социальную устойчивость городской среды.

## Выводы

Создание сада на кровле многоквартирного дома является технически осуществимой и экологически обоснован-

ванной практикой при условии соблюдения инженерных, нормативных и организационных требований. Зелёные крыши обладают значительным потенциалом для улучшения качества городской среды и условий проживания населения. Однако их успешная реализация требует ком-

плексного подхода, включающего профессиональное проектирование, согласование с жильцами и регулярное обслуживание. В условиях устойчивого развития городов зелёные крыши могут стать важным направлением современного градостроительства.

#### Литература:

- Преснов, О. М. Зеленые крыши. Строительство зеленых крыш, нагрузки, слои / О. М. Преснов, В. Д. Танько // Modern Science. — 2020. — № 12–5. — С. 398–402.
- Долбин, Н. С. Зеленые крыши как современная концепция зеленого строительства и ее преимущества для окружающей среды / Н. С. Долбин, А. Ф. Лениш, М. А. Полозова // Университетская наука. — 2021. — № 1(11). — С. 33–36.
- Иоффе, А. О. Зеленые растения и зеленые крыши как способ борьбы с шумовым загрязнением / А. О. Иоффе, О. И. Гаврилова // Инженерный вестник Дона. — 2018. — № 4(51). — С. 215.
- Петрова, Е. О. Зеленые крыши в Москве: перспективы озеленения новых площадей в столице / Е. О. Петрова // Дни студенческой науки: Сборник статей по материалам XVI Всероссийского форума молодых ученых и студентов, Москва, 25 октября 2024 года. — Москва: ЗАО «Университетская книга», 2025. — С. 222–227.
- Губайдулина, А. И. Конструктивные особенности «зеленых крыш» / А. И. Губайдулина, Л. Ю. Ермошина // Будущее науки-2017: Сборник научных статей 5-й Международной молодежной научной конференции: в 4-х томах, Курск, 26–27 апреля 2017 года / Ответственный редактор Горохов А. А. Том 3. — Курск: Закрытое акционерное общество «Университетская книга», 2017. — С. 178–181.
- Ерхова, В. С. Использование зеленых крыш в урбанизированной среде / В. С. Ерхова, А. Г. Нечепорук // Технологии и оборудование садово-паркового и ландшафтного строительства: Сборник статей Международной научно-практической конференции, Красноярск, 17 декабря 2024 года. — Красноярск: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Сибирский государственный университет науки и технологий имени академика М. Ф. Решетнева», 2025. — С. 50–52.

## Эффективность основных принципов быстрого возведения зданий и сохранение традиционного языка архитектуры Сирии на примере экспериментальных моделей малоэтажных жилых комплексов городов Алеппо, Дамаск, Хомс

Ибрагим Карим Ахмад, студент магистратуры  
Казанский государственный архитектурно-строительный университет

Тяжелые последствия военного конфликта в Сирии отразились на экономической, культурной и историко-архитектурной составляющей страны. Под действием ударных волн было повреждено более 70 % жилого фонда городов. Разрушениям особенно подверглись памятники архитектуры, хранившие в своем художественном облике национальные элементы и мотивы городов Сирии.

Данная статья направлена на выявление основных черт традиционной архитектуры сирийских городов с последующим применением их при проектировании быстровозводимых жилых комплексов в городах Алеппо, Дамаск и Хомс.

**Ключевые слова:** Сирия, традиционная архитектура, жилые здания, жаркий климат, исламская архитектура, национальный орнамент, быстровозводимые здания, панельный метод, проектирование зданий.

### Введение

Военный конфликт в Сирии, разразившийся в 2011 году, значительно повлиял на социально-экономическую и культурную ситуацию страны. В первые два года крупный урон повлек за собой разрушение большинства

сирийских городов. В Алеппо, Дамаске и Хомсе не осталось ни одного здания, не подвергшегося обстрелам, уничтожена подавляющая часть исторически ценных зданий и памятников архитектурного наследия. (Рис.1, 2, 3) В связи со сложившейся ситуацией, возросла динамика оттока населения страны.



Рис. 1. Разрушенные здания в г. Алеппо, 2014 г.



Рис. 2. Разрушения в г. Хомс, 2015 г.



Рис. 3. Город Хомс 2009 г. / 2014 г.

Необходимость восстановления жилого фонда с сохранением национальной и территориальной идентичности способствует использованию имеющихся принципов проектирования. Формирование адаптивного подхода начинается с идентификации существующей архитектуры и анализа объемно-пространственных моделей. Результатом анализа детерминант проектирования предполагается формирование образа экспериментальных моделей малоэтажных жилых комплексов.

#### **Особенности архитектурно-пространственных моделей**

Анализ объемно-пространственных и художественных решений городов позволил выявить характерные черты жилых построек. Все критерии были упорядочены по категориям:

1. Блоки и пространство. Здания расположены замкнутым контуром, образуют внутренние дворы.
2. Линии и формы. В художественном оформлении зданий использованы исламские орнаменты и элементы, образующие деление между этажами, а также выступы и затенения. Объемы поделены на прямоугольные секции, входные группы подчеркнуты порталами из остроконечных арок. Нередко встречаются колоннады с подобными арками. Также используются традиционные элементы, такие как «Машрабия» в Алеппо, и колонная стена в Дамаске, что влияет на образования фасадов разных видов. (рис. 4а, 4б, 4в, 4г, 4д)

3. Цвет, фактура и материалы. Данная характеристика зависит от территориального расположения постройки.

В городе Алеппо техника «Аблак» — чередование или смещение рядов светлого и темного камня — дает возможность использования камней белого и черного цвета. В облицовке фасадов использованы современные материалы — известняк (камень Рахайба) и белое стекло, также используется дерево для проникновения солнечного освещения в окна, и «Машрабия» на балконах.

Фасады зданий города Дамаск отличаются использованием черного камня базальт и известняка (камень Джерри) коричневого цвета в виде кирпича, для визуальной замены камня. Так же применяется гранит для разнообразия фасадов и цветов и деревянные сетки с двух сторон балкона.

В городе Хомс преимущественно черный и светло-коричневый цвет, образованный большим количеством деревянных элементов на фасадах.

Нельзя игнорировать важный фактор — культурная идентичность. Приверженность местной культурной идентичности стала навязчивой идеей, которая пугает большинство народов мира, особенно арабского мира, потому что мы живем в рамках нового мирового порядка (глобализация). Так в городах сохраняются следующие виды архитектуры:

1. Алеппо: Арабско-Аббасийская архитектура, самая распространённая;
2. Дамаск: Арабско-Омейядская архитектура, самая распространённая;

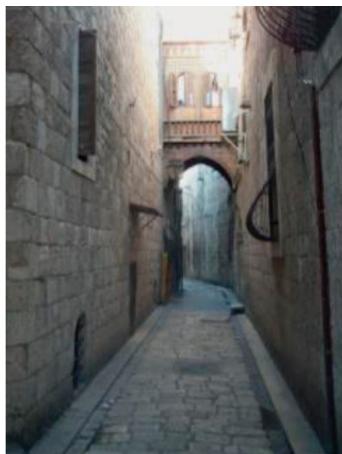


Рис. 4а. Аллея в Алеппо.  
Элемент Сибат



Рис. 4б. Внутренний двор Ажек-Паш.  
Элемент Айван

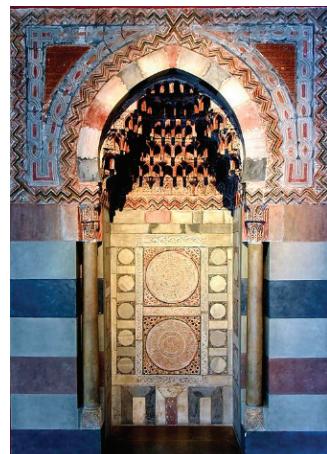


Рис. 4в. Мукарнаса нише Самаритянина из дома в Дамаске



Рис. 4г. Улица Аль-Маари. Алеппо.  
Элемент Машрабия

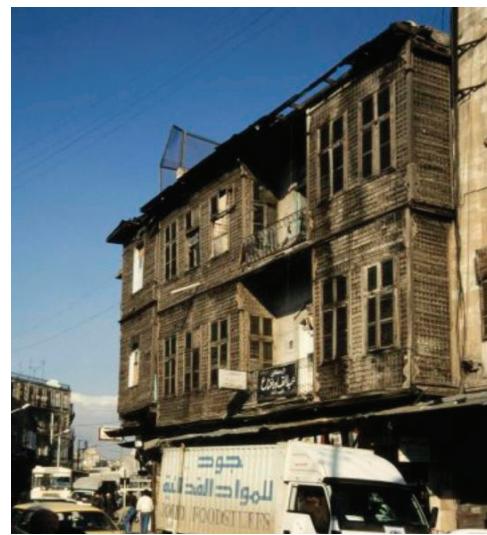


Рис. 4д. Улица Аль-Фараж. Алеппо.  
Элемент Машрабия

3. Хомс: Арабско-Омейядская архитектура, самая распространённая, но также существует смешанная исламская стилистика других эпох.

#### **Формирование экспериментальных быстровозводимых моделей жилых зданий**

Важным фактором распространения новых моделей жилых зданий в разрушенных городах является быстровозводимость конструкций. Анализ современных моделей быстрого возведения показал, что наиболее подходящим методом является **панельный**. Различные виды панелей позволяют адаптировать жилье под территориальные и климатические особенности площадки строительства. Возможность изготовления фасадных элементов, повторяющих каноны исторической архитектуры, будут способствовать сохранению культурной идентичности.

Также необходимо подчеркнуть, что данный вид является экономичным и подходящим для людей с низким

либо ограниченным доходом. Учитывая нестабильную ситуацию, данные модели предполагают возможность частичного восстановления, так что не придется переуставливать целый модуль после сноса половины здания.

При расчетах также были затронуты габаритные размеры крупных элементов традиционно-культурной архитектуры каждого города. И если ранее не учитывался масштаб форм, декоративных элементов и орнаментов, их введение было лишь актом соответствия законам окружающей среды, то в новых моделях эта сторона не остается без внимания. Были учтены пропорции элементов, предположительно подходящие для данного комплекса и расположение зданий друг относительно друга, также учитывая дизайн и декоративная часть фасадов зданий. Были изучены элементы, такие как: «Машрабия» — главный элемент традиционной арабской архитектуры, узлы разных видов, соединяющие несколько окон в ряд, деревянные сетки на балконах, окна, дверные проемы и балконы.

Данные проведенного историко-культурного, геологического, сейсмического анализов местности городов Алеппо, Дамаск и Хомс, а также обзор зарубежного опыта строительства быстровозводимых зданий и сооружений, определили принципы проектирования жилья для каждого города. В результате были предложены экспериментальные модели быстровозводимого жилья для каждого города.

В городе Алеппо градостроительная ситуация имеет регулярный план территории, что позволяет составлять объединенный комплекс, включая регулярный план общей территории и планировка зданий между собой.

Здание состоит из 3 жилых этажей высотой 3300 мм, на каждом этаже есть 3 квартиры разных площадей (двух, трех, четырех комнат). Также имеются общественные помещения на нулевом этаже высотой 4000 мм и технический этаж 2200 мм. Одномаршевая лестничная клетка

даёт доступ на кровлю. Фасады имеют исламскую архитектуру, включают в себя выступающий «Аблак» и «Машрабия», и традиционные деревянные ограждения для окон. В здании учитывается БЖД в виде балконов с доступом из общих коридоров с лестничным спуском на первый этаж. Общественные помещения имеют современные проемы дверей и окон.

Общая открытая площадка внутреннего двора выполнена в образе сквера, имеет доступ в виде лестниц между каждыми двумя зданиями, а также транспортный спуск при экстренных случаях.

Комплекс имеет общий уровень, дополнен выступами «Аблак» и лестничными клетками. На фасадах отражаются три цвета: черно-белый «Аблак», коричневый «Машрабия» и облицовочный известняк светло-коричневого цвета, также же серый цвет перегородок на кровле, и белая перегородка с узорным орнаментом на балконах. (Рис. 5)



Рис. 5. Экспериментальные модели в Алеппо.

В городе Дамаск градостроительная ситуация имеет хаотичный план территории, что дает возможность расположить здания комплекса разными расстояниями, отчего возникает возможность увеличить площадь сквера.

Здание состоит из 3 жилых этажей высотой 3300 мм, на каждом этаже есть 3 квартиры разных площадей (двух, трех, четырех комнат). Также имеются общественные помещения на нулевом этаже высотой 4000 мм, и технический этаж 2200 мм. Одномаршевая лестничная клетка даёт доступ на кровлю. Фасады имеют исламскую архитектуру, включают в себя выступающий «Аблак» и «Машрабия», и традиционные деревянные ограждения для окон. В здании учитывается БЖД в виде балконов с доступом из общих коридоров с лестничным спуском на первый этаж. Общественные помещения имеют современные проемы дверей и окон.

Общая открытая площадка внутреннего двора выполнена в образе сквера включает в себя традиционную закругленную колоннаду, имеет доступ в виде лестниц между каждыми двумя зданиями, а также транспортный спуск при экстренных случаях. (Рис. 6)

Комплекс имеет общий уровень, дополнен выступами «Аблак» и лестничными клетками. На фасадах отражаются

три цвета: черно-белый «Аблак», коричневый «Машрабия» и облицовочный известняк светло-коричневого цвета, также же серый цвет перегородок на кровле, и белая перегородка с узорным орнаментом на балконах. (Рис. 7)

В городе Хомс градостроительная ситуация имеет регулярный план территории, что позволяет составлять комплекс, используя шахматный порядок размещения блоков зданий.

Здание состоит из 3 жилых этажей высотой 3300 мм, на каждом этаже есть 3 квартиры разных площадей (двух, трех, четырех комнат). Также имеются общественные помещения на нулевом этаже высотой 4000 мм, где есть 3 разных помещений, и технический этаж 2200 мм. Одномаршевая лестничная клетка даёт доступ на кровлю. Фасады имеют исламскую архитектуру, включают в себя арабскую «Машрабия» города Хомс и известковые выступы с деревянным ограждением от солнца для окон. На фасадах отражаются четыре цвета: черный камень (Джерри), светло-коричневый камень базальт, коричневый цвет «Машрабия» и деревянные сетки и светлобавнильный известняк выступов балконов, также же серый цвет перегородок на кровле, и белая перегородка с узорным орнаментом на балконах. (Рис. 8)



Рис. 6. Закругленная колоннада



Рис. 7. Экспериментальные модели в Дамаске



Рис. 8. Экспериментальные модели в Хомсе

Литература:

1. Al. Ashi. // Part 3- final copy of the subjects for establisher //. Hama, Syria, (2018). P. 1–60;
2. A. Al- Sarraj, A. Aabed. العماره الإسلامية- خصائص وآثار. Gaza, Palestine, (2015). P. 1–264;
3. A. Zhang, Q. Ye. Design and testing of prefabricated steel frame with an innovative re-centering energy dissipative brace // Engineering Structures //. China, (2019). Vol. 201. P. 2–13;
4. M. M. H. Afifi. مقاييس الفتحات على واجهات المباني السكنية. Aleppo, Syria, (2013). P. 1–249.

## Теоретико-методологические основания дизайна в контексте культурогенеза

Томаска Юлия Петровна, студент магистратуры

Научный руководитель: Иванова Сардаана Владимировна, доцент  
Арктический государственный институт культуры и искусств (г. Якутск)

*В статье исследуются теоретико-методологические аспекты развития дизайна в условиях современной социокультурной динамики. Рассматриваются специфика его интеграции в национальный культурный комплекс и функциональная роль как преемника духовной традиции.*

**Ключевые слова:** дизайн, культурогенез, культурологический подход, традиционная культура, национальная идентичность, функционализм, социокультурная рефлексия.

История культуры может быть интерпретирована как процесс непрерывного самообновления, или генезиса. Культурогенез, понимаемый как разновидность социально-исторической динамики, заключается в генерации новых культурных форм, их инкорпорации в сложившиеся системы, а также в формировании принципиально новых культурных конфигураций. Согласно А. Я. Флиеру, движущей силой этого процесса выступает потребность человеческих сообществ в адаптации к изменяющимся условиям существования через выработку инновационных форм деятельности и социальных коммуникаций. Генезис дизайна как профессиональной сферы был обусловлен формированием социального запроса на новый класс продуктов и услуг в связи с экспансиеи машинного производства и возросшей потребностью в эстетизации промышленной продукции. Профессионально обосновавшись около столетия назад в период индустриализации, дизайн, по мнению исследователей, претерпел значительную эволюцию: от вспомогательного инструмента производства он трансформировался в самостоятельную культурную форму, активно воздействующую на современную социокультурную, психологическую и экономическую реальность. Интенсификация дизайн-деятельности привлекает внимание философов, социологов, культурологов, которые усматривают в данном феномене как одну из причин, так и потенциальное средство разрешения многих актуальных проблем. В связи с этим приобретает особую значимость осмысление вектора развития отечественного дизайна, особенностей его интеграции в национальный культурный контекст и его функций в регулировании социальных взаимодействий.

