Министерство науки и высшего образования Российской Федерации

Сыктывкарский лесной институт (филиал)
федерального государственного бюджетного образовательного
учреждения высшего образования «Санкт-Петербургский государственный
лесотехнический университет имени С.М. Кирова» (СЛИ)

Посвящается Десятилетию науки
и технологий в Российской Федерации
Году единства народов России
Году села в Республике Коми

ИССЛЕДОВАНИЯ МОЛОДЕЖИ — ЭКОНОМИКЕ, ПРОИЗВОДСТВУ, ОБРАЗОВАНИЮ

XVII Всероссийская молодежная научно-практическая конференция
«Исследования молодежи — экономике, производству, образованию»

Сыктывкарский лесной институт
(г. Сыктывкар, с 13 по 17 апрель 2026 года)

СБОРНИК МАТЕРИАЛОВ

Научное электронное издание на компакт-диске

Сыктывкар 2026

УДК 001
ББК 72
И85

Издается по решению оргкомитета конференции.

Состав редакционной группы:
председатель — *Л. А. Гурьева*, директор Сыктывкарского лесного института, кандидат юридических наук, доцент;
ответственный редактор — *Е. В. Мельниченко*, начальник отдела обеспечения образовательной, научной и инновационной деятельности,
члены редакционной группы: *Р. Д. Дудко*, начальник отдела информационного обеспечения; *И. А. Штельмах*, заведующий библиотекой

В Сыктывкарском лесном институте в апреле 2026 г. состоялась XVII Всероссийская молодежная научно-практическая конференция «Исследования молодежи — экономике, производству, образованию», посвященная Десятилетию науки и технологий, Году единства народов России, Году села в Республике Коми.

Научная неделя в СЛИ была богата на события: олимпиада, круглые столы и секционные заседания, викторины и мастер-классы. Традиционно участниками мероприятий стали не только молодые исследователи, но и специалисты-практики, которые выступали в роли экспертов, наставников, научных консультантов.

В сборник материалов конференции вошли лучшие доклады, проектные и научно-исследовательские работы. Представленные материалы будут интересны студентам средних и высших образовательных заведений, учащимся и школьникам, кроме того, могут послужить дополнительным источником к изучению отдельных тем и научных дисциплин.

Опубликовано в редакции авторов с незначительными техническими правками.

Сборник не рецензируемый, с 2018 г. входит в РИНЦ.

В подготовке сборника принимали участие отдел ООНиИД (начальник *Е. В. Мельниченко*), библиотека (заведующий библиотекой *И. А. Штельмах*), отдел информационного обеспечения (ведущий программист *М. В. Лодыгин*, инженер *Н. А. Надуткин*)

* * *

Научное электронное издание на компакт-диске

Сыктывкарский лесной институт (филиал) федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Санкт-Петербургский государственный лесотехнический университет имени С. М. Кирова» (СЛИ),
167982, г. Сыктывкар, ул. Ленина, 39, institut@sfi.komi.com, www.sli.komi.com

Издано в СЛИ. Заказ № 6. Тираж 15 экз. Объем 7 Мб.
Поставляется на одном CD-ROM диске и может быть использовано в локальном и сетевом режимах.
Минимальные системные требования: процессор с тактовой частотой 1,5 ГГц и выше;
операционные системы Microsoft Windows XP/2003/Vista/7/8/10; 1 Гб оперативной памяти;
не менее 380 Mb свободного дискового пространства; наличие установленной программы
для чтения pdf файлов.

ISBN 978-5-9239-1372-9

© Составление. СЛИ, 2026

СОДЕРЖАНИЕ

ПРЕДИСЛОВИЕ …… 4
АВТОРСКИЙ УКАЗАТЕЛЬ …… 6
УКАЗАТЕЛЬ НАУЧНЫХ РУКОВОДИТЕЛЕЙ …… 7
СТАТЬИ …… 8
Секция «Земельный фонд и его трансформация на территории Российской Федерации и Республики Коми» …… 8
Секция «Информационные системы и технологии» …… 23
Секция «Ландшафтная архитектура» …… 27
Секция «Лесное хозяйство» …… 64
Секция «Охрана окружающей среды и техносферная безопасность» …… 70
Секция «Полигон инновационных идей» …… 75
Секция «Современные тенденции в строительстве» …… 94
Секция «Цифровая трансформация лесопромышленного комплекса: новые материалы и адаптированные технологии в производстве» …… 112
Круглый стол «Элементы динамического программирования и машинного обучения» …… 128

ПРЕДИСЛОВИЕ

В Сыктывкарском лесном институте с 13 по 17 апреля 2026 г. состоялась XVII Всероссийская молодежная научно-практическая конференция «Исследования молодежи — экономике, производству, образованию» (далее — Конференция). Важно подчеркнуть, что нынешний год объединил сразу несколько значимых общенациональных ориентиров: Десятилетие науки и технологий в Российской Федерации, Год единства народов России и Год села в Республике Коми. Эти смысловые линии задают особую ответственность перед молодым поколением, которое сегодня формирует научно-технологический и кадровый суверенитет нашей страны.