Важнейшим внутренним механизмом, обеспечивающим динамику и эффективность дизайна, выступает

рефлексия. Широта проблемного поля современного дизайна, попытки решения не только узкотехнологических, но и общечеловеческих задач стимулируют критический анализ и переоценку собственной деятельности, поскольку среди противоречивых факторов современности присутствуют и те, к возникновению которых дизайн не-посредственно причастен. Яркой иллюстрацией служат характеристики постиндустриального общества: быстрое моральное устаревание продуктов, становящееся ключевым элементом маркетинга; технологичная реклама, культивирующая ценность обладания новым на основе имиджевой сущности вещи; беспрецедентный рост производства и потребления, обостривший проблемы истощения ресурсов и загрязнения среды. Наблюдается деградация предметной, архитектурной и природной среды, а процессы отчуждения проявляются как на средовом, так и на социальном уровне. Как отмечал социолог и футуролог Элвин Тоффлер, современный человек, испытывающий «шок будущего» от чрезмерно высокого темпа изменений, сталкивается с кризисом адаптивных возможностей на физическом и психическом уровне [1, с. 373]. Осознание этой ситуации привело к пониманию социокультурной детерминированности дизайна и к пересмотру его целевых установок.

Идея функционализма, сформулированная в конце XIX века архитектором Л. Салливеном, заключалась в том, что форма объекта должна вытекать из его функции, понимаемой широко — как утилитарное назначение, так и вызываемое им эмоциональное переживание. Однако радикальный функционализм первой половины XX века, стремясь к автономии от культурных традиций и будучи вовлеченым в задачи послевоенного восстановления и коммерциализации, утратил значительную часть

своей первоначальной гуманистической направленности. Критикуя «интернациональный стиль», В. Папанек отмечал его бездушность и избыточный рационализм. Тем не менее, проектный потенциал, накопленный в эту эпоху, стал существенным вкладом в развитие дизайнерской методологии, а проблемные ситуации того периода стимулировали дальнейшие творческие поиски.

Критическое переосмысление функционализма с конца 1970-х годов способствовало возникновению новых направлений, таких как антидизайн, антифункционализм, метафорический дизайн. Их отличительной чертой стало восприятие новых ценностей, значительно расширивших социокультурные функции дизайна. По определению теоретика В. Ю. Медведева, цель современного дизайна заключается в содействии повышению качества жизни и гармонизации социокультурных отношений через формирование целостной предметной среды, удовлетворяющей все многообразие материальных и духовных потребностей человека [2, с. 40]. В этой парадигме формообразование приобретает культуроцентрический и антропоцентрический характер, где объектом проектирования становится не просто утилитарный предмет, а культурный образец, эстетически значимый компонент материально-художественной культуры [2, с. 60].

Однако процесс гуманизации дизайна и повышения социальной ответственности дизайнеров сталкивается с противодействием со стороны глобализации, нивелирующей потребность в национальной идентичности, и давлением рыночной экономики, где доминируют интересы производителя. Коммерциализация приводит к приоритету задач самоутверждения и коммерческого успеха, что зачастую проявляется в подражательстве западным образцам и формальном, лишенном глубины формотворчестве. В этих условиях решающую роль играет личная позиция дизайнера, его мировоззрение и осознание социальной ответственности.

В каждой культуре формируется уникальное отношение к миру вещей и способам их создания. Вещь выступает материальным отражением духовного мира общества, вмещая в себя как интенции создателя, так и миропонимание народа. Занимая пограничное положение между природой и человеком, вещь опосредует их взаимоотношения. Поэтому ее появление детерминировано культурными потребностями, а отношение к ней во многом определяет траекторию развития общества и характер его взаимодействия с природой. Исторически поиск гармонии между человеком и природой лежал в основе разрешения кризисных ситуаций [3, с. 51].

Дизайн, несущий ответственность за формирование предметного мира современной цивилизации и гармонизацию среды обитания, несмотря на столетнюю историю, не выработал оптимальных механизмов решения существующих экологических и социальных проблем. Это обуславливает целесообразность обращения к традиционной (этнической) культуре как к бесценному источнику адаптационного опыта, вдохновения и творческого по-

тенциала. Важность такого обращения подчеркивается, например, в словах востоковеда Норманда де Шамбурга, призывающего учиться у коренных народов бережному отношению к земле и природным законам [4].

Формирующееся «культурологическое» направление в отечественном дизайне, предполагающее укорененность проектной деятельности в историческом контексте, приобретает особую актуальность. Как отмечает О. Генисаретский, наряду со способностью к инновациям, сегодня востребована способность дизайна к «мимесису» — воссозданию в среде традиционных функций, ценностей и качеств жизни, где глубина исторической памяти становится ключевой характеристикой проектной культуры [5]. Такой подход открывает перспективы для обретения национального своеобразия, сохранения этнокультурной идентичности среды, актуализации традиции и создания пространственного окружения, способствующего полноценному развитию личности [5].

Это движение поднимает на новый уровень часто поверхностное отношение к культурному наследию, характерное для массовой культуры. Последняя, как отмечает А. В. Захаров, отличается эклектичностью и всеядностью, инкорпорируя и трансформируя уникальные формы традиционного искусства, что приводит к возникновению популярной культуры как симбиоза массового и традиционного [6]. В этом контексте представители культурологического подхода в дизайне стремятся преодолеть поверхностное восприятие этнической культуры, рассматривая ее как транслятора не только материальных, но, прежде всего, духовных ценностей. Это требует от дизайнера глубокого погружения в традиционную культуру, поиска точек сопряжения прошлого и настоящего, и осуществления проектного синтеза на основе уважительного диалога с этнокультурным материалом.

Таким образом, современный дизайн представляет собой масштабную профессиональную деятельность, синтезирующую теоретическую рефлексию и практическое воздействие на среду. Вовлекая в свою орбиту широкий спектр социокультурных проблем, дизайн осмысливает свою роль в обществе и культуре. Содействуя повышению качества жизни и гармонизации социальных отношений, он превращается в системообразующий адаптивный фактор, действующий в современной социокультурной ситуации. Из инструмента технической эстетики дизайн перерастает в культурную универсалию, обеспечивающую ценностный ресурс для культуротворческого поведения и предметную реализацию общественного идеала [7, с. 9]. При этом критически важными становятся ценностные установки и социальная ответственность дизайнёров, их ориентация на сохранение культурного наследия [8, с. 73].

Современный дизайн подошел к необходимости проектной гармонизации фундаментальных отношений: человек — вещь — природа. Зародившись как «интернациональный стиль», он сегодня демонстрирует готовность к интеграции в национальный культурный комплекс в ка-

честве транслятора как материальных, так и духовных ценностей, активно участвуя в решении задач сохранения

идентичности, актуализации традиции и обеспечения условий для целостного развития личности.

Литература:

1. Тоффлер Э. Шок будущего: Пер. с англ. М.: «Издательство АСТ», 2002.
2. Медведев В. Ю. Сущность дизайна: теоретические основы дизайна. Учеб. пособие. — 3-е изд., испр. и доп. СПб.: СПГУТД, 2009.
3. Давыдов Ю. Н. Культура — природа — традиция / Традиция в истории культуры. М., 1978.
4. Новости Югры [Электронный ресурс] URL: <http://ugra-news.ru> (дата обращения 12.12.2025).
5. Генисаретский О. И. Регионализм, средовое проектирование и проектная культура [Электронный ресурс] URL: <http://olegen.com/тексты-генисаретского-о-и/публикации/регионализм-средовое-проектировани> (дата обращения 8.05.2014).
6. Захаров А. В. Традиционная культура в современном обществе // Социологические исследования. 2004. № 7. С. 105–115.
7. Чижиков В. В. Дизайн и культура. Монография. М.: МГУКИ, 2006.
8. Шабатура Л. Н. Социогенез традиции. Монография. Екатеринбург: Изд-во Уральского университета, 2002.

## МЕДИЦИНА

### Протезы рук, управляемые сигналами мозга через искусственные нейронные сети

Абдурахмонов Самандар Абдусамад угли, ассистент;

Курбанов Джамшид Муйиддинович, ассистент;

Комилова Нозима Улугбековна, студент;

Арзикулова Гулсанам Мамурджон кизи, студент

Ташкентская медицинская академия (Узбекистан)

*В данной статье анализируется технология протезов рук, управляемых интерфейсами «мозг-компьютер» на основе искусственных нейронных сетей. Рассматриваются механизмы регистрации ЭЭГ-сигналов, их обработки с использованием алгоритмов глубокого обучения и управления движениями протеза в реальном времени. Также рассматриваются открытая архитектура платформы OpenBCI, адаптивное управление и возможности сенсорной обратной связи.*

**Ключевые слова:** интерфейс «мозг-компьютер», искусственные нейронные сети, ЭЭГ-сигналы, протез руки, OpenBCI, глубокое обучение, реабилитационные технологии.

В последние годы нейротехнологии, в частности интерфейсы «мозг-компьютер» (BCI), получили глобальное развитие как одна из наиболее перспективных областей для восстановления здоровья человека, улучшения качества жизни людей с ограниченными возможностями и оптимизации процессов реабилитации. Технологии BCI позволяют напрямую управлять внешними устройствами — роботизированными манипуляторами, протезами, компьютерными интерфейсами, системами связи и средствами передвижения — с помощью мозговой активности, обрабатывая различные нейрофизиологические сигналы (ЭЭГ, ЭМГ, ЭКоГ и др.). Это создает искусственный, но близкий к естественному, коммуникационный мост между центральной нервной системой человека и внешней средой. В частности, системы BCI на основе ЭЭГ широко используются в здравоохранении, реабилитации и биомехатронике, поскольку они относительно недороги, неинвазивны, безопасны и доступны для многих.

Открытая, модульная и высокогибкая архитектура платформы OpenBCI предоставляет значительные преимущества для исследований в этой области. Эта платформа позволяет получать ЭЭГ-сигналы с высоким разрешением, обрабатывать их, классифицировать в искусственных нейронных сетях и управлять движениями протеза кисти в реальном времени. Использование открытых технологий снижает затраты на исследования и упрощает процесс обмена и анализа научных результатов.

Один из основных видов инвалидности — ампутация кисти или полная потеря верхних конечностей создает

значительные ограничения в повседневной жизни человека. По данным Всемирной организации здравоохранения, миллионы людей во всем мире нуждаются в возможности восстановления двигательных функций. В этом отношении создание платформ протезов кисти, управляемых мозговыми сигналами, имеет большое значение для общества с экономической, социальной и медицинской точек зрения.

Исследование проводится в следующем случае:

#### 1. Запись мозговых сигналов и их свойства

Протезы рук на основе интерфейса «мозг-компьютер» (BCI) основаны на принципе прямого считывания активности центральной нервной системы человека и преобразования ее в механические движения. Мозговые сигналы возникают в основном в виде электрических импульсов между нейронами, и для их записи используются различные технологии. Наиболее распространенные методы включают электроэнцефалографию (ЭЭГ), электрокортикографию (ЭКоГ) и инвазивные микроэлектродные массивы.

Метод ЭЭГ широко используется в клинической практике и научных исследованиях благодаря своей неинвазивности. Однако сигналы ЭЭГ очень чувствительны к шуму и имеют низкое пространственное разрешение. Поэтому эффективный анализ этих сигналов и извлечение полезной информации является сложной задачей. Именно на этом этапе важную роль играют искусственные нейронные сети (ИНС).

## 2. Роль искусственных нейронных сетей в обработке сигналов мозга

Искусственные нейронные сети — это вычислительные модели, вдохновлённые активностью биологических нейронов. Они позволяют анализировать, классифицировать и прогнозировать сложные, неопределённые и нелинейные сигналы. При работе с сигналами мозга ИНС выполняют следующие основные задачи:

- отделение полезных сигналов от шума;
- обнаружение намерений движения;
- сопоставление сигналов с командами движения;
- обучение и адаптация в реальном времени.

В частности, нейронные сети на основе глубокого обучения (Deep Neural Networks) очень эффективны в обнаружении скрытых закономерностей в сигналах ЭЭГ. Сверточные нейронные сети (CNN) широко используются для обнаружения пространственных характеристик, а рекуррентные нейронные сети (RNN, LSTM) широко используются для анализа изменяющихся во времени сигналов.

## 3. Механизм управления движениями протеза руки на основе сигналов мозга

Протезы рук на основе ИНС обычно работают как система, состоящая из нескольких последовательных этапов. Первоначально намерение пользователя выполнить определенное действие (например, согнуть или схватить руку) генерирует нейронную активность в коре головного мозга. Эти сигналы записываются с помощью датчиков и преобразуются в цифровое представление.

На следующем этапе искусственная нейронная сеть анализирует сигналы и определяет конкретное намерение пользователя действовать. Например, классифицируются команды, такие как «зажать пальцы», «поворнуть запястье» или «захватить объект». Затем идентифицированные команды передаются на исполнительные механизмы протеза руки, и выполняется механическое движение.

Главное преимущество SNT заключается в том, что он адаптируется к индивидуальным сигналам мозга пользователя. Со временем система обучается, повышая точность и скорость управления.

## 4. Сенсорная обратная связь и адаптивное управление

В современных протезах рук важно не только выполнять движения, но и обеспечивать пользователю сенсорную обратную связь. Информация, полученная от датчиков давления, прикосновения или положения, об-

рабатывается сенсорным нейросетевым контроллером (СНТ) и передается в нервную систему. Это позволяет пользователю «чувствовать» протез.

Адаптивные системы управления на основе искусственных нейронных сетей обеспечивают адаптацию протеза к реальным условиям. Например, при изменении веса или свойств поверхности объекта протез руки автоматически регулирует силу движения. Это делает взаимодействие человека и протеза более естественным и эффективным.

## 5. Преимущества и существующие проблемы

Основными преимуществами протезов рук с интерфейсом «мозг-компьютер», управляемых СНТ, являются:

- высокая точность и интуитивно понятное управление;
- адаптивность к пользователю;
- возможность выполнения сложных движений;
- ускорение процесса реабилитации.

В то же время, эта технология имеет ряд проблем. В частности, до сих пор полностью не решены такие проблемы, как изменчивость мозговых сигналов, вопросы долгосрочной стабильности, высокая потребность в вычислительных ресурсах и проблемы биобезопасности, связанные с инвазивными методами. Однако стремительное развитие в области искусственного интеллекта и нейротехнологий постепенно помогает преодолеть эти проблемы.

В заключение, управляемые мозгом протезы рук на основе искусственных нейронных сетей являются ярким примером интеграции медицины и инженерии и, как ожидается, в будущем станут неотъемлемой частью реабилитационных систем.

Управляемые мозгом протезы рук на основе искусственных нейронных сетей (ИНС) — одна из наиболее перспективных и инновационных областей современной биомедицинской инженерии. Эта технология позволяет значительно улучшить качество жизни людей с ограниченными возможностями и их реинтеграцию в повседневную жизнь. Прямое обнаружение намерения движения пользователя через интерфейсы «мозг-компьютер» и его передача на протезные механизмы делают взаимодействие человека с техникой более естественным. Высокая гибкость и способность к обучению искусственных нейронных сетей при обработке сигналов мозга позволяют осуществлять точное управление даже на основе зашумленных и сложных сигналов, таких как ЭЭГ. Научно доказано, что возможно создание систем управления, которые адаптируются к индивидуальным характеристикам пользователя, работают в режиме реального времени и обладают высокой точностью.

### Литература:

1. Lebedev M. A., Nicolelis M. A. Brain-machine interfaces: past, present and future. Trends Neurosci. 2006;29(9):536–546.

2. Wolpaw J. R., Birbaumer N., McFarland D. J., Pfurtscheller G., Vaughan T. M. Brain-computer interfaces for communication and control. *Clin Neurophysiol.* 2002;113(6):767–791.
3. Schalk G., Leuthardt E.C. Brain-computer interfaces using electrocorticographic signals. *IEEE Rev Biomed Eng.* 2011;4:140–154.

## Организация реабилитации инвалидов

Абубакирова Арина Раифовна, студент;

Зияев Роман Максимович, студент;

Комиссарова Виктория Алексеевна, студент;

Уржанова Самира Бахетжановна, студент

Научный руководитель: Чабаненко Инна Олеговна, ассистент

Оренбургский государственный медицинский университет

*В статье рассматриваются вопросы организации реабилитации инвалидов как одного из ключевых направлений социальной и медицинской политики государства. Анализируется система реабилитации инвалидов, включающая медицинские, социальные, профессиональные и психологические меры, направленные на восстановление утраченных функций, повышение уровня самостоятельности и улучшение качества жизни. Оценивается роль межведомственного взаимодействия учреждений здравоохранения, социальной защиты, образования и занятости населения в реализации реабилитационных мероприятий. Особое внимание уделяется индивидуальным программам реабилитации и абилитации инвалидов, их значению для социальной интеграции и трудовой адаптации. В статье также рассматриваются современные подходы к реабилитации, проблемы доступности реабилитационных услуг и пути совершенствования системы помощи инвалидам в условиях развития инклюзивного общества.*

**Ключевые слова:** инвалидность, реабилитация инвалидов, организация реабилитации, индивидуальная программа реабилитации, медико-социальная помощь, социальная адаптация, инклюзия.

Организация реабилитации инвалидов является важнейшим направлением социальной и медицинской политики государства и представляет собой комплексную систему мероприятий, направленных на восстановление или компенсацию утраченных функций организма, повышение уровня самостоятельности, социальной активности и качества жизни лиц с инвалидностью. В современных условиях реабилитация инвалидов рассматривается не только как медицинская задача, но и как социально значимый процесс, включающий медицинские, психологические, педагогические, профессиональные и социальные аспекты. Эффективная организация реабилитации способствует интеграции инвалидов в общество, снижению уровня социальной изоляции и формированию условий для их полноценного участия в экономической и общественной жизни [2, 4].

Реабилитация инвалидов основывается на принципах комплексности, непрерывности, индивидуального подхода и междисциплинарного взаимодействия. Комплексность предполагает одновременное воздействие на различные стороны жизнедеятельности человека, включая физическое здоровье, психоэмоциональное состояние, профессиональные навыки и социальные связи. Непрерывность реабилитационного процесса означает его последовательное осуществление на всех этапах, начиная с момента установления инвалидности и заканчивая достижением максимально возможного уровня социальной адаптации. Индивидуальный подход реализуется через учет характера заболевания, степени функциональных

ограничений, возраста, социального статуса и жизненных условий инвалида [1].

Центральным элементом системы реабилитации является медицинская реабилитация, направленная на восстановление нарушенных функций организма, предупреждение осложнений и снижение степени инвалидизации. Медицинская реабилитация включает лечебную физкультуру, физиотерапию, медикаментозное лечение, хирургические методы, а также использование технических средств реабилитации. Важное значение имеет раннее начало реабилитационных мероприятий, поскольку своевременное вмешательство позволяет повысить эффективность лечения и улучшить прогноз восстановления. Медицинская реабилитация осуществляется на различных уровнях системы здравоохранения, включая стационарные, амбулаторные и санаторно-курортные учреждения [4].

Социальная реабилитация направлена на восстановление социальных связей, формирование навыков самостоятельной жизни и адаптацию инвалида к условиям окружающей среды. Она включает обучение навыкам самообслуживания, ориентации в пространстве, коммуникации и использования технических средств. Особое значение социальная реабилитация имеет для лиц с выраженными ограничениями жизнедеятельности, нуждающихся в посторонней помощи. Важным аспектом является создание доступной среды, включающей безбарьерную архитектурную инфраструктуру, адаптированный транспорт и информационные ресурсы, что позволяет инва-

лицам свободно передвигаться и пользоваться социальными услугами [2].

Профессиональная реабилитация является неотъемлемой частью системы помощи инвалидам и направлена на восстановление или формирование трудовых навыков, профессиональную ориентацию и содействие занятости. Она включает профессиональное обучение, переобучение, повышение квалификации и адаптацию рабочих мест с учетом функциональных возможностей инвалидов. Трудовая деятельность способствует социальной интеграции, повышению самооценки и экономической независимости инвалидов. Организация профессиональной реабилитации требует тесного взаимодействия органов социальной защиты, службы занятости, образовательных учреждений и работодателей [3].

Психологическая реабилитация играет важную роль в преодолении последствий инвалидности и адаптации к новым условиям жизни. Установление инвалидности часто сопровождается эмоциональными переживаниями, снижением самооценки, тревожностью и депрессивными состояниями. Психологическая помощь направлена на формирование позитивного отношения к реабилитации, развитие мотивации к активной жизни и преодоление психологических барьеров. Работа с психологом способствует улучшению эмоционального состояния, укреплению адаптационных возможностей и повышению эффективности других реабилитационных мероприятий [1].

Важнейшим инструментом организации реабилитации инвалидов является индивидуальная программа реабилитации и абилитации. Данный документ разрабатывается на основе оценки функциональных ограничений и потребностей инвалида и содержит перечень необходимых медицинских, социальных и профессиональных мероприятий. Индивидуальная программа реабилитации определяет объем, сроки и исполнителей реабилитационных услуг и является обязательной для исполнения соответствующими организациями. Реализация индивидуального подхода позволяет повысить адресность помощи и эффективность реабилитационного процесса [4].

Существенное значение в системе реабилитации инвалидов имеет межведомственное взаимодействие. Эффективная организация реабилитации невозможна без согласованных действий учреждений здравоохранения, социальной защиты, образования, культуры и спорта. Межведомственное сотрудничество обеспечивает комплексное сопровождение инвалидов и позволяет избежать дублирования функций. Особую роль играют центры комплексной реабилитации, объединяющие различные виды помощи в рамках одного учреждения и обеспечивающие непрерывность реабилитационного процесса [3].

Особое внимание в организации реабилитации уделяется детям-инвалидам, для которых реабилитационные

мероприятия направлены не только на восстановление здоровья, но и на развитие, обучение и социализацию. Ранняя помощь детям с ограниченными возможностями здоровья позволяет минимизировать последствия заболеваний и повысить их шансы на интеграцию в общество. Реабилитация детей включает медицинские, педагогические и психологические мероприятия, а также работу с семьей, которая является важнейшим участником реабилитационного процесса [1].

Реабилитация инвалидов пожилого возраста имеет свои особенности, связанные с возрастными изменениями и наличием сопутствующих заболеваний. В данном случае реабилитационные мероприятия направлены на поддержание функциональной активности, профилактику осложнений и сохранение качества жизни. Социальная поддержка и уход за пожилыми инвалидами требуют развития системы долговременного ухода и подготовки специалистов, способных оказывать комплексную помощь данной категории населения [2].

Современные тенденции в организации реабилитации инвалидов связаны с развитием инклюзивного подхода и ориентацией на участие инвалида в обществе на равных правах. Инклюзивная реабилитация предполагает создание условий, при которых инвалид не изолируется в специализированных учреждениях, а включается в общую социальную среду. Это требует адаптации образовательных программ, рабочих мест и общественных пространств, а также формирования толерантного отношения общества к людям с инвалидностью [4].

Несмотря на достигнутые успехи, система реабилитации инвалидов сталкивается с рядом проблем, включая недостаточную доступность реабилитационных услуг, дефицит квалифицированных специалистов и ограниченность материально-технической базы. В отдельных регионах сохраняются трудности с реализацией индивидуальных программ реабилитации и обеспечением техническими средствами. Решение данных проблем требует совершенствования нормативно-правовой базы, увеличения финансирования и развития кадрового потенциала реабилитационной службы [3].

Таким образом, организация реабилитации инвалидов представляет собой сложный и многоуровневый процесс, направленный на восстановление здоровья, социальной активности и трудового потенциала лиц с инвалидностью. Комплексный подход, межведомственное взаимодействие и ориентация на индивидуальные потребности являются ключевыми условиями эффективности реабилитации. Развитие системы реабилитации способствует улучшению качества жизни инвалидов, снижению социальной нагрузки на общество и формированию инклюзивной среды, обеспечивающей равные возможности для всех членов общества [4].

#### Литература:

1. Зозуля Т. В., Свищунова Е. Г., Чешихина В. В. Комплексная реабилитация инвалидов: учебное пособие / Т. В. Зозуля, Е. Г. Свищунова, В. В. Чешихина. — Москва: Академия, 2005. — 304 с.

2. Храпылина Л. П. Реабилитация инвалидов / Л. П. Храпылина. — М.: Экзамен, 2006. — 415 с.
3. Пузин С. Н., Меметов С. С., Шургайя М. А., Балека Л. Ю., Кузнецова Е. А., Мутева Т. А. Аспекты реабилитации и абилитации инвалидов в современной практике / С. Н. Пузин и др. // Медико-социальная экспертиза и реабилитация. — 2016. — Т. 19. — № 1. — С. 4–7.
4. Пономаренко Г. Н., Абусева Г. Р., Бадтиева В. А. (ред.) Реабилитация инвалидов: национальное руководство. Краткое издание / под ред. Г. Н. Пономаренко. — Москва: ГЭОТАР-Медиа, 2020. — 544 с.

## Ожирение у детей и подростков: факторы риска и профилактика

Аввакумова Светлана Андреевна, студент;

Мухаметшина Диана Рафаэльевна, студент;

Утегенова Арина Аслановна, студент

Оренбургский государственный медицинский университет

*Факторы риска ожирения у детей и подростков представляют собой одну из ключевых проблем современной педиатрии и общественного здоровья, поскольку распространенность избыточной массы тела и ожирения в детском возрасте стабильно растёт во многих странах, включая Россию.*

*В статье рассматривается актуальная социальная проблема факторов риска ожирения у детей и подростков. Авторы анализируют современные статистические данные, демонстрирующие масштабы факторов риска. Целью исследования является изучение факторов риска ожирения у детей и подростков как важнейшей медико-социальной проблемы, требующей комплексной оценки и своевременной профилактики.*

*Задачи: проанализировать биологические и генетические факторы, влияющие на развитие ожирения в детском возрасте; рассмотреть пищевые особенности и нарушения пищевого поведения как ключевые детерминанты роста избыточной массы тела; оценить роль физической активности и поведенческих привычек в формировании ожирения у подростков.*

**Ключевые слова:** ожирение, генетическая предрасположенность, факторы риска, пищевое поведение, двигательная активность, окружающие факторы.

### 1.1 Генетические предпосылки развития ожирения

Генетические предпосылки развития ожирения у детей и подростков рассматриваются как один из ключевых факторов, определяющих предрасположенность к нарушению энергетического обмена и формированию избыточной жировой массы. Установлено, что генетическая составляющая в структуре риска ожирения достигает 40–70 процентов, что подтверждается множеством эпидемиологических и семейных исследований. Наследственная отягощенность играет значительную роль в том, как организм ребенка реагирует на пищевые нагрузки, уровень физической активности и особенности среды. У детей, оба родителя которых имеют ожирение, вероятность формирования данного состояния составляет более 70 процентов. Если избыточная масса тела присутствует только у одного родителя, риск находится на уровне около 40 процентов.

Значимым направлением изучения генетических факторов стали молекулярно-генетические механизмы, лежащие в основе регуляции энергетического баланса и аппетита. Одним из первых генов, связанных с ожирением, был идентифицирован ген LEP, кодирующий лептин. Лептин представляет собой гормон жировой ткани, который сигнализирует централамусу о степени насыщения и уровне запасов энергии. У детей с нарушением работы данного гена наблюдается выраженный гиперфа-

тический синдром, раннее начало ожирения и быстрый набор массы тела. Концентрация лептина в норме увеличивается с ростом жировой ткани, что должно уменьшать аппетит, однако при генетических дефектах рецепторов или самого лептина развивается состояние, при котором сигнал насыщения не распознается. [1]

### 1.2. Физиологические и эндокринные факторы

Физиологические и эндокринные факторы играют ведущую роль в формировании ожирения у детей и подростков, формируя условия, при которых организм начинает по-иному распределять и расходовать энергию. Нарушения метаболизма и гормональные дисфункции создают условия для увеличения жировой массы даже при отсутствии выраженного переедания, что делает проблему комплексной и трудно поддающейся коррекции. Организм ребенка находится в постоянном процессе роста и развития, что требует сбалансированной регуляции энергетического обмена. Любое отклонение в работе эндокринной и нервной систем приводит к изменению энергетических потребностей, скорости обменных реакций и реакции тканей на гормональные сигналы. По данным исследований, нарушения метаболизма отмечаются у 25–35 процентов детей с ожирением, что свидетельствует о значительной роли внутренних факторов,

влияющих на баланс между потреблением и расходованием энергии.

Нарушения энергетического баланса нередко связаны с нарушением чувствительности тканей к инсулину. Инсулин обеспечивает транспорт глюкозы в клетки и регулирует процессы липогенеза. При снижении чувствительности к этому гормону организм вынужден вырабатывать большее его количество. Это приводит к усиленному накоплению жира, особенно в области живота, что является характерным признаком метаболических нарушений. Установлено, что инсулинерезистентность встречается у 40 процентов детей с ожирением, а в подростковом возрасте ее распространенность достигает 60 процентов. Высокий уровень инсулина усиливает чувство голода, провоцируя потребление большего количества пищи. В результате запускается порочный круг, в котором гормональные нарушения поддерживают набор массы тела. [4]

## 2.1. Пищевое поведение ребенка и семейные привычки

Пищевое поведение ребенка формируется под влиянием множества факторов, среди которых важное место занимает семейная среда, характер распорядка питания, доступность различных продуктов и социальные привычки родителей. С первых лет жизни ребенок усваивает модели пищевого поведения, наблюдая, как питались взрослые. В этот период формируются предпочтения, связанные со вкусом, объемами порций, частотой приемов пищи и представлениями о нормальном количестве еды.

Особое значение имеет объем порций. В семьях, где взрослые привыкли к большим порциям, дети привыкают воспринимать повышенный объем пищи как норму. Данные исследований показывают, что увеличение порции на 30 процентов приводит к увеличению фактического потребления пищи ребенком на 15–20 процентов за один прием. Если такая практика становится регулярной, суточный калораж ребенка стабильно превышает норму. У маленьких детей нет внутреннего контроля количества еды, и они ориентируются на поведение родителей.

Неправильные пищевые привычки в семье включают нерегулярность приемов пищи, отсутствие четкого расписания, привычку есть перед телевизором или гаджетами, отказ от полноценного завтрака и склонность к употреблению калорийных перекусов. Нерегулярность питания приводит к тому, что организм начинает откладывать часть поступающей энергии в виде жира. Установлено, что дети, пропускающие завтрак, набирают массу тела на 15–20 процентов быстрее из-за изменения гормонального фона, включая повышение уровня грелина, который усиливает чувство голода. В семьях, где нет традиции приема пищи вместе, дети чаще выбирают продукты с высокой калорийностью. Прием пищи перед экраном уменьшает осознанность и приводит к увеличению количества съедаемой пищи на 25–30 процентов. [5]

## 2.2. Двигательная активность и повседневное поведение

Двигательная активность ребенка является одним из ключевых элементов формирования энергетического обмена и поддержания нормальной массы тела. Физическая активность влияет на скорость метаболических процессов, работу сердечно-сосудистой системы, состояние мышечной ткани и уровень гормонов, регулирующих аппетит и расход энергии. Недостаток движения ведет к снижению суточного энергозатраты, что при современном уровне калорийности рациона становится главным фактором накопления жировой ткани у детей. Гиподинамия развивается постепенно и нередко становится частью повседневного поведения ребенка, формируясь под влиянием семейных моделей, школьного расписания и привычек, связанных с отдыхом.

Снижение двигательной активности влияет не только на энергетический баланс. При гиподинамии уменьшается объем циркулирующей крови, снижается сила сердечной мышцы и ухудшается насыщение тканей кислородом. Мышцы, которые не получают регулярной нагрузки, теряют способность расходовать глюкозу, что повышает риск формирования инсулинерезистентности. У детей с низкой физической активностью концентрация сахара в крови после еды увеличивается на 15–20 процентов сильнее, чем у детей, ведущих подвижный образ жизни. [3]

## 3. Социально-экономические и окружающие факторы

Социально-экономические и окружающие факторы занимают важное место в формировании риска ожирения у детей. Особенности материального положения семьи, уровень образования родителей, условия проживания, наличие инфраструктуры для активного отдыха и экологические условия создают среду, которая влияет на повседневные привычки ребенка. Для понимания причин увеличения распространенности ожирения необходимо рассматривать эти факторы как единый комплекс, воздействующий на питание, двигательную активность и образ жизни в целом. Социальная среда определяет доступность здоровой пищи, привычки, передающиеся детям через поведение взрослых, а также возможности для занятия спортом и проведения активного досуга.

Социально-экономическая среда играет ключевую роль в выборе продуктов питания. Уровень дохода семьи определяет доступность качественной пищи и разнообразие рациона ребенка. В семьях с низким уровнем дохода чаще приобретаются продукты с высокой калорийностью и низкой пищевой ценностью, так как они стоят дешевле и обеспечивают быстрое насыщение. В таких условиях дети получают избыток углеводов и насыщенных жиров и недостаток белков, витаминов и микроэлементов. Статистические данные показывают, что дети из семей

с низким доходом имеют риск ожирения выше на 50–60 процентов по сравнению с детьми из семей со средним доходом. В группах с высоким уровнем дохода риск ниже,

однако он возрастает при наличии высокой занятости родителей, что ограничивает возможности контроля питания. [2]

#### Литература:

- Бокова, Т. А. Факторы риска формирования ожирения и метаболического синдрома у детей / Т. А. Бокова. — «Врач», 2016, Т. 27, № 8. — С. 5 8. — Режим доступа: <https://journals.eco-vector.com> (дата обращения: 14.01.2026) — Режим доступа: свободный — Текст;
- Григорьев, К. И., Соловьёва, А. Л., Немтырева, Л. Ф. Ожирение у детей и подростков / К. И. Григорьев, А. Л. Соловьёва, Л. Ф. Немтырева. — «Медицинская сестра», 2019, Т. 21, № 4. — С. 10 16.
- Картелишев, А. В., Смирнова, Н. С., Румянцев, А. Г. Ожирение у детей и подростков. Причины и современные технологии терапии и профилактики / А. В. Картелишев, Н. С. Смирнова, А. Г. Румянцев. — М.: Бином, 2020. — 280 с.
- Намазова Барапова, Л. С., Ковтун, О. П., Ануфриева, Е. В., Набойченко, Е. С. Значение поведенческих детерминант в формировании избыточной массы тела и ожирения у подростков / Л. С. Намазова Барапова и др. — «Профилактическая медицина», 2019, № 4. — С. 123 131.
- Погодина, А. В., Романица, А. И., Рычкова, Л. В. Ожирение и функциональные расстройства кишечника у детей / А. В. Погодина, А. И. Романица, Л. В. Рычкова. — «Педиатр», 2021, Т. 12, № 1. — С. 59 69.

## Анализ заболеваемости болезнями системы кровообращения в Российской Федерации

Аверьянов Даниил Максимович, студент;

Кулешова Диана Сергеевна, студент;

Кузьмина Дарья Олеговна, студент;

Подольских Кирилл Андреевич, студент

Научный руководитель: Чабаненко Инна Олеговна, ассистент

Оренбургский государственный медицинский университет

*В статье представлен комплексный анализ заболеваемости болезнями системы кровообращения (БСК) в Российской Федерации в современных условиях. Рассматривается медико-социальная и экономическая значимость данной группы патологий как основной причины смертности и инвалидизации населения. На основе актуальных статистических данных Федеральной службы государственной статистики (Росстат), Министерства здравоохранения РФ и всероссийских эпидемиологических исследований дается оценка уровней общей и первичной заболеваемости, их динамики за последние годы, региональных особенностей распространения. Особое внимание уделено структуре БСК, определяющей доминирующую роль ишемической болезни сердца и цереброваскулярных заболеваний.*

*Анализируются ключевые факторы риска, включая поведенческие, биологические и социально-экономические детерминанты. В заключении формулируются основные выводы и перспективные направления по усилению профилактической работы и совершенствованию системы кардиологической помощи для снижения бремени БСК в РФ.*

**Ключевые слова:** болезни системы кровообращения, сердечно-сосудистая заболеваемость, смертность от БСК, ишемическая болезнь сердца, артериальная гипертензия, факторы риска, эпидемиологический анализ, российская статистика здравоохранения.