Конференция — не просто традиционная площадка для обмена опытом, а стартовый трамплин для тех, кто связывает свое будущее с наукой, инновациями и развитием реального сектора экономики. Из года в год Конференция становится площадкой для презентации результатов научно-исследовательской работы школьников, учащихся, студентов, магистрантов и аспирантов из разных городов Российской Федерации, дискуссий с авторитетными учёными, обмена знаниями и опытом.

Миссия высшей школы сегодня неразрывно связана с поддержкой молодежных инициатив. Именно молодые ученые способны превратить смелые идеи в эффективные инженерные, управленческие и образовательные решения. На стыке фундаментального знания и практических задач, которые ставят экономика и производство, рождаются проекты, превращающие культурное и технологическое разнообразие в главный ресурс социального и экономического развития.

На пленарном заседании Конференции свои доклады представили молодые исследователи из вузов Республики Коми. Доклад на тему «Интерактивная платформа для изучения SQL» представил студент 4 курса направления подготовки «Информационные системы и технологии» Сыктывкарского лесного института **Шевелев Артем Александрович**. Выступление было посвящено изучению и продвижению программы SQL в браузере, где можно одновременно читать теорию и писать команды для работы с базами данных, проверяя себя непосредственно на экране.

Сотрудничество связывает СЛИ с Сыктывкарским государственным университетом имени Питирима Сорокина. Студентка 5 курса направления подготовки «Начальное образование. Педагогическая психология» СГУ имени Питирима Сорокина **Анна Касеева** в своем докладе «Мастерская электронных образовательных ресурсов: VR-путешествие по этнокультуре народа» рассказала о создании интерактивных уроков и виртуальных туров с использованием технологий виртуальной реальности, знакомство с традициями, бытом, фольклором и мифологией народа коми через панорамные VR-очки.

Научное, деловое и дружеское сотрудничество сложилось у нас с Коми республиканской академией государственной службы и управления. Студенты

3 курса бакалавриата по направлению подготовки «Государственное и муниципальное управление» ГОУ ВО «Коми республиканская академия государственной службы и управления» **Иванов Егор Викторович** и **Скрипов Иван Владимирович** представили доклад на тему «Основы социального проектирования: грантовые конкурсы ФПГ и Росмолодежи», где поэтапно описали участие в конкурсах, кто может в них участвовать и как добиться положительных результатов.

Завершающий докладчик **Тихомиров Артем Дмитриевич**, студент 4 курса направления подготовки «Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов» Сыктывкарского лесного института, выступил с темой «Исследование конструкций отечественных и зарубежных лесотранспортных автопоездов по параметрам технического уровня», подробно описав отличия отечественных лесотранспортных автопоездов от зарубежных по параметрам технического уровня.

Конференция не только подводит промежуточные итоги научной работы студентов и аспирантов, но и служит напоминанием: молодые кадры являются движущей силой прогресса, способной преобразовать мир вокруг нас. Традиционно в Конференции участвуют также студенты, магистранты и аспиранты из ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный лесотехнический университет имени С.М. Кирова», образовательных организаций Лесного образовательного кластера Республики Коми.

Доклады, представленные на Конференцию, ориентированы на приоритетные направления развития Республики Коми и Российской Федерации. Представленные проекты и исследования послужат драйвером для внедрения инноваций в реальный сектор экономики и укрепления кадрового потенциала.

Стоит отметить, что исследовательская повестка Конференции созвучна приоритетным научным направлениям, реализуемым в СЛИ, — от рационального природопользования и лесной биоэкономики до цифровой трансформации отраслевых процессов, что обеспечивает неразрывную связь студенческой науки с реальными запросами региональной экономики.

Темы, поднятые на пленарных заседаниях, послужат толчком для расширения научной кооперации и укрепления инновационного потенциала СЛИ.