**А**ктуальность исследования проблем заболеваемости болезнями системы кровообращения (БСК) в Российской Федерации обусловлена их исключительной ролью в формировании негативных демографических тенденций, показателей общественного здоровья и значительных экономических потерь. Несмотря на отмечаемое в последнее десятилетие снижение смертности от сердечно-сосудистых причин, они продолжают оставаться лидирующей причиной смерти, составляя около 45 % от общей смертности населения.

Это определяет приоритетность кардиоваскулярной патологии в национальных проектах и стратегиях в сфере здравоохранения, таких как национальный проект «Здравоохранение» и федеральный проект «Борьба с сердечно-сосудистыми заболеваниями». Мониторинг и глубокий анализ заболеваемости, в отличие от смертности, позволяют оценить распространенность патологии на более ранних стадиях, прогнозировать будущую нагрузку на систему здравоохранения и оценивать эффективность профилактических мероприятий на популяционном уровне [2].

Целью данного исследования является анализ текущего состояния, динамики и структуры заболеваемости болезнями системы кровообращения среди населения Российской Федерации.

Для достижения поставленной цели были сформулированы следующие задачи:

1. Оценить общие тенденции и уровни общей и первичной заболеваемости БСК в РФ на основе официальных статистических данных.
2. Проанализировать структуру заболеваемости БСК с выделением ведущих нозологических форм.
3. Выявить региональные особенности и различия в распространенности БСК по субъектам РФ.
4. Рассмотреть основные модифицируемые и не модифицируемые факторы риска, влияющие на показатели заболеваемости.
5. Сформулировать выводы и практические рекомендации, направленные на совершенствование системы профилактики и контроля БСК.

Согласно последним опубликованным данным Росстата и Минздрава России, в 2024 году общая заболеваемость БСК (все зарегистрированные случаи заболеваний у населения) составила около 450 случаев на 1000 населения. Показатель первичной заболеваемости (вновь выявленные случаи в отчетном году) находится на уровне 25–27 случаев на 1000 населения. Эти цифры свидетельствуют о чрезвычайно высокой распространенности данной патологии, означая, что с кардиоваскулярными диагнозами живут десятки миллионов россиян. Динамика последних лет показывает определенную стабилизацию и даже некоторый рост показателей заболеваемости при одновременном снижении смертности [1].

Этот феномен может объясняться совокупностью факторов: совершенствованием диагностики (внедрением диспансеризации и профилактических осмотров), улучшением регистрации заболеваний, а также реальным увеличением распространенности факторов риска и «старением» патологии за счет снижения летальности при острых формах, что приводит к накоплению контингентов больных с хроническими формами БСК.

Структура заболеваемости БСК в России имеет четко выраженную иерархию. На первом месте по показателям как общей, так и первичной заболеваемости находится артериальная гипертензия (АГ). На ее долю приходится более 60 % всех зарегистрированных случаев БСК. Гипертоническая болезнь является ключевым фактором риска развития более тяжелых осложнений, формируя обширную группу пациентов, требующих постоянного наблюдения.

Второе место по распространенности занимает ишемическая болезнь сердца (ИБС), включающая стабильную стенокардию, постинфарктный кардиосклероз и другие формы.

Третью позицию прочно удерживают цереброваскулярные заболевания, среди которых доминируют хронические формы (дисциркуляторная энцефалопатия, последствия перенесенного инсульта) и гипертен-

зивные церебральные поражения. На другие формы патологии (сердечная недостаточность, болезни артерий, вен) в структуре заболеваемости приходится меньшая доля, однако их клиническое и прогностическое значение крайне велико.

Анализ заболеваемости БСК по федеральным округам и субъектам РФ выявляет существенные различия, которые могут достигать 2–3-кратного размера. Наиболее неблагополучными регионами с consistently высокими показателями традиционно являются территории Северо-Западного, Сибирского и Дальневосточного федеральных округов [4]. Например, высокие уровни регистрируются в Новгородской, Псковской областях, Алтайском крае, Республике Тыва. Более благоприятная ситуация наблюдается в некоторых регионах Северного Кавказа и Южного федерального округа.

Такая дифференциация обусловлена комплексом причин: возрастной структурой населения (более высокая доля пожилых в регионах европейской части и северных территориях), различиями в доступности и качестве первичной медико-санитарной помощи и диспансеризации, климатогеографическими условиями, а также распространенностью поведенческих факторов риска (потребление алкоголя, характер питания, уровень стресса) и социально-экономическим благополучием территорий.

Рост заболеваемости БСК напрямую коррелирует с распространенностью основных модифицируемых факторов риска. Согласно данным эпидемиологических исследований, в России сохраняется крайне высокий уровень:

- 1) Потребления табака: несмотря на положительную динамику, распространенность курения среди взрослого населения остается одной из ведущих причин развития атеросклероза и АГ.
- 2) Нерационального питания: характеризуется избыточным потреблением соли, насыщенных жиров, простых углеводов и недостатком овощей, фруктов, цельнозерновых продуктов.
- 3) Избыточной массы тела и ожирения: более чем у половины взрослого населения РФ отмечается избыточный вес, что является независимым фактором риска АГ, ИБС и диабета.
- 4) Низкой физической активности: гиподинамия стала типичным образом жизни для значительной части городского и сельского населения.
- 5) Злоупотребления алкоголем: эпизоды потребления больших доз алкоголя (паттерн «бинг-дринкинга») провоцируют острые сердечно-сосудистые катастрофы.

Неадекватного контроля артериальной гипертензии: Значительная часть пациентов с установленным диагнозом АГ не достигает целевых значений артериального давления из-за низкой приверженности лечению или недостаточной коррекции терапии. К не модифицируемым факторам относятся возраст, мужской пол и отягощенная наследственность [6].

Существующая система организации кардиологической помощи, ориентированная в последние годы на со-

здание сосудистых центров для лечения острых форм (инфаркт миокарда, инсульт), доказала свою эффективность в снижении смертности. Однако для контроля заболеваемости критически важна работа на первичном звене здравоохранения. Качество активного выявления заболеваний на ранних стадиях в рамках диспансеризации и профилактических осмотров остается неравномерным. Существует проблема гипердиагностики (особенно АГ при разовых измерениях) и, одновременно, недооценки совокупного кардиоваскулярного риска. Недостаточное внимание уделяется мотивированию пациентов к изменению образа жизни и длительному, часто пожизненному, приверженному лечению. Все это приводит к тому, что в статистику заболеваемости пациенты часто попадают уже с развернутой клинической картиной, а не на стадии управляемых факторов риска.

Проведенный анализ позволяет сделать следующие основные выводы:

1. Болезни системы кровообращения сохраняют характер эпидемии в Российской Федерации, о чем свидетельствуют экстремально высокие показатели общей и первичной заболеваемости, исчисляемые тысячами на 100 тысяч населения.

2. Структура заболеваемости определяется доминированием артериальной гипертензии, ишемической болезни сердца и цереброваскулярных заболеваний, что за-дает ключевые цели для системы здравоохранения.

3. Наблюдается выраженная региональная неоднородность в распространенности БСК, требующая дифференцированного подхода к планированию ресурсов и профилактических программ.

4. Основной движущей силой роста заболеваемости остается высокая распространенность модифицируемых поведенческих факторов риска среди населения, борьба с которыми выходит за рамки чисто медицинских вмешательств.

5. Достигнутый прогресс в снижении смертности от острых сердечно-сосудистых событий должен быть подкреплен стратегическим смещением акцентов в сторону массовой, качественной первичной и вторичной профилактики на уровне первичного звена здравоохранения.

6. Перспективными направлениями для снижения заболеваемости БСК являются: усиление межведомственного подхода в формировании здорового образа жизни (регулирование питания, среды, свободной от табака), цифровизация мониторинга пациентов с факторами риска, внедрение современных моделей диспансерного наблюдения с использованием шкал суммарного риска, а также непрерывное медицинское образование врачей первичного звена по вопросам кардиоваскулярной профилактики. Только комплексный популяционный и индивидуальный подход позволит переломить негативные тенденции и снизить колоссальное бремя болезней системы кровообращения для российского общества.

#### Литература:

1. Бойцов С. А., Самородская И. В., Ягудина Р. И. Экономическое бремя сердечно-сосудистых заболеваний в Российской Федерации // Кардиоваскулярная терапия и профилактика. — 2023. — Т. 22, № 1. — С. 5–12.
2. Драпкина О. М., Концевая А. В., Калинина А. М. и др. Анализ реализации федерального проекта «Борьба с сердечно-сосудистыми заболеваниями»: достижения и вызовы // Профилактическая медицина. — 2023. — Т. 26, № 4. — С. 15–23.
3. Концевая А. В., Драпкина О. М., Калинина А. М. и др. Распространенность факторов риска сердечно-сосудистых заболеваний в российской популяции по данным эпидемиологического исследования ЭССЕ-РФ-2 // Кардиология. — 2022. — Т. 62, № 5. — С. 12–20.
4. Оганов Р. Г., Масленникова Г. Я. Сердечно-сосудистые заболевания в России во второй четверти XXI века: тенденции и возможности влияния // Терапевтический архив. — 2022. — Т. 94, № 1. — С. 5–9.
5. Федеральная служба государственной статистики (Росстат) [Электронный ресурс]. — URL: <https://rosstat.gov.ru/folder/13721> (дата обращения: 11.01.2026).
6. Шальнова С. А., Концевая А. В., Карпов Ю. А. и др. Заболеваемость и смертность от болезней системы кровообращения в России: что показывают последние данные? // Рациональная фармакотерапия в кардиологии. — 2023. — Т. 19, № 1. — С. 89–97.

## Мониторинг и оценка заболеваемости патологиями системы кровообращения в РФ на основе официальных данных

Бикбаев Артем Вадимович, студент;

Жакупова Даина Аягановна, студент;

Дробахин Владислав Алексеевич, студент

Научный руководитель: Сидорова Ирина Геннадьевна, кандидат медицинских наук, доцент

Оренбургский государственный медицинский университет

В работе рассмотрена проблема высокой заболеваемости болезнями системы кровообращения (БСК) в Российской Федерации как ведущей причины смертности населения, что в свою очередь придает данной проблеме актуальность. Информационные источники, на которые происходила опора в написании статьи, предоставляют данные о количестве заболеваний и смертности от БСК в РФ за последние годы. Группой рассмотрены основные причины возникновения БСК, а также превентивные меры, направленные на борьбу с данной проблемой. Цель исследования: всесторонний анализ заболеваемости БСК населения РФ с целью выявления основных тенденций и факторов, влияющих на показатели заболеваний сердечно-сосудистой системы. Задачи: изучить статистику заболеваемости и смертности от сердечно-сосудистых заболеваний в РФ; рассмотреть основные причины, влияющие на рост заболеваемости сердечно-сосудистыми заболеваниями в стране; проанализировать методы диагностики и профилактики сердечно-сосудистых заболеваний.

**Ключевые слова:** болезни системы кровообращения (БСК), артериальная гипертензия (АГ), ишемическая болезнь сердца (ИБС), факторы риска, профилактика, диагностика, заболеваемость в России.

В современном мире основную угрозу для здоровья населения представляют неинфекционные заболевания. Лидирующее место среди них по своей медико-социальной значимости занимают болезни сердечно-сосудистой системы (БСК). Они являются ведущей причиной заболеваемости, инвалидизации и смертности взрослого населения, определяя демографические тенденции и нагрузку на системы здравоохранения. Особую тревогу вызывает устойчивая тенденция к «омоложению» этих патологий, а также их стремительное распространение не только в развитых, но и в развивающихся странах, что трансформирует проблему из региональной в абсолютно глобальную.

Эта общемировая тенденция, в полной мере актуальная как для России, так и для большинства государств, открывает возможность для глубокого междисциплинарного анализа. Понимание истинного масштаба кризиса требует всестороннего изучения не только эффективности медицинских систем, но и фундаментальных основ образа жизни, условий и характера труда, экологической обстановки и множества других детерминант, которые будут рассмотрены далее.

Чтобы объективно оценить масштаб БСК в РФ, необходимо обратиться к статистическим данным. В России на долю сердечно-сосудистых патологий приходится около 20,6 % в структуре общей заболеваемости взрослого населения. Ежегодно от этих заболеваний погибает порядка 1 миллиона человек, что составляет от 46 % [1] до 56 % [2] от общей смертности в стране, в зависимости от методики подсчета. Социально-экономические последствия не менее тяжелы: БСК являются причиной примерно 25 % всех случаев утраты трудоспособности среди работающих граждан, что наносит прямой удар по человеческому капиталу и экономическому развитию [3].

Приведенные цифры позволяют осознать колоссальный масштаб проблемы. Борьба с ней требует колоссальных финансовых вложений, мобилизации людских ресурсов, внедрения инновационных технологий диагностики и лечения, а также перестройки системы профилактики.

Для понимания тенденций в динамике необходимо рассмотреть динамику за разные периоды. Так, с 1995 по 2016 год прирост общей заболеваемости БСК в России составил 33,9 %. Динамика первичной заболеваемости была волнообразной: резкий рост (12,9 %) в 1990-е годы сменился периодом относительной стабилизации (1,4–1,6 % в 2000–2006 гг.), после чего показатель вновь начал увеличиваться [4]. Более свежие данные подтверждают устойчивую негативную тенденцию: с 2019 по 2023 год общая заболеваемость БСК среди взрослых выросла на 8,7 %, а первичная — на 2,1 % [5].

Таким образом, несмотря на развитие медицинских технологий, совершенствование лекарственных средств и накопление знаний, общая и первичная заболеваемость продолжает расти, хотя темпы этого роста и несколько замедлились по сравнению с более поздними данными. Это указывает на то, что одних лишь медицинских вмешательств недостаточно; ключ к решению проблемы лежит в плоскости управления факторами риска.

Для понимания причин эпидемии сердечно-сосудистых заболеваний необходимо детально рассмотреть их ключевые факторы риска, которые условно делятся на неуправляемые (наследственность, возраст, пол) и управляемые, напрямую связанные с образом жизни и окружающей средой. Именно на последние, поддающиеся коррекции, следует обратить первоочередное внимание, поскольку они формируют основной массив предотвратимых случаев болезней и смертей.

Особое место в этом ряду занимает артериальная гипертензия (АГ). Это хроническое заболевание, выступающее в роли главного «включателя» негативного сосудистого сценария, диагностировано у 40 % взрослых россиян [6]. АГ является прямым предшественником и провокатором тяжелейших осложнений: ишемической болезни сердца (ИБС), инфаркта миокарда и мозгового инсульта. Именно через призму гипертонии реализуется значительная доля риска высокой летальности от БСК. Картину усугубляет крайне низкая приверженность лечению: лишь 10–15 % пациентов с установленным диагнозом АГ осознанно и системно следуют назначенному терапии [6]. Учитывая, что гипертензия — основной модифицируемый фактор риска развития ИБС, а на саму ИБС приходится более половины всех смертей от сердечно-сосудистых причин [7], становится очевидным, что контроль над АГ является критическим фронтом в этой борьбе. Можно утверждать, что в большинстве случаев фатального сердечно-сосудистого «сценария» именно с неконтролируемой гипертонии запускается цепь необратимых событий.

Ниже рассмотрены фундаментальные причины, которые являются виновниками как в появлении самой АГ, так и в прямом повреждении сердечно-сосудистой системы согласно работе под ред. Ю. Н. Беленкова, Р. Г. Оганова [8].

1. Курение остается одним из наиболее значимых и агрессивных поведенческих факторов. В России эта привычка исторически широко распространена, особенно среди мужчин. Табачный дым вызывает прямое повреждение эндотелия сосудов, резко ускоряет формирование атеросклеротических бляшек и повышает склонность к тромбообразованию. Исследования, такие как масштабное Nurses' Heart Study, демонстрируют, что риск фатальной ИБС у курильщиков значительно выше.

2. Дислипидемия (нарушение баланса холестерина и его фракций) — это биохимическая основа атеросклероза. Более чем у половины взрослого населения России (55 %) уровень общего холестерина превышает пороговые значения, безопасные для сосудов. Накопление «плохого» холестерина (ЛПНП) в стенках артерий не только сужает их просвет, но и напрямую способствует потере эластичности и развитию гипертензии. Важным позитивным моментом является тот факт, что коррекция этого показателя приводит к значимому снижению частоты сердечно-сосудистых катастроф.

3. Ожирение, распространенность которого в России с 1990-х годов существенно выросла, создает многокомпонентную нагрузку на организм. Избыточная масса тела ассоциирована с повышением риска смерти от инсульта. Часто ожирение выступает не изолированно, а в рамках метаболического синдрома, включающего также АГ, инсулинорезистентность (или диабет 2 типа) и ту же дислипидемию.

4. Гиподинамия, характерная для большинства взрослого населения в условиях урбанизации и сидячего труда,

является прямой причиной значительной доли случаев ИБС. При этом данные показывают, что лишь небольшая часть взрослых поддерживает достаточный уровень физической активности, хотя доказано, что регулярные аэробные нагрузки способны существенно снижать сердечно-сосудистые риски.