Оргкомитет конференции

АВТОРСКИЙ УКАЗАТЕЛЬ

Александров А. И.
Баева С. В.
Бушуев С. К.
Валиев И. Н.
Вахнина К. Е.
Велкова Т .Т.
Гарбузюк А. М.
Голубкова А. П.
Даянанда М.
Домашкин Р. М.
Доронин Ф. Н.
Жирнов Д. В.
Иванов Е. В.
Иванова Н. В.
Казакова П. С.
Каменских А. В.
Коданев И. А.
Корепанова Е. А.
Куимов А. Н.
Ломов Р. В.
Лялькин Г. А.
Маркин А. А.
Миняев М. В.
Михеев А. И.
Москаленко А. Е.
Орлова В. А.
Плесовский И. С.
Прозоров Г. М.
Рочев А. И.
Савельева М. А.
Семидубовская Д. А.
Скрипов И. В.
Стенин Г. А.
Храмов А. М.

УКАЗАТЕЛЬ НАУЧНЫХ РУКОВОДИТЕЛЕЙ

Бойков Л. М.
Ганапольский С. Г.
Добровольский А. А. (1, 2)
Кочева М. Н. (1, 2, 3)
Крюковский А. С.
Лебедева В. А.
Микова Е. Ю. (1, 2, 3, 4, 5, 6)
Паршина Е. И. (1, 2, 3, 4, 5, 6)
Плешев Д. А.
Полина И. Н.
Романов Г. Г. (1, 2, 3)
Сародницкий А. А. (1, 2)

СТАТЬИ

СЕКЦИЯ «ЗЕМЕЛЬНЫЙ ФОНД И ЕГО ТРАНСФОРМАЦИЯ НА ТЕРРИТОРИИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ И РЕСПУБЛИКИ КОМИ»

УДК 631.1

Н. В. Иванова,
2 курс, направление подготовки «Землеустройство и кадастры»
Научный руководитель — **Г. Г. Романов,**
кандидат сельскохозяйственных наук, доцент
(Сыктывкарский лесной институт)

ЗЕМЕЛЬНЫЙ ФОНД РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ: ДЕЛЕНИЕ НА КАТЕГОРИИ И УЧЕТ

Введение. Земли, находящиеся в пределах Российской Федерации, составляют земельный фонд страны. Согласно действующему законодательству, государственный учет наличия и использования земель в Российской Федерации осуществляется по категориям земель и угодьям без включения в состав земельного фонда земель, покрытых внутренними морскими водами и территориальным морем [1]. Государственный учет земель имеет целью получение систематизированных сведений о количестве, качественном состоянии и правовом положении земель в границах территорий, необходимых для принятия управленческих решений, направленных на обеспечение рационального и эффективного использования земель.

Цель статьи — привести актуальные данные по учету земельного фонда в Российской Федерации в разрезе их категорий, необходимых для рационального и эффективного использования земель.

Результаты и обсуждение. В составе земельного фонда нашей страны категория земель — это часть земельного фонда, выделяемая по основному целевому назначению, имеющая определенный правовой режим. Отнесение земель к категориям осуществляется согласно действующему законодательству (Земельный кодекс РФ) в соответствии с их целевым назначением и правовым режимом. Действующее законодательство предусматривает семь категорий земель:

- земли сельскохозяйственного назначения;
- земли населенных пунктов;
- земли промышленности, энергетики, транспорта, связи, радиовещания, телевидения, информатики, земли для обеспечения космической деятельности, земли обороны, безопасности и земли иного специального назначения;
- земли особо охраняемых территорий и объектов;
- земли лесного фонда;
- земли водного фонда;

- земли запаса.

Учету подлежат также оленьи пастбища, предоставленные хозяйствующим субъектам для северного оленеводства. Оленьи пастбища представляют собой территории, расположенные в таких природных зонах, как тундра, лесотундра и северная тайга, растительный покров которых пригоден в качестве корма для северного оленя. Оленьи пастбища отнесены к землям различных категорий и могут учитываться в составе лесных площадей, земель, занятых лесными насаждениями и болотами, нарушенных и прочих земель.

Кроме традиционного учета земель по категориям и угодьям в настоящее время, когда земля может находиться в различных формах собственности, учет осуществляется по категориям и формам собственности. В соответствии с действующим законодательством земля может находиться в частной, государственной, муниципальной и иных формах собственности. На праве частной собственности земля принадлежит гражданам и юридическим лицам.

В государственной собственности находятся земли, не переданные в собственность граждан, юридических лиц, муниципальных образований. Государственная собственность состоит из земель, находящихся в собственности Российской Федерации, и земель, находящихся в собственности субъектов Российской Федерации. Земли, принадлежащие на праве собственности городским и сельским поселениям, а также другим муниципальным образованиям, являются муниципальной собственностью.