5. Потребление алкоголя демонстрирует сложную, нелинейную связь с сердечно-сосудистой смертностью, описываемую U-образной кривой: минимальные риски наблюдаются при крайне умеренном, ограниченном потреблении, в то время как полный отказ (в популяциях с исторически сложившейся культурой потребления) и, тем более, злоупотребление — значительно повышают риски.

6. Психоэмоциональные факторы — хронический стресс, депрессия, тревожные расстройства — являются полноправными патогенетическими агентами. Согласно данным международного исследования INTERHEART, психосоциальный стресс независимо повышает риск развития острого инфаркта миокарда, сопоставимо по силе влияния с традиционными факторами. Кроме того, депрессия напрямую снижает приверженность пациента к лечению, ухудшая долгосрочный прогноз [8].

Таким образом, эпидемия БСК в России имеет ясную и предотвратимую причинно-следственную структуру. В её основе лежит высокая распространённость управляемых факторов.

Эффективное противодействие сердечно-сосудистым заболеваниям (ССЗ) строится на двух неразрывных основах: современной диагностике и вытекающей из неё системной профилактике. Современная кардиология использует многоуровневый алгоритм, позволяющий не просто поставить диагноз, а оценить индивидуальные риски и разработать персональную стратегию сохранения здоровья, опираясь на труд под ред. Е. В. Шляхто [9].

Диагностический процесс при сердечно-сосудистых заболеваниях строится по принципу от простого к сложному.

Он начинается с фундаментальных клинических методов: беседы с пациентом, сбора семейного анамнеза, физикального осмотра и измерения артериального давления. Эти шаги позволяют выявить основные факторы риска и определить направление обследования.

На следующем этапе подключаются неинвазивные инструментальные исследования. К ним относятся:

— ЭКГ и её разновидности (Холтер, нагрузочные тесты) для обнаружения аритмий и ишемии.

— УЗИ сердца — «золотой стандарт» для визуализации камер сердца, клапанов и оценки сократимости.

— МРТ сердца, выявляющее рубцы после инфаркта и оценивающее жизнеспособность миокарда.

Если информации недостаточно или требуется планирование операции, переходят к инвазивной диагностике. Её основной метод — коронарная ангиография, которая показывает состояние артерий, что критически важно для реваскуляризации.

Параллельно ведется лабораторная диагностика, включающая как общеклинические анализы, так и определение биомаркеров (например, тропонин для выявления инфаркта, D-димер — для диагностики тромбозов).

Молекулярно-генетическая диагностика выявляет наследственные причины болезней (кардиомиопатии, аритмии), а также применяется для посмертного установления причины внезапной смерти и организации скрининга родственников.

Данные, полученные в ходе комплексной диагностики, становятся основой для построения многоуровневой системы профилактики, адаптированной к индивидуальным рискам каждого человека.

1. Первичная профилактика адресована в первую очередь здоровым людям, особенно с наличием факторов риска. Её суть состоит в коррекции образа жизни: отказ от курения, рациональном питании с ограничением соли и насыщенных жиров, регулярной физической активности и контроле веса, артериального давления, холестерина и глюкозы крови.

2. Вторичная профилактика предназначена для пациентов с уже диагностированным сердечно-сосудистым заболеванием. Её целью является предотвращение прогрессирования болезни и развития тяжелых осложнений (повторных инфарктов, инсультов, сердечной недостаточности). Помимо соблюдения правил здорового образа жизни, она предполагает длительную медикаментозную терапию, включающую препараты для контроля давления, снижения холестерина (статины), предотвращения тромбообразования (антиагреганты) и другие.

3. Персонализированная профилактика является высшим уровнем, основанным на результатах углублённой диагностики. Она подразумевает выбор конкретной тактики, исходя из уникальных особенностей заболевания

у данного пациента. Сюда относится решение о виде хирургического вмешательства на основании данных ангиографии, установка специальных устройств (например, кардиовертера-дефибриллятора для предотвращения внезапной смерти у пациентов с высоким риском аритмий), а также превентивное наблюдение и лечение для членов семьи в случае выявления наследственных синдромов [9].

В итоге, в основе современной борьбы с сердечно-сосудистыми заболеваниями лежит единый цикл, неразрывно связывающий диагностику и профилактику. Комплексная диагностика, нацеленная на глубокую оценку индивидуального риска, служит прямым основанием для построения персонализированной системы профилактики — от коррекции образа жизни до высокотехнологичных вмешательств. Этот подход позволяет перейти от тактики лечения уже возникших осложнений к стратегии проактивного управления рисками, что является ключевым условием для кардинального снижения заболеваемости и смертности от БСК.

Таким образом, сердечно-сосудистые заболевания представляют собой глобальную и национальную медико-социальную проблему, масштабы которой в России определяются высокой смертностью и инвалидизацией населения. Устойчивый рост заболеваемости, несмотря на развитие медицинских технологий, свидетельствует о том, что ключевой причиной эпидемии является высокая распространённость управляемых факторов риска, прежде всего артериальной гипертензии, нездорового образа жизни и поведенческих паттернов. Следовательно, кардинальное изменение ситуации возможно лишь через приоритет превентивной стратегии, основанной на интеграции современных методов ранней диагностики, управления индивидуальными рисками и системной междисциплинарной профилактики, направленной на коррекцию этих фундаментальных причин.

#### Литература:

1. Виноградова, И. А. Основы медицинских знаний: учебник / И. А. Виноградова, С. В. Горанская, А. И. Горанский. — Москва: ГЭОТАР-Медиа, 2024. — 248 с. — ISBN 978-5-9704-8102-8, DOI: 10.33029/9704-8102-8-OMZ-2024-1-248. — Электронная версия доступна на сайте ЭБС «Консультант студента»: [сайт]. URL: <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785970481028.html>
2. Проведение профилактических мероприятий: учебное пособие / С. И. Двойников, Ю. А. Тарасова, И. А. Фомушкина, Э. О. Костюкова; под ред. С. И. Двойникова. — 2-е изд., перераб. и доп. — Москва: ГЭОТАР-Медиа, 2024. — 520 с. — ISBN 978-5-9704-8610-8. — Электронная версия доступна на сайте ЭБС «Консультант студента»: [сайт]. URL: <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785970486108.html>
3. Горохова, С. Г. Основы профессиональной кардиологии. Сердечно-сосудистые заболевания при трудовой деятельности: учебное пособие для врачей / С. Г. Горохова, О. Ю. Атьков. — Москва: ГЭОТАР-Медиа, 2023. — 344 с. — ISBN 978-5-9704-7604-8, DOI: 10.33029/9704-7604-8-FPC-2023-1-344. — Электронная версия доступна на сайте ЭБС «Консультант студента»: [сайт]. URL: <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785970476048.html>
4. Элланский, Ю. Г. Общественное здоровье и здравоохранение: учебник / Ю. Г. Элланский и др. — Москва: ГЭОТАР-Медиа, 2023. — 624 с. — ISBN 978-5-9704-7435-8. — Текст: электронный // ЭБС «Консультант студента»: [сайт]. — URL: <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785970474358.html>
5. Енина Е. Н., Вайсман Д. Ш., Богданова Т. Г. Динамика заболеваемости болезнями системы кровообращения и охвата диспансерным наблюдением взрослого населения Российской Федерации в 2019–2023 гг. Социальные аспекты здоровья населения [сетевое издание] 2024; 70(6):1. Режим доступа: [http://vestnik.mednet.ru/content/view/1694/30/lang\\_ru/](http://vestnik.mednet.ru/content/view/1694/30/lang_ru/) DOI: 10.21045/2071-5021-2024-70-6-1

6. Беленков, Ю. Н. Кардиология / под ред. Ю. Н. Беленкова, Р. Г. Оганова — Москва: ГЭОТАР-Медиа, 2011. — 1232 с. (Серия «Национальные руководства») — ISBN 978-5-9704-2767-5. — Текст: электронный // ЭБС «Консультант студента»: [сайт]. — URL: <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785970427675.html>
7. Система гемостаза. Теоретические основы и клиническая практика: национальное руководство / под ред. О. А. Рукавицына, С. В. Игнатьева. — Москва: ГЭОТАР-Медиа, 2025. — 944 с. — ISBN 978-5-9704-9219-2, DOI: 10.33029/9704-8497-5-THS-2024-1-944. — Электронная версия доступна на сайте ЭБС «Консультант студента»: [сайт]. URL: <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785970492192.html>
8. Беленков, Ю. Н. Кардиология / под ред. Ю. Н. Беленкова, Р. Г. Оганова — Москва: ГЭОТАР-Медиа, 2011. — 1232 с. (Серия «Национальные руководства») — ISBN 978-5-9704-2767-5. — Текст: электронный // ЭБС «Консультант студента»: [сайт]. — URL: <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785970427675.html>
9. Шляхто, Е. В. Кардиология. Национальное руководство. Краткое издание / под ред. Е. В. Шляхто. — 2-е изд., перераб. и доп. — Москва: ГЭОТАР-Медиа, 2023. — 816 с. — ISBN 978-5-9704-7537-9. — Текст: электронный // ЭБС «Консультант студента»: [сайт]. — URL: <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785970475379.html>

## Факторы, влияющие на распространенность ИППП в различных группах населения. Возрастно-половые особенности. Профилактика ИППП (на примере Оренбургской области)

Большов Владислав Владимирович, студент

Научный руководитель: Сидорова Ирина Геннадьевна, кандидат медицинских наук, доцент  
Оренбургский государственный медицинский университет

*В работе проанализирована структура заболеваемости инфекциями, передаваемыми половым путем (ИППП), в Оренбургской области за 2020–2024 годы с оценкой возрастно-половых особенностей и выявлением групп повышенного риска.*

*Для бактериальных ИППП молодежь 18–29 лет — ключевая группа риска с преобладанием мужчин (M/F при гонорее — 2,38; при сифилисе — 1,78). ВИЧ-инфекция сместилась в сторону лиц старше 30 лет (88,6 % новых случаев), с доминированием гетеросексуального пути передачи (89,8 %). Заболеваемость ВИЧ в области (61,53 на 100 тыс. в 2024 г.) превышает среднероссийские показатели. Вакцинопрофилактика гепатита В эффективна (охват 97,3–97,4 % у детей), но сохраняется высокая распространенность хронических гепатитов, преимущественно гепатита С (83,6 %), с превышением среднероссийского уровня на 15,1 %.*

*Необходимо разработать адресные профилактические мероприятия, дифференцированные по возрастным группам и социальным кластерам, с усиливанием первичной профилактики, ранним выявлением инфекций в уязвимых контингентах и повышением охвата скринингом населения.*

**Ключевые слова:** ИППП, ВИЧ, ВИЧ-инфекция, вирусные гепатиты, эпидемиология, возрастно-половые особенности, профилактика.

**Aктуальность исследования.** Распространение инфекций, передаваемых половым путем (ИППП), в современной эпидемиологической ситуации характеризуется опасной тенденцией к генерализации эпидемии. Всё чаще инфицирование ВИЧ, сифилисом, гонореей и гепатитом В и С регистрируется среди общего населения, включая лиц, не относящихся к традиционным группам повышенного риска. [5]

Это требует принципиального пересмотра профилактических стратегий: необходимо разработка новых тактик профилактики для широких слоёв населения, основанных на анализе реальной эпидемиологической ситуации и выявлении факторов, способствующих распространению инфекций в общей популяции.

Настоящее исследование актуально, так как направлено на анализ динамики распространения ИППП в Оренбург-

ской области среди различных социально-демографических групп населения, выявление возрастно-половых особенностей заболеваемости и определение приоритетных направлений профилактики на региональном уровне.

**Цель исследования.** Проанализировать структуру заболеваемости инфекциями, передаваемыми половым путем, в Оренбургской области, оценить различия по полу и возрасту, а также охарактеризовать показатели/распространенность среди групп уязвимости. На основе полученных результатов определить приоритетные группы для профилактических мероприятий и предложить меры по совершенствованию региональной профилактики.

**Материалы и методы.** Проведено ретроспективное описательное эпидемиологическое исследование (вторичный анализ агрегированных данных официальной статистической отчетности и государственных докладов).

Для характеристики возрастнополовых особенностей распространённости инфекций, передающихся половым путём (ИППП), использованы показатели заболеваемости гонореей и сифилисом среди населения Оренбургской области за 2020–2022 гг. Источником информации по ВИЧ-инфекции, острым вирусным гепатитам (ОВГ) и хроническим вирусным гепатитам (ХВГ) послужили материалы государственного доклада Управления Роспотребнадзора по Оренбургской области (за соответствующие годы), а также федеральный государственный доклад Роспотребнадзора, применённые для сопоставления региональных и общероссийских тенденций.

ИППП являются социально обусловленными инфекциями, часто ведущие к стойкому ухудшению качества жизни пациентов, хроническим осложнениям, в том числе они не редко являются причинами летальных исходов [4]. Несмотря на широкую распространённость информации в публичном пространстве и СМИ, образовательных программах и сети Интернет — эпидемиологические показатели по ряду нозологий остаются стабильно высокими. Это свидетельствует о наличии устойчивых факторов риска, которые не могут быть преодолены лишь общим информированием и требуют точной, адресной диагностики на уровне конкретных территорий и социальных групп.

В контексте бактериальных ИППП использовалась информация Росстата по Оренбургской области, исследовались возрастные и половые особенности заболеваемости гонореей и сифилисом в 2020–2022 годах.

Среднее за 2020–2022 гг. отношение заболеваемости мужчин к заболеваемости женщин (M/F) составило: при гонорее — 2,38 (в 2020–2022 гг. колебания 2,05–2,73), при сифилисе — 1,78 (колебания 1,41–2,17). Таким образом, в анализируемый период мужская заболеваемость стабильно превышала женскую, при этом гендерный дисбаланс был более выражен для гонореи, чем для сифилиса.

Анализ возрастной структуры (по возрастным коэффициентам 2022 г.) показал, что максимальные уровни заболеваемости гонореей у обоих полов приходятся на группу 18–29 лет (мужчины — 84,2 на 100 тыс., женщины — 29,9 на 100 тыс.). Для количественной оценки

«группы повышенного риска» использовано сравнение максимума с средним уровнем среди взрослых возрастных групп 18+. Среднее значение для мужчин при гонорее составило 39,9 на 100 тыс., для женщин — 14,0 на 100 тыс.; следовательно, группа 18–29 лет превышала средний уровень среди взрослых в 2,11 раза у мужчин и в 2,14 раза у женщин, что позволяет отнести данную возрастную категорию к ключевой группе эпидемиологического риска. Дополнительно отмечено, что в возрастном «пике» (18–29 лет) гендерные различия при гонорее сохранялись и были выражены: M/F=2,82.

Детально данные заболеваемости в период 2020–2022 годы представлены в таблицах, для гонореи (табл. 1), для сифилиса (табл. 2) [7].

Для сифилиса максимальные значения у мужчин также зарегистрированы в группе 18–29 лет (27,8 на 100 тыс.), тогда как у женщин наибольший показатель отмечен в группе 30–39 лет (13,2 на 100 тыс.; при этом в группе 40+ у женщин по данным регистраций случаи отсутствовали). Средний уровень среди взрослых 18+ составил у мужчин 21,2 на 100 тыс., у женщин 8,6 на 100 тыс.; превышение максимума над средним достигало 1,31 раза у мужчин (18–29 лет) и 1,53 раза у женщин (30–39 лет). В возрастной группе 18–29 лет гендерные различия при сифилисе были менее выражены, чем при гонорее, однако сохранялись: M/F=2,19.

Молодежь 18–29 лет является основной группой эпидемиологического риска для обеих бактериальных ИППП, с более выраженным поражением мужского населения.

Исследование заболеваемости и распространённости вирусных инфекций, преимущественно передающиеся половым путём (ВИЧ, ОВГ и ХВГ, ОГС и ХГС)

По данным регистра на 01.01.2025 в Оренбургской области накопленно зарегистрировано 45 637 случаев ВИЧ-инфекции; число умерших ВИЧ-инфицированных (по разным причинам) составило 16 364. Поражённость ВИЧ-инфекцией в 2024 г. достигла 1530 на 100 тыс. населения (2023 г. — 1 509,4; 2022 г. — 1 385,5), что указывает на сохраняющуюся высокую распространённость инфекции в популяции.

Таблица 1

Категория	2020	2021	2022
мужчины	110,1	17,4	15,3
женщины	46,4	8,5	5,6
0–14 мужчины	0,5	-	-
0–14 женщины	-	0,6	-
15–17 мужчины	9,3	9,3	16,1
15–17 женщины	6,5	-	6,9
18–29 мужчины	55,4	58,1	84,2
18–29 женщины	34,7	20,3	29,9
30–39 мужчины	38,0	23,2	29,9
30–39 женщины	18,0	11,5	10,4
40 и более мужчины	6,2	6,7	5,5
40 и более женщины	3,2	2,9	1,7

Таблица 2

	2020	2021	2022
мужчины	14.1	16.9	14.3
женщины	10.0	7.8	8.1
0–14 мужчины	0.5	0.5	-
0–14 женщины	1.1	0.6	-
15–17 мужчины	3.1	-	3.2
15–17 женщины	9.8	3.3	-
18–29 мужчины	10.9	14.3	27.8
18–29 женщины	11.6	11.0	12.7
30–39 мужчины	23.6	21.9	20.4
30–39 женщины	23.4	19.7	13.2
40 и более мужчины	18.8	24.8	15.5
40 и более женщины	8.9	6.5	8.6

В 2024 г. зарегистрировано 1 133 впервые выявленных случаев ВИЧ-инфекции (2023 г. – 1 335; 2022 г. – 1 690), что отражает тенденцию к снижению числа новых диагнозов в сравнении с предшествующими годами.

Показатель заболеваемости в Оренбургской области в 2024 г. составил 61,53 на 100 тыс. населения, оставаясь существенно выше, чем по РФ (35,43) и ПФО (40,42) (рис. 1).

В 2024 г. женщины составили 42,8 % среди впервые выявленных случаев (2023 г. – 45,5 %; 2022 г. – 45,8 %), это указывает на незначительно меньшую вовлечённость женского населения в Эпид процесс.

Возрастная структура новых случаев характеризовалась концентрацией выявлений в старших возрастных коротах: 88,6 % впервые выявленных – лица старше 30 лет; ведущие группы – 31–40 лет (36,1 %) и 41–50 лет (33,1 %). Лица возраста 20–30 лет составляют 9,2 %. Эти данные указывают на смещение эпидпроцесса в сторону лиц 30+ лет, такая же динамика наблюдается по РФ в целом [подтв.]

В структуре путей заражения преобладает гетеросексуальный путь – 89,8 % (2023 г. – 90,0 %; 2022 г. – 88,0 %), что подтверждает доминирование полового механизма передачи и релевантность ВИЧ как индикатора небезопасного сексуального поведения в популяции. Инъекционный путь передачи через употребление наркотиков с нестерильным инструментарием составил 8,4 % и имеет тенденцию к снижению, но остаётся значимым в контексте сочетанных рисков (ИППП/ВИЧ/гепатиты), а также большей сексуальной активностью ПИН и других психоактивных веществ [2, 3].

Среди женщин доля полового пути заражения достигла 97,8 %, что косвенно указывает на вклад устойчивых гетеросексуальных контактов.

В 2024 г. обследовано на ВИЧ 619 422 человека, охват скринингом составил 33,6 % населения. Доля представителей уязвимых и ключевых групп среди обследованных была относительно небольшой (5,1 %), однако именно на

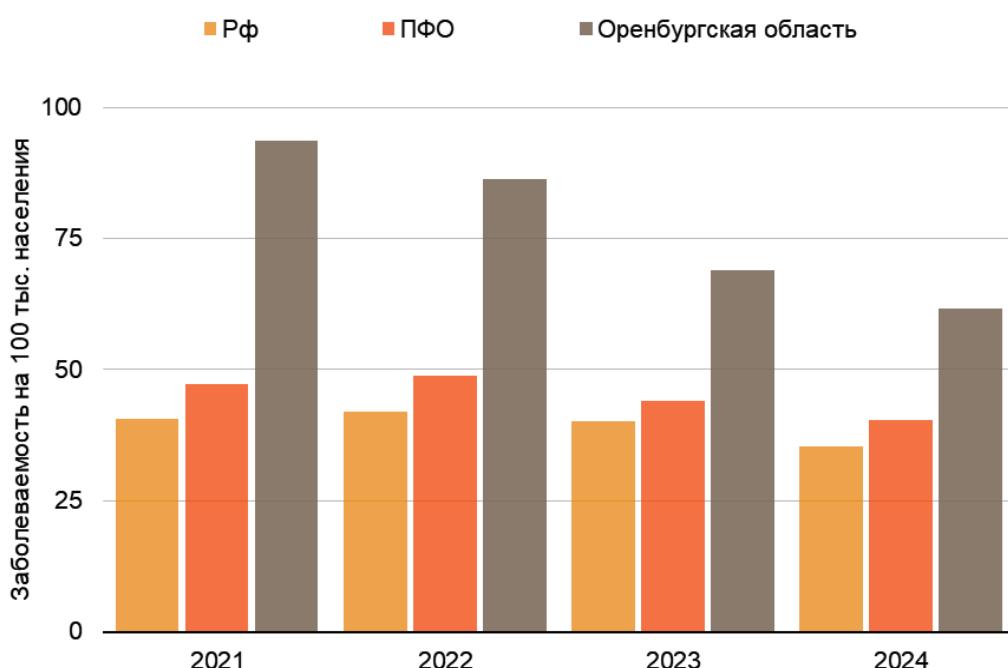


Рис. 1. Заболеваемость ВИЧ-инфекцией (на 100 тыс. населения) в 2021–2024 гг.

них пришлось 20,1 % всех новых случаев. Такое соотношение отражает высокую «концентрацию риска» в уязвимых группах при сравнительно низком охвате тестированием и поддерживает гипотезу исследования о неодинаковых факторах распространённости ИППП в разных социальных кластерах. Уровень заболевания вич в потенциально уязвимых группах может быть выше ввиду охвата скринингом лишь трети населения, в учёт надо брать скрытые течения инфекций, по поводу которых лица могут не обращать в мед организации за обследованием. Дополнительно выполнено 3 844 экспресс-теста, из них 69 положительных (позитивность около 69/3844 ≈ 1,8 %),

На 31.12.2024 на диспансерном учёте состояли 20 393 человека (95,8 % от «числа живущих с диагнозом» в используемой системе учёта). Антиретровирусную терапию получали 19 044 пациента (93,3 % от состоящих на учёте). Высокий охват терапией является важным фактором профилактики дальнейшей передачи (через снижение вирусной нагрузки), однако сохраняющаяся высокая поражённость и превышение среднероссийских показателей указывают на необходимость усиления первичной профилактики ИППП и раннего выявления.

Эпидпроцесс сконцентрирован в группах 30+, доминирует гетеросексуальный путь передачи. Однако вместе с этим замечена высокая концентрация рисков в уязвимых группах.

В течение 2022–2024 гг. эпидемиологическая ситуация по острому гепатиту В (ОГВ) в области характеризовалась уровнем заболеваемости ниже среднероссийских показателей, что косвенно указывает на сохраняющуюся эффективность комплекса профилактических мер, прежде всего вакцинопрофилактики. Важным благоприятным признаком является отсутствие зарегистрированных случаев ОГВ среди детского населения на протяжении всего анализируемого периода (2022–2024 гг.), что согласуется с высоким охватом плановой иммунизацией в детских возрастных группах и снижением риска реализации парентеральных и вертикальных путей передачи в данной когорте.

Ключевой компонент специфической профилактики ОГВ – вакцинация в рамках национального календаря профилактических прививок. В 2024 г. против гепатита В привито 21 492 человека (для сравнения: 17 096 – в 2023 г.; 23 905 – в 2022 г.), из них 16 103 ребенка (2023 г. – 16 577; 2022 г. – 17 794). Охват вакцинацией детей в возрасте 1 года в 2024 г. составил 97,3 % (2023 г. – 97,2%; 2022 г. – 97,5 %), а доля детей, получивших своевременную трехкратную иммунизацию к достижению 12 месяцев, – 97,4 % (2023 г. – 97,2%; 2022 г. – 97,4 %). Таким образом, показатели охвата у детей стабильно превышают регламентированный порог 95 %, что формирует надежную популяционную иммунную прослойку и является причиной отсутствия заболеваемости в детской группе.

Среди взрослого населения отмечена положительная динамика охвата иммунизацией. В группе 18–35 лет охват

увеличился с 99,5 % в 2023 г. до 99,7 % в 2024 г.; в группе 36–59 лет – с 94,8 % до 97,1 %. Рост охвата у взрослых имеет принципиальное значение с учетом роли парентеральных и половых факторов передачи, а также возможного пересечения групп риска по гемоконтактным инфекциям (включая ВИЧ), что требует сохранения настороженности и регулярного тестирования в уязвимых контингентах.

На долю острого гепатита С (ОГС) в структуре острых вирусных гепатитов в 2024 году приходилось 28,6 % (2023 г. – 20,3 %, 2022 г. – 45,5 %). Зарегистрировано 18 случаев, показатель заболеваемости составил 0,98 на 100 тыс. населения, что выше уровня 2023 г. (0,52) в 1,9 раза и 2022 г. (0,77) в 1,3 раза и в целом соответствует среднероссийскому уровню (Российская Федерация – 0,99 на 100 тыс. населения). Заболеваемость ОГС отмечена в 7 административных территориях области (2023 г. – 4; 2022 г. – 7) и была представлена единичными случаями. В течение 2022–2024 гг. среди детей до 17 лет случаи ОГС не регистрировались.

На фоне низких показателей заболеваемости острыми формами гепатитов В и С сохраняются стабильно высокие уровни заболеваемости впервые выявленными хроническими вирусными гепатитами (ХВГ), что определяет основную эпидемиологическую нагрузку. В 2024 г. зарегистрировано 880 случаев ХВГ (2023 г. – 766; 2022 г. – 475), показатель – 47,79 на 100 тыс. населения, что выше уровня 2023 г. на 14,9 % и выше уровня 2022 г. в 2 раза; превышение среднего показателя по Российской Федерации составило 8,3 % (РФ – 44,13 на 100 тыс. населения).

В структуре ХВГ преобладает хронический вирусный гепатит С (ХГС) – 83,6 % (2023 г. – 79,0 %; 2022 г. – 81,5 %); в 2022–2024 гг. заболеваемость ХГС превышала заболеваемость хроническим гепатитом В (ХГВ) в 3,8–5,2 раза. Таким образом ХГС занимает ведущую роль, как длительного резервуара инфекции.

Заболеваемость ХГВ в 2024 г. выросла в 1,7 раза по сравнению с 2022 г.: зарегистрирован 141 случай (7,66 на 100 тыс. населения; 2023 г. – 8,33; 2022 г. – 4,49). Показатель ниже среднего по стране на 18,2 % (РФ – 9,37). Среди детей зарегистрировано 2 случая в возрасте 3–6 лет (в 2023 г. – 1 случай 15–17 лет; в 2022 г. – случаев не было), что требует эпидемиологического разбирательства по каждому эпизоду с оценкой возможных путей инфицирования, в том числе перинатального и медицинских вмешательств.

Уровень заболеваемости ХГС по сравнению с 2023 г. и 2022 г. вырос на 27,7 % и в 2 раза соответственно: 39,97 на 100 тыс. населения (2023 г. – 31,29; 2022 г. – 19,75), что выше среднего показателя по Российской Федерации на 15,1 % (РФ – 34,71).

Практически все случаи ХГС регистрируются среди взрослых – 99,2 % (аналогично 2022–2023 гг.). Среди детей в 2024 г. зарегистрировано 6 случаев (2023 г. – 6; 2022 г. – 3), в том числе 2 – у детей до 2 лет, рожденных от инфицированных ВГС матерей, что подтверждает актуальность выявления ВГС у беременных, маршрутизации и последующего наблюдения детей из групп перинатального риска.

С 2007 г. в области проводится лечение больных ХВГ: за 2007–2024 года терапией охвачено 5 047 человек, в том числе в 2024 г. – 1 286 человек.

## Заключение

Молодежь в возрасте 18–29 лет остается ключевой группой риска для бактериальных инфекций, особенно гонореи, где мужская заболеваемость превышает женскую в 2,8 раза. Для этой возрастной категории необходимо усилить первичную профилактику, в то время как эпидемиологический процесс по ВИЧ-инфекции сместился в сторону лиц старше 30 лет, учитывая, что показатель заболеваемости в Оренбургской области существенно превышает среднероссийские показатели, необходимо расширение охвата скринингом населения за счет включения групп 30–50 лет в программы массового тестирования. Особое внимание должно быть уделено уязвимым контингентам, которые при составлении лишь 5,1 % от обследованных лиц дают 20,1 % всех новых диагнозов, что указывает на высокую концентрацию риска в этих группах. Для них требуется применение более строгих мер контроля, включая регулярное обя-

зательное тестирование, обеспечение доступа к антиретровирусной терапии и профилактическим препаратам, а также социальную поддержку. Общий подход к профилактике ИППП в Оренбургской области должен предусматривать разработку адресных, дифференцированных по возрастным группам и социальным кластерам программ. Необходимо расширение охвата скринингом населения, особенно в возрастных группах 30–50 лет и уязвимых контингентах, с применением как экспресс-тестов, так и лабораторных методов диагностики. Информационная работа должна быть интенсифицирована в образовательных учреждениях, медицинских организациях и через средства массовой информации, с учетом специфики восприятия информации различными возрастными группами. Строгие меры контроля, включая обязательное тестирование и диспансеризацию, должны применяться в отношении уязвимых групп населения, при этом обеспечивая доступность лечения и социальную поддержку инфицированных лиц. Только комплексный, многоуровневый подход, сочетающий первичную профилактику, раннее выявление и эффективное лечение, позволит снизить распространенность ИППП и улучшить эпидемиологическую ситуацию в регионе.

## Литература:

1. Федеральная служба по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека (Роспотребнадзор). Государственный доклад «О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения в Российской Федерации в 2023 году» [Электронный ресурс]. URL: [https://www.rosпотребnadzor.ru/upload/iblock/fbc/sd3prfszlc9c2r4xbmsb7o3us38nrvpk/Gosudarstvennyy-doklad-\\_O-sostoyaniis-sanitarno\\_epidemiologicheskogo-blagopoluchiyanaseleniya-v-Rossiyskoy-Federatsii-v-2023-godu\\_.pdf](https://www.rosпотребnadzor.ru/upload/iblock/fbc/sd3prfszlc9c2r4xbmsb7o3us38nrvpk/Gosudarstvennyy-doklad-_O-sostoyaniis-sanitarno_epidemiologicheskogo-blagopoluchiyanaseleniya-v-Rossiyskoy-Federatsii-v-2023-godu_.pdf) (дата обращения: 18.01.2026).
2. Lan C. W., Scott-Sheldon L. A., Carey K. B., Johnson B. T., Carey M. P. Prevalence of Alcohol Use, Sexual Risk Behavior, and HIV Among Russians in High-Risk Settings: a Systematic Review and Meta-Analysis // International Journal of Behavioral Medicine. 2017. Vol. 24, No. 2. P. 180–190. DOI: 10.1007/s12529-016-9596-1.
3. Антонова Д. В., Бочаров В. В., Хрусталева Н. С. Рискованное сексуальное поведение лиц с вирусом иммунодефицита человека // Медико-биологические и социально-психологические проблемы безопасности в чрезвычайных ситуациях. 2019. № 4. С. 79–87. DOI: 10.25016/2541-7487-2019-0-4-79-87.
4. Кузнецова О. С., Чернышев А. В. Инфекции, передающиеся половым путем, как медико-социальная проблема (по данным литературы) // Вестник российских университетов. Математика. 2014. № 3 [Электронный ресурс]. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/infektsii-peredayuschiesya-polovym-putem-kak-mediko-sotsialnaya-problema-po-dannym-literatury> (дата обращения: 19.01.2026).
5. Ладная Н. Н., Покровский В. В., Дементьева Л. А., Соколова Е. В. The epidemic situation of HIV infection in the Russian Federation in 2019 // Эпидемиология и инфекционные болезни. Актуальные вопросы. 2020. Т. 10, № 3. С. 17–26. DOI: 10.18565/epidem.2020.10.3.17–26.
6. Управление Роспотребнадзора по Оренбургской области. Государственный доклад «О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения в Оренбургской области в 2024 году» [Электронный ресурс]. URL: <https://56.rosпотребnadzor.ru/gosdoklad-epid-2025> (дата обращения: 18.01.2026).
7. Ежегодник статистических данных Оренбургской области. 2023 [Электронный ресурс] // Территориальный орган Федеральной службы государственной статистики по Оренбургской области. — Режим доступа: [https://56.rosstat.gov.ru/storage/document/document\\_statistic\\_collection/2024-01/30/Ежегодник\\_20202023\\_замена.pdf](https://56.rosstat.gov.ru/storage/document/document_statistic_collection/2024-01/30/Ежегодник_20202023_замена.pdf) (дата обращения: 18.01.2026).

## Злокачественные новообразования: медико-социальный аспект и влияние образа жизни на риск развития онкологических заболеваний

Бондаренко Владислав Олегович, студент;

Жернаков Александр Иванович, студент;

Иванов Матвей Александрович, студент

Научный руководитель: Лапачева Ирина Борисовна, кандидат медицинских наук, доцент

Оренбургский государственный медицинский университет

*В статье рассматриваются злокачественные новообразования, как сложная медико-социальная проблема, оказы-вающая существенное влияние на показатели смертности, демографическую ситуацию и качество жизни населения России. Анализируются современные тенденции заболеваемости и смертности от основных форм рака. Особое внимание уделяется анализу факторов, формирующих эти тенденции. Рассматривается ведущая роль модифицируемых факторов образа жизни, среди которых, помимо курения и характера питания, все большее значение приобретает ожирение. Подчеркивается двойственная природа роста заболеваемости некоторыми локализациями, связанная как с истинным увеличением числа случаев вследствие воздействия факторов риска, так и с широким внедрением современных методов диагностики, приводящих к выявлению клинически незначимых образований.*

**Ключевые слова:** злокачественные новообразования, онкологические заболевания, медико-социальная проблема, забол-леваемость, образ жизни, факторы риска, условия жизни, профилактика, ранняя диагностика.

Злокачественные новообразования в настоящее время рассматриваются как одна из наиболее зна-чимых медико-социальных проблем, поскольку они за-нимают ведущие позиции в структуре общей заболевае-мости и смертности населения во многих странах мира. По данным международных эпидемиологических иссле-дований, онкологические заболевания являются при-чиной примерно каждой шестой смерти в мире, а их доля в структуре общей смертности превышает 15–17 %. Онко-логические заболевания оказывают выраженное влияние не только на показатели здоровья, но и на социально-эко-номическое развитие общества, трудовой потенциал, де-мографические процессы и качество жизни населения. Высокая распространенность, тенденция к росту забо-леваемости (ежегодный прирост в среднем составляет 1,5–2 %), длительное и дорогостоящее лечение, а также высокая частота инвалидизации (до 30–40 % пациентов) определяют особую актуальность изучения факторов, влияющих на формирование онкологической патологии, среди которых важное место занимают условия и образ жизни человека [1].