В состав Российской Федерации входят 89 субъектов Российской Федерации. В соответствии с данными федеральной статистической отчетности площадь земельного фонда Российской Федерации на 1 января 2025 года составила 1 723 399,1 тыс. га без учета внутренних морских вод и территориального моря (рис.).

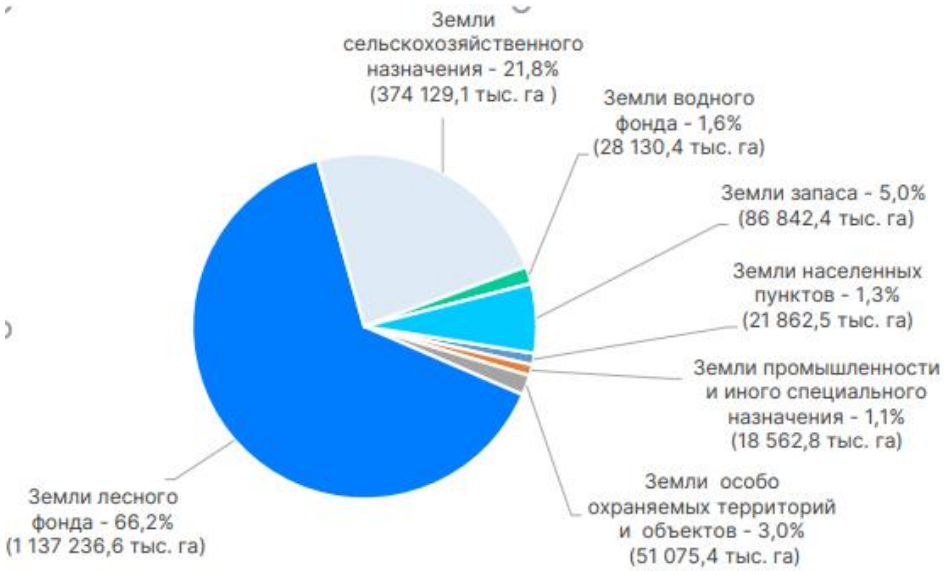


Рис. Структура земель Российской Федерации по категориям земель [2]

Анализ данных, полученных в результате государственного статистического наблюдения за земельными ресурсами, и докладов о состоянии и использовании земель в субъектах Российской Федерации показал, что в 2024 году

значительные площади земель вовлечены в гражданский оборот, а также продолжались процессы установления (изменения) границ населенных пунктов. Основанием перевода земель являлись акты органов государственной власти Российской Федерации, органов государственной власти субъектов Российской Федерации и органов местного самоуправления, принятые в пределах их компетенции по вопросам использования и охраны земель, а также ходатайства заинтересованных лиц.

К необходимости перевода земель из одной категории в другую приводили такие мероприятия, как предоставление земельных участков из земель государственной собственности, изъятие земельных участков для государственных и муниципальных нужд, изменение (установление) границ населенных пунктов и муниципальных образований, возврат (изъятых ранее) в прежнюю категорию отработанных или рекультивированных земель, прекращение действия права у субъекта права на земельный участок или изменение вида использования земельного участка.

Таблица. Распределение земель Российской Федерации по категориям в разрезе субъектов РФ в Северо-Западном Федеральном округе на 1 января 2025 г. [2]

Код субъекта	Федеральные округа (ФО), субъекты Российской Федерации	Земли сельскохозяйственного назначения	Земли населенных пунктов	Земли промышленности и иного назначения	Земли особо охраняемых территорий и объектов	Земли лесного фонда	Земли водного фонда	Земли запаса	Итого земель в административных границах
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	Российская Федерация	374 129.1	21 862.5	18 562.8	51 075.4	1 137 236.6	28 130.4	86 842.4	1 723 399,1 1 717 839.2*
	Северо-Западный ФО	**29 381,4**	**1682**	**7056,7**	**6889,7**	**111 515,4**	**4667,2**	**7504,9**	**168 697,3**
10	Республика Карелия	210,2	77	156,5	371	14 459,9	2658,9	118,5	18 052
11	Республика Коми	1858,9	197,1	275	2615,4	35 957,3	142	631,7	41 677,4
29	Архангельская область	810,3	173,2	4925,1	2953,9	28 428,4	110,4	3909	41 310,3
35	Вологодская область	1618,3	203,7	139,4	140,8	11517		833,5	14 452,7
39	Калининградская область	794,8	135	97	8,7	271,4	184,9	20,7	1512,5
47	Ленинградская область	1700,6	239,2	390,4	42,2	4753	1081,3	184,1	8390,8
51	Мурманская область	2852,5	64	462,7	342,7	9458,6	77,3	1232,4	14 490,2
53	Новгородская область	913,2	169,1	49,8	196,7	3911,8	110,6	98,9	5450,1
60	Псковская область	2366,8	270,8	99,8	84,7	2311,2	301,8	104,8	5539,9
78	Санкт-Петербург		140,4						140,4
83	Ненецкий автономный округ	16 255,8	12,5	461	133,6	446,8		371,3	17681