Современные эпидемиологические данные свиде-тельствуют о неуклонном росте заболеваемости зло-качественными новообразованиями. В мире ежегодно регистрируется более 19 млн новых случаев онкологи-ческих заболеваний, а смертность от них превышает 10 млн случаев в год. Это обусловлено как реальным уве-личением числа онкологических больных, так и совер-шенствованием методов диагностики, внедрением скри-нинговых программ и увеличением продолжительности жизни населения. Установлено, что более 60 % всех зло-качественных новообразований диагностируются у лиц старше 60 лет. С возрастом риск развития опухолевых за-болеваний значительно возрастает, что связано с накоп-лением мутаций, снижением эффективности иммунного

надзора и длительным воздействием канцерогенных фак-торов [1].

Условия жизни населения оказывают существенное влияние на уровень онкологической заболеваемости. Эко-логические факторы, такие как загрязнение атмосферного воздуха, воды и почвы, играют значимую роль в фор-мировании канцерогенного риска. По оценкам экспертов, до 5–10 % всех случаев злокачественных новообразований связаны с неблагоприятной экологической обстановкой. Воздействие промышленных выбросов, тяжелых ме-таллов, пестицидов, радионуклидов и других химических соединений приводит к повреждению ДНК клеток, нару-шению процессов клеточной регуляции и повышению ве-роятности злокачественной трансформации [3].

Профессиональные условия труда также относятся к важным факторам риска развития онкологических за-болеваний. Контакт с канцерогенными веществами на про-изводстве, такими как асбест, бензол, формальдегид, ароматические амины и ионизирующее излучение, значи-тельно повышает вероятность возникновения зло-качественных новообразований. По данным эпидемио-логических исследований, профессиональные факторы обусловливают около 4–8 % всех случаев онкологических заболеваний. Онкологическая патология профессиоナル-ного генеза чаще выявляется у работников химической, металлургической, горнодобывающей промышленности, а также у лиц, занятых в сфере радиационно опасных тех-нологий. Недостаточный контроль за условиями труда и несоблюдение мер индивидуальной защиты усиливают негативное влияние этих факторов [2].

Образ жизни населения является одним из ключевых детерминантов онкологической заболеваемости. Вредные привычки, прежде всего курение, признаны ведущим фактором риска развития многих форм рака. Курение об-условливает до 25–30 % всех случаев смертности от злока-

чественных новообразований и является причиной более 80 % случаев рака легких. Табачный дым содержит свыше 7 000 химических соединений, из которых более 70 обладают канцерогенными свойствами. Алкоголь также рассматривается как значимый канцерогенный фактор; его вклад в общую онкологическую заболеваемость составляет около 4–6 %, особенно при сочетании с курением [2].

Питание играет важную роль в формировании онкологического риска. Несбалансированный рацион, избыточное потребление жирной, жареной и переработанной пищи, недостаток овощей, фруктов и пищевых волокон способствуют развитию ожирения и метаболических нарушений, которые ассоциированы с повышенной частотой онкологических заболеваний. Избыточная масса тела и ожирение выявляются более чем у 13–15 % взрослого населения и повышают риск развития ряда онкологических заболеваний в 1,5–2 раза, включая рак молочной железы, эндометрия, толстой кишки, поджелудочной железы и почек. Анализ российской статистики позволяет проследить динамику заболеваемости конкретными нозологиями. Заболеваемость колоректальным раком в России демонстрирует устойчивый рост. У мужчин показатель вырос на 62 % с 1990 по 2016 год, у женщин — на 46 %. Основными факторами риска данного вида рака, помимо возраста, являются избыточное потребление красного и переработанного мяса, низкое потребление пищевых волокон, низкая физическая активность, ведущие к ожирению. Напротив, рациональное питание способно снизить риск онкологических заболеваний на 20–30 % [4].

Уровень физической активности также оказывает влияние на онкологическую заболеваемость. Малоподвижный образ жизни характерен для более чем 25 % взрослого населения и способствует развитию ожирения, нарушений углеводного и липидного обмена, снижению иммунной защиты организма. Регулярная физическая активность снижает риск развития рака толстой кишки и молочной железы в среднем на 15–25 %, а также способствует улучшению общего соматического состояния организма [4].

#### Литература:

1. Заридзе, Д. Г. Динамика заболеваемости злокачественными новообразованиями и смертности от них в России / Д. Г. Заридзе, А. Н. Каприн, И. Г. Стилиди. — Текст: непосредственный // Вопросы онкологии. — 2018. — № 5. — С. 578–591.
2. Ильин, В. М. Факторы риска онкологических заболеваний: питание, ожирение, физическая активность и образ жизни / В. М. Ильин, П. А. Сидоров, О. Ю. Романова. — Текст: непосредственный // ОнкоКДЦ. — 2019. — С. 1–12.
3. Петров, Н. Н. Профилактика онкологических заболеваний как основа снижения смертности населения / Н. Н. Петров, А. Д. Каприн, И. Г. Стилиди. — М.: НМИЦ радиологии Минздрава России, 2020. — 36 с. — Текст: непосредственный.
4. Романова, О. Ю. Влияние образа жизни на риск развития злокачественных новообразований / О. Ю. Романова, В. М. Ильин, П. А. Сидоров. — Текст: непосредственный // Профилактическая медицина. — 2019. — № 22 (6). — С. 18–25.

Социально-экономические условия жизни населения тесно связаны с распространностью онкологической патологии. Установлено, что в группах населения с низким уровнем дохода и образования доля запущенных форм онкологических заболеваний достигает 40–50 %, тогда как в социально благополучных группах этот показатель существенно ниже. Уровень доходов, образования и доступность медицинской помощи определяют возможности профилактики, раннего выявления и своевременного лечения онкологических заболеваний [1].

Важным аспектом медико-социальной значимости злокачественных новообразований является их влияние на качество жизни пациентов и их семей. Онкологические заболевания являются одной из ведущих причин стойкой утраты трудоспособности; уровень инвалидизации среди онкологических пациентов достигает 30–35 %. Длительное лечение сопровождается выраженными физическими и психоэмоциональными нагрузками и требует комплексного медико-социального сопровождения пациентов [3].

Профилактика онкологических заболеваний занимает центральное место в снижении их распространенности и медико-социальных последствий. По данным специалистов, до 30–40 % всех случаев злокачественных новообразований можно предотвратить путем устранения модифицируемых факторов риска. Первичная профилактика направлена на формирование здорового образа жизни, вторичная — на раннее выявление опухолей, а третичная — на предупреждение рецидивов и улучшение качества жизни пациентов [3].

Таким образом, злокачественные новообразования представляют собой комплексную медико-социальную проблему, включающую в себя: переплетение позитивных тенденций (снижение смертности от определённых видов рака, таких как рак легкого и желудка благодаря мерам первичной профилактики) и негативных (рост заболеваемости, например связанных с ожирением). Ожирение перестало быть лишь косметической или кардиометаболической проблемой, а послужило началу развития большинства онкологических заболеваний.

## Показатели инвалидности детского населения и их динамика

Глухов Никита Дмитриевич, студент;  
Гелагаев Рустам Микаилович, студент;  
Дмитриев Даниил Дмитриевич, студент  
Научный руководитель: Чабаненко Инна Олеговна, ассистент  
Оренбургский государственный медицинский университет

В статье рассматриваются показатели инвалидности детского населения и их динамика за последние годы, что представляет собой актуальную проблему в системе общественного здравоохранения и социальной политики. Анализируется структура и уровень детской инвалидности, а также изменения показателей в зависимости от возраста, нозологических форм и социально-экономических условий. Оценивается влияние медико-биологических, экологических и социальных факторов на формирование инвалидности у детей. Особое внимание уделяется динамике первичной инвалидности, роли ранней диагностики, профилактики и своевременного медицинского вмешательства. В статье также рассматриваются меры государственной поддержки, системы медицинской и социальной реабилитации, направленные на снижение уровня инвалидизации и улучшение качества жизни детей с ограниченными возможностями здоровья.

**Ключевые слова:** инвалидность детского населения, показатели инвалидности, динамика инвалидности, факторы риска, первичная инвалидность, реабилитация детей-инвалидов, профилактика, государственная поддержка.

Показатели инвалидности детского населения являются одним из важнейших индикаторов состояния здоровья нации и эффективности системы здравоохранения и социальной защиты. Детская инвалидность отражает совокупное влияние медико-биологических, социальных, экологических и организационных факторов, формирующих здоровье подрастающего поколения. Рост или снижение численности детей с инвалидностью оказывает значительное влияние на демографические процессы, социальную структуру общества, систему образования и экономику государства, что определяет высокую медико-социальную значимость данной проблемы [4].

По данным Федеральной службы государственной статистики Российской Федерации, на начало 2024 года численность детей-инвалидов в стране составляла около 760 тыс. человек, что соответствует примерно 2,5–2,7 % от общей численности детского населения. За последние десять лет данный показатель демонстрирует относительную стабильность с тенденцией к умеренному росту [2]. Так, в 2014 году в России насчитывалось около 580 тыс. детей-инвалидов, а к 2019 году их число увеличилось до 690 тыс., что свидетельствует о росте абсолютных показателей инвалидности почти на 19 % за пятилетний период. В последние годы темпы прироста замедлились, однако проблема сохраняет высокую актуальность [1].

Динамика детской инвалидности во многом определяется показателями первичной инвалидности, то есть числом детей, впервые признанных инвалидами в течение года. В 2023 году в Российской Федерации впервые статус ребенка-инвалида был установлен примерно у 90–95 тыс. детей, что соответствует уровню около 30–32 случаев на 10 тыс. детского населения [4]. По сравнению с началом 2010-х годов данный показатель несколько снизился, так как в 2012–2013 годах уровень первичной инвалидности превышал 35 случаев на 10 тыс. детей. Снижение объясняется совершенствованием системы профилактики, раз-

витием перинатальной медицины и более ранним выявлением заболеваний на доклинических стадиях [3].

Структура детской инвалидности характеризуется преобладанием заболеваний нервной системы, психических расстройств и врожденных аномалий развития. По данным Минздрава России, около 30–35 % случаев инвалидности у детей обусловлены заболеваниями центральной нервной системы, включая детский церебральный паралич, последствия перинатального поражения нервной системы и эпилепсию. Второе место занимают психические расстройства и расстройства поведения, доля которых составляет около 20–22 % [3]. Врожденные пороки развития, хромосомные аномалии и наследственные заболевания формируют около 18–20 % структуры детской инвалидности. Значимую долю также составляют заболевания органов чувств, прежде всего нарушения зрения и слуха, а также болезни костно-мышечной системы [2].

Возрастная структура инвалидности детского населения показывает, что наибольшее число детей-инвалидов приходится на возрастную группу 10–14 лет. Это связано с тем, что многие хронические заболевания и функциональные нарушения становятся более выраженным именно в школьном возрасте, когда возрастает нагрузка на нервную систему и опорно-двигательный аппарат. В то же время в последние годы отмечается рост числа детей-инвалидов в возрастной группе до 4 лет, что связано с улучшением диагностики врожденных и наследственных заболеваний, а также с выхаживанием недоношенных детей с экстремально низкой массой тела. По данным перинатальных центров, выживаемость таких детей за последние 15 лет увеличилась более чем в 2 раза, однако часть из них в дальнейшем нуждается в установлении инвалидности [1].

Региональные различия в показателях детской инвалидности остаются выраженными. Наиболее высокие

уровни инвалидности традиционно регистрируются в субъектах с неблагоприятной экологической обстановкой, высоким уровнем социально-экономической напряженности и ограниченной доступностью специализированной медицинской помощи [2]. В отдельных регионах Сибири и Дальнего Востока уровень детской инвалидности достигает 35–40 случаев на 10 тыс. детского населения, тогда как в экономически более благополучных регионах Центрального федерального округа данный показатель составляет 20–25 случаев на 10 тыс. детей. Эти различия обусловлены не только состоянием здоровья населения, но и разным уровнем выявляемости заболеваний и доступности медико-социальной экспертизы [3].

Значительное влияние на формирование детской инвалидности оказывают социальные факторы. Низкий уровень доходов семьи, неблагоприятные жилищные условия, недостаточное питание, ограниченный доступ к качественной медицинской помощи и реабилитационным услугам повышают риск инвалидизации ребенка. По данным социологических исследований, более 60 % семей, воспитывающих детей-инвалидов, отмечают снижение уровня материального благополучия после установления инвалидности, что, в свою очередь, может негативно отражаться на возможностях реабилитации и социальной адаптации ребенка [1].

Экологические факторы также играют важную роль в динамике детской инвалидности. Загрязнение атмосферного воздуха, воды и почвы промышленными выбросами, тяжелыми металлами и химическими веществами повышает риск врожденных пороков развития, заболеваний дыхательной системы и нервной системы [2]. В промышленных регионах уровень инвалидности вследствие врожденных аномалий может превышать среднероссийские показатели на 15–20 %. Особую обеспокоенность вызы-

вает рост числа детей с аллергическими заболеваниями и бронхиальной астмой, которые в тяжелых формах также могут приводить к установлению инвалидности [4].

В последние годы в Российской Федерации реализуется комплекс мер, направленных на снижение уровня детской инвалидности и улучшение качества жизни детей с ограниченными возможностями здоровья. Развитие службы охраны материнства и детства, внедрение программ пренатального скрининга, неонатальной диагностики и ранней помощи позволяют выявлять заболевания на ранних этапах и предотвращать тяжелые осложнения. По данным Минздрава, охват беременных женщин пренатальным скринингом в 2023 году превышал 95 %, что способствует снижению числа тяжелых врожденных патологий [4].

Важную роль играет система медицинской, социальной и психолого-педагогической реабилитации. В стране функционируют центры ранней помощи, реабилитационные учреждения и специализированные образовательные организации, обеспечивающие комплексное сопровождение детей-инвалидов. По состоянию на 2024 год более 85 % детей-инвалидов охвачены различными программами реабилитации и абилитации. Вместе с тем сохраняется потребность в расширении сети реабилитационных центров, особенно в сельской местности и отдаленных регионах [3].

Таким образом, показатели инвалидности детского населения и их динамика отражают сложное взаимодействие медицинских, социальных и экологических факторов. Несмотря на относительную стабилизацию уровня детской инвалидности в последние годы, проблема остается актуальной и требует дальнейшего развития профилактических программ, совершенствования системы раннего выявления заболеваний и расширения доступности комплексной реабилитационной помощи.

#### Литература:

1. Вести образования. Число детей с инвалидностью в России выросло на 135 тыс. с 2015 года // Вести образования. — 2022. — С. 1–3.
2. Demoscope Weekly. Демографический барометр: численность детей-инвалидов к началу 2025 г. — Дети-инвалиды // Demoscope Weekly. — 2025. — № 1077–1078. — С. 1–5.
3. Инва.Новости. В России растёт число детей с инвалидностью // Inva.News. — 2025. — С. 1–3.
4. Кучма В. Р., Сухарева Л. М., Рапопорт И. К. Состояние здоровья детей и подростков Российской Федерации // Гигиена и санитария. — 2020. — Т. 99, № 6. — С. 505–512.

## Establishing the age of death by changes in the levels of nitrates/nitrites in the blood plasma of deceased people

Denisenko Aleksandr Grigoryevich, candidate of medical sciences, associate professor  
Vitebsk State Medical University (Belarus)

Berezova Valeria Dmitrievna, neurologist  
Vitebsk City Clinical Hospital of Emergency Medical Care (Belarus)

Vaitilingam Mayuran, student;  
Amaratunga Dilshan Anjana, student  
Vitebsk State Order of Friendship of Peoples Medical University (Belarus)

The problem of determining the time of death (TD) has been and continues to be one of the most pressing and complex in forensic medicine. The involvement of nitro derivatives (nitrite and nitrate derivatives) has been established in many pathological processes [3, 9].

It has been noted that NO can act as a factor initiating the kinase breakdown pathway, the primary regulatory system controlling the expression of several genes responsible for the development of cell apoptosis. Based on an immunohistochemical study of changes in the amount of NO synthase in the myocardium, forensic criteria for the duration of damage due to mechanical trauma were determined.

In many neurodegenerative diseases, ischemia, trauma, and brain tumors, astrocytes begin to express NO synthase and produce large amounts of NO. This is associated with the death of neurons and other macroglial cells, particularly oligodendroglial cells [8, 10, 11].

**Keywords:** time since death, level of nitrates/nitrites, coronary heart disease, mechanical injuries.

**I**ntroduction. Problem the field of time-of-death diagnostics (TD) has been developed by many scientists worldwide for a century and a half. One of the main areas of research in this area is the study of postmortem phenomena occurring in organs, tissues and fluids [1].

There are a few reports in the literature on the role of nitrates/nitrites in determining injury duration. For example, researchers have found that in the myocardium, in the first 3 hours after injury, the level of inducible NO synthase changed only slightly. After 12 hours, a sharp decrease in the activity of this enzyme was noted [2].

The involvement of nitro derivatives of nitrogen (nitrate and nitrite derivatives) in many pathological processes has been established [6]. An important modulating role of NO has been demonstrated in the stress response, which includes many severe neurological (traumatic brain injury, acute cerebrovascular accidents, primarily acute cerebral ischemia) and somatic diseases (sepsis, shock, polytrauma). The stress response of the immunoneuroendocrine system is triggered by the activation of its main stress-realizing axes — the hypothalamic-pituitary-adrenal and sympathoadrenal axes. The stress response, which was initially adaptive, soon begins to participate in the mechanisms of the pathological process: excessive hormonal changes cause a complex of circulatory and metabolic disorders and close the vicious circles of the pathogenesis of a particular disease [4].

The study [5] described 19 cases of hospital death from septic shock in which patients exhibited apoptosis of neurons and microglial cells in the brain, as well as increased levels of inducible NO synthase and tumor necrosis factor. It was noted that NO can serve as a factor initiating the kinase breakdown of the main regulatory system that controls the expression of a number of genes responsible for the development of cell apoptosis [12].

**Purpose of the study.** To identify the relationship between TD and changes in the dynamics of nitrate/nitrite levels in the blood plasma of deceased people.

**Material and methods.** The level of nitrates/nitrites was determined in cadaveric blood plasma using a method based on the reduction of nitrates to nitrites with zinc dust in an alkaline medium in the presence of an ammonia complex of copper sulfate, followed by photometry [7]. Blood plasma from human cadavers was taken dynamically, 2–6, 7–11, 12–16 and 17–21 hours after death. Blood plasma taken from the right side of the heart and large vessels of cadavers of people who died from multiple injuries (20) and from ischemic heart disease (17) was analyzed. For deproteinization, 1 ml of 6 % zinc sulfate solution was added to 1 ml of plasma. The mixture was left for 1 hour at a temperature below 15°C. Centrifugation was carried out at 6000 rpm. After deproteinization, an equivalent amount of sodium hydroxide was added to 1 ml of the supernatant. Centrifugation was then repeated, and 1 ml of the supernatant was transferred to a correspondingly numbered plastic tube containing 0.11 g of zinc dust, 0.5 ml of ammonia buffer, and 20 ml of ammonium copper sulfate complex. The tubes were then shaken for 30 minutes. Zinc dust was precipitated by centrifugation at 3000 rpm for 10 minutes. From each plastic tube, 1 ml of supernatant was transferred to a correspondingly numbered glass tube. 1 ml of sulfanilic acid was added to each tube, and the tubes were left in the refrigerator for 10 minutes until the diazotization reaction was complete. Then, 1 ml of sodium acetate solution and 1 ml of 1-naphthylamine hydrochloride solution were added to each tube. The optical density was measured after 30 minutes at a wavelength of 520 nm. The concentration of nitrates/nitrites was calculated using the calibration curve equation, taking into account the dilution during deproteinization.

Statistical data processing was performed using the Pimer Biostatistics program. Since the distribution of the studied variables deviated from normality, the median, 25th, and 75th percentiles were used for descriptive statistical analysis. The Mann-Whitney U test was used to compare the significance of differences between groups. Differences were considered statistically significant at  $p < 0.05$ .

**Research results.** The study involved blood plasma collected dynamically from 28 human cadavers, including 20 men and 8 women.

Depending on the cause of death, two groups of deceased were identified.

The first group included individuals whose death occurred suddenly from coronary heart disease (CHD) — 17 cases (60.7 %). In all cases, ethyl alcohol was not detected in the blood of the corpses.

The second group included individuals who died from mechanical injuries — 11 cases (39.3 %). The causes of death were divided as follows: blunt trauma (2), closed craniocerebral trauma (2), and asphyxia due to hanging (3).

Blood was taken syringes at intervals, starting from the moment of collection, then after 4; 8; 14; 20 hours. In order to statistically process the obtained data, groups were formed at time intervals: 2–6; 7–11; 12–16; 17–21 hours based on plasma nitrate/nitrite levels.

The time interval during which death could have occurred was known from the preliminary investigation or inquiry materials, and was roughly determined based on the severity of cadaveric phenomena using methods generally accepted in expert practice (the state of cadaveric spots after insufficient pressure, rectal thermometry, the severity of rigor mortis). In some cases, the death of the deceased was confirmed by the ambulance team and in the medical records of the inpatient.

The comparison group included the corresponding indicators of nitrate/nitrite levels in the blood plasma of 15 practically healthy individuals (donors) of the Vitebsk Regional Blood Transfusion Station.

The methodological basis for this study was the methodology developed in the biochemistry laboratory of the Central Scientific Research Laboratory of the Vitebsk State Medical University. In this work, we utilized this method, which is widely used in medical practice for diagnostic purposes.

Neutrophils and macrophages are known to actively generate free oxygen radicals: superoxide anion radical,

hydrogen peroxide, hydroxyl radical, and singlet oxygen. Like nitric oxide, these radicals possess an extra electron, which accounts for their high chemical reactivity. Leukocytes are the source of NO in blood plasma. The accumulation of nitrates/nitrites after death may indicate their degradation. Numerous experiments have confirmed that phagocytes (macrophages, neutrophils) are capable of synthesizing NO synthase and releasing relatively large quantities of the gas. Macrophage NO synthase, in turn, is an inducible enzyme. Under normal conditions, cells lack this enzyme and do not produce NO. NO formation in the human body occurs through the oxidation of the nitrogen atom found in the amino acid L-arginine, under the action of three isoenzymes — NO synthases.

The chosen method for determining NO levels is new and untested in forensic medicine, including for determining the TD. Based on the above, the aim of our study was to investigate the dynamics of nitrate/nitrite levels in the postmortem period.

Due to the fact that the NO molecule is short-lived and has not been studied in the postmortem period, the task was set-to-study the change in the level of nitrates/nitrites in the blood plasma of corpses who died from coronary heart disease and mechanical injuries depending on the TD.

The results of the study are presented in Table 1.

When assessing the kinetics of nitrite/nitrate levels reflecting nitrosative stress, after 2–6 hours in the first group of deceased from CHD ( $n=17$ ), the nitrate/nitrite level was 61.5 (59; 66)  $\mu\text{mol/l}$ , which was much higher than in the control group of donors — 22 (20.48; 28.5)  $\mu\text{mol/l}$ . Then, the indicators decreased after 9–11 hours and amounted to 35 (31; 38)  $\mu\text{mol/l}$  ( $p<0.01$ ), and after 12–16 hours there was a sharp decrease in the indicator to 9 (6; 12)  $\mu\text{mol/l}$  ( $p<0.001$ ).

When assessing the dynamics of nitrate/nitrite levels reflecting nitrosative stress, it was found that after 7–11 hours in the second group of those who died from mechanical injuries ( $n = 11$ ), the median (interquartile range) nitrate/nitrite level was 28 (27; 30)  $\mu\text{mol/l}$ . This turned out to be significantly higher compared to the control group of donors — 22 (20.5; 28.5)  $\mu\text{mol/l}$ . But 12–16 hours after death, the level of nitrates/nitrites in the plasma was lower and amounted to 16 (14; 19)  $\mu\text{mol/l}$  ( $p < 0.01$ ), and after 17–21 hours it decreased to 5 (3; 8)  $\mu\text{mol/l}$  ( $p < 0.001$ ).

Analyzing the obtained data, it can be noted that nitrate/nitrite levels in the blood plasma of those who died from CHD and mechanical injuries increased sharply between 2 and

**Table 1. Addiction nitrate/nitrite levels in the blood plasma from the TD of those who died from CHD and mechanical injuries**

<b>Cause of death</b>	<b>Time elapsed since death (hours)</b>			
	<b>2–6</b>	<b>7–11</b>	<b>12–16</b>	<b>17–21</b>
CHD ( $n=17$ )	61.5 (59–66)	35(31–38)**	9(6–12)***	-
Mechanical injuries ( $n=11$ )	-	28(27–30)	16(14–9)**	5(3–8)***
Control group ( $n=15$ )	22 (20.48–28.5) $\mu\text{mol/l}$			

Note — \* —  $p < 0.05$ , \*\* —  $p < 0.01$ , \*\*\* —  $p < 0.001$

6 hours after death. Then, starting 7 hours after death, these levels decreased significantly and reached zero by the end of the day (Figure 1).

A regression analysis of the obtained data was carried out using the Statgraphics **18.1.16** program.

Taking into account the nitrate/nitrite levels, the TD can be determined using the obtained equation (1):

$$t = 21.1 - 0.4345 * a, \quad (1)$$

where  $t$  is the TD;  $a$  is the level of nitrates/nitrites in the blood plasma.

The construction was carried out in a linear regression relationship. Correlation coefficient = -0.9996;  $p < 0.001$ .

Let's give an example. A 29-year-old woman died from blunt force trauma following a fall from a height. Blood was tested 12 hours after death. The nitrate/nitrite level was determined to be  $16.25 \mu\text{mol/l}$ . Using the plasma nitrate/nitrite relationship equation, we determine that 14 hours had passed since death.

For ease of use of the method, one of the graphs of the dependence of the level of nitrates/nitrites in plasma on the TD in those who died as a result of coronary heart disease and mechanical injuries can be used (Figure 2).

Let's give an example. A 29-year-old woman died from blunt force trauma following a fall from a height. Blood was analyzed 12 hours after death. The nitrate/nitrite level was determined

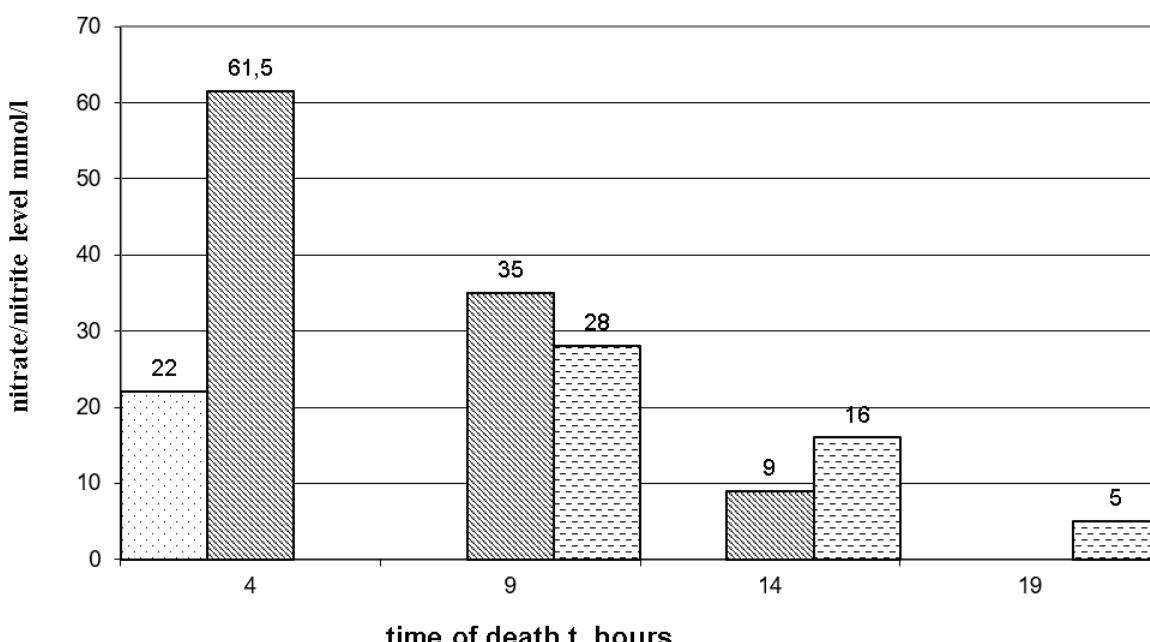


Fig. 1. Addiction nitrate/nitrite levels in blood plasma from TD in deceased from coronary heart disease and mechanical injuries

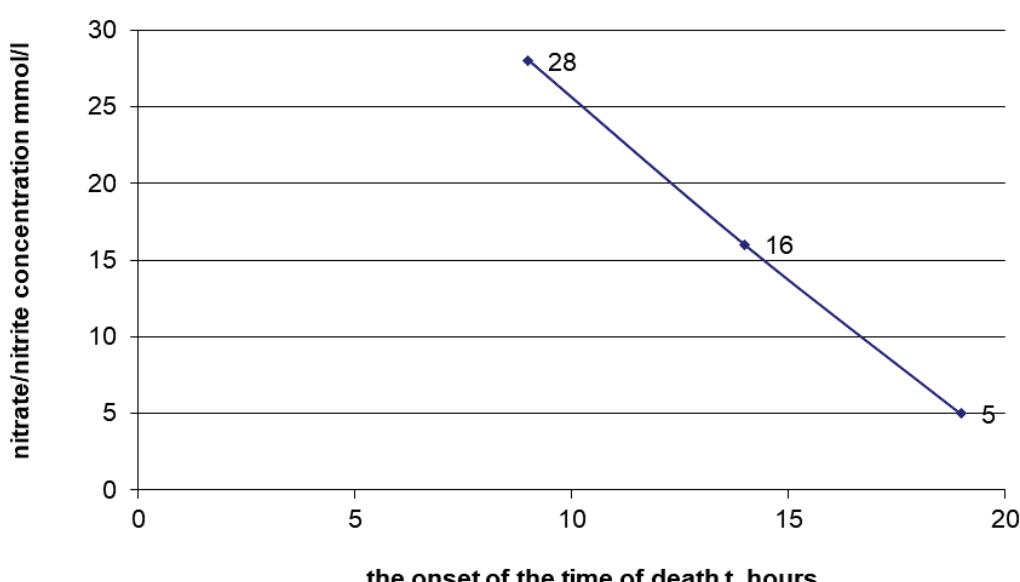


Fig. 2. The dependence of nitrate/nitrite levels in blood plasma on the TD in patients who died as a result of mechanical injuries

to be 16.25  $\mu\text{mol/l}$ . Using the plasma nitrate/nitrite curve, we determine that 14 hours have passed since death. This time of death corresponds to the time obtained when determining the value in the regression equation.

**Conclusion.** Thus, the obtained data on plasma nitrate/nitrite levels can be used as a diagnostic criterion for

establishing CHD within 24 hours of death. The sharp increase in plasma nitrate/nitrite levels in the first hours after death is likely explained by changes in vascular endothelial permeability under the influence of prioninflammatory cytokines (TNF- $\alpha$ , IL-6, etc.) and microbial lipopolysaccharides, followed by the formation of an inducible form of NO synthase.

#### References:

1. Naumenko V. G. Current state and prospects for solving the problem of diagnosing the time since death / V. G. Naumenko // Forensic medical examination. — 1984. — No 2 — P. 9–12.
2. Solyaniy A. N. Possibility of forensic determination of the age of damage by changes in the NO synthase enzyme in the myocardium. Ukrainsk. morf. alm. — 2008. — No 11(4) — P. 143–144.
3. Anggard E. Nitric oxide: mediator, murderer, and medicine. The Lancet. — 1994. — No 14 (343) — P. 1199–1206.
4. Golikov P. P., Nikolaeva N. Yu., Gavrilenko I. A. Nitric oxide and lipid peroxidation as factors of endogenous intoxication in emergency conditions. Pat. physiology and experimental therapy. — 2000. — No 2 — P. 6–9.
5. Sharshar T., Margenthaler J. A., Landeros K. Apoptosis of neurons in cardiovascular autonomic centers triggered by inducible nitric oxide synthase after death from septic shock. The Lancet. — 2003. — No 362 (9398) — P. 1799–1805.
6. Dwivedi Y., Rizavi H. S., Roberts R. C., Conley R. C., Tammings C. A., Pandey G. N. Reduced activation an expression of ERK  $\frac{1}{2}$  MAP kinases in the post-mortem brain of depressed suicide subjects. Journal of Neurochemistry. — 2001 — No 77 (3) — P. 916–928.
7. Solodkov A. P., Veremey I. S., Osochuk S. S., Shcherbinin I. Yu., Deyun G. V., Dubrovskaya A. V. Photometric method for determination of nitrates and nitrites in biological fluids: instructions for use. Approved. Ministry of Health of the Republic of Belarus, No 91–0008 dated 19.03.2001.
8. Ramesh S. S., Prasanthi A., Bhat D. I., Devi B. I., Christopher R., Philip M. Correlation between plasma total nitric oxide levels and cerebral vasospasm and clinical outcome in patients with aneurysmal subarachnoid hemorrhage in Indian population. J. Neurosci. Rural. Pract. — 2014. — № 5 (1) — P. 25–27.
9. Ma L., Hu L., Feng X., Wang S. Nitrate and nitrite in health and disease. — Aging Dis. — 2018. — No 9 — P. 938–945.
10. Jackson J., Patterson A. J., McDonald-Weeks L., McEvoy M. The role of inorganic nitrates and nitrites in the development of cardiovascular diseases. Nutr Res Rev. — 2017. — No 30 — P. 247–264.
11. Ma L., Hu L., Feng X., Wang S. Nitrate and nitrite in health and disease. Aging Dis. — 2018. — No 9 — P. 938–945.
12. Reduced activation an expression of ERK  $\frac{1}{2}$  MAP kinases in the post-mortem brain of depressed suicide subjects / Y. Dwivedi [et al.] // Journal of Neurochemistry. — 2001. — Vol. 77 (3) — P. 916–928.

# Молодой ученый

Международный научный журнал  
№ 4 (607) / 2026

Выпускающий редактор Г. А. Письменная

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

Художник Е. А. Шишков

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

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

Мнение редакции может не совпадать с мнением авторов материалов.

При перепечатке ссылка на журнал обязательна.

Материалы публикуются в авторской редакции.

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

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

ISSN-L 2072-0297

ISSN 2077-8295 (Online)

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

Номер подписан в печать 04.02.2026. Дата выхода в свет: 11.02.2026.

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

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

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

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

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