Как видно из данных таблицы, Республика Коми входит в состав Северо-Западного федерального округа РФ и обладает в нем самыми большими земельными ресурсами — 41 677,4 млн. га [3]. На втором месте после Республики Коми Архангельская область. Основная особенность территории нашей республики состоит в том, что она в основном занята землями лесного фонда и землями особо охраняемых природных территорий, которые в сумме составляют

97,07% [4]. Земли сельскохозяйственного назначения, вместе с оленьими пастбищами на Севере Республики Коми, составляют не значительную площадь — 1858,9 га, земли запаса занимают 631,7 тыс. га.

Заключение. Таким образом, наша республика обладает значительными земельными ресурсами, составляющими 41 млн 677,4 тыс. га, а площади, занимаемые землями запаса, являются достаточным резервом для передачи их в собственность или аренду сельскохозяйственных предприятиям, крестьянско-фермерским хозяйствам, для развития промышленности и иного назначения. В целом земельный фонд остается стабильным с фокусировкой на лесном хозяйстве и развитии индивидуального жилищного строительства.

Библиографический список

1. Земельный кодекс Российской Федерации от 25.10.2001 № 136-ФЗ // СПС «КонсультантПлюс».

2. Доклад о состоянии и использовании земель в Российской Федерации в 2024 году. — Москва, 2025. — 202 с.

3. URL: https://www.google.com/search_sca_esv

4. URL: https://m.vk.com/wall-113626579_5439

УДК 631.1

А. В. Каменских,
2 курс, направление подготовки «Землеустройство и кадастры»
Научный руководитель — **Г. Г. Романов,**
кандидат сельскохозяйственных наук, доцент
(Сыктывкарский лесной институт)

ЗЕМЛИ ОСОБО ОХРАНЯЕМЫХ ТЕРРИТОРИЙ И ОБЪЕКТОВ В РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ И РЕСПУБЛИКЕ КОМИ

Введение. Земли особо охраняемых природных территорий (ООПТ) и объектов представляют собой одну из наиболее значимых и одновременно уязвимых категорий в системе земельного фонда Российской Федерации (РФ). По данным Росстата, в 2023 г. в Российской Федерации насчитывалось 11,9 тыс. ООПТ федерального, регионального и местного значения. Они занимают значительные территории РФ без учета площадей Донецкой Народной Республики (ДНР), Луганской Народной Республики (ЛНР), Запорожской и Херсонской областей) [1]. В соответствии с Земельным кодексом РФ, эти земли имеют особое природоохранное, научное, историко-культурное, эстетическое и рекреационное значение и полностью или частично изъяты из хозяйственного оборота. Их правовой режим направлен на сохранение природных комплексов и объектов, а также на предотвращение любой деятельности, способной нанести ущерб экосистемам в их границах.

На федеральном уровне система земель ООПТ включает государственные природные заповедники, национальные парки, природные парки, заказники, памятники природы, а также лечебно-оздоровительные местности и курорты. Общая площадь таких земель в России составляет 13 % территории страны, что подчеркивает важную роль заповедного земельного фонда в обеспечении экологического баланса и реализации государственной политики в области охраны окружающей среды.

Республика Коми, с точки зрения обладания территориями ООПТ, является уникальным субъектом РФ. Именно здесь расположен первый в России объект Всемирного природного наследия ЮНЕСКО под названием «Девственные леса Коми», включающий земли Печоро-Илычского государственного биосферного заповедника и национального парка «Югыд ва». В то же время практика управления землями ООПТ сталкивается с рядом проблем: делимитации границ, отсутствием внесения в ЕГРН сведений о границах, соответствующих современным требованиям Национальной системы пространственных данных, конфликтами с лесным и водным законодательством, а также требованиями согласования природоохранных задач с развитием традиционного природопользования и рекреации.

Цель настоящего сообщения — комплексный анализ правового режима, современного состояния и проблем использования земель ООПТ и объектов в

РФ и Республике Коми, а также выработка предложений по совершенствованию их охраны, учета и рационального использования.

Результаты и обсуждение. В соответствии с действующим законодательством к землям категории особо охраняемых территорий и объектов относятся земли, имеющие особое природоохранное, научное, историко-культурное, эстетическое, рекреационное, оздоровительное и иное ценное значение. В состав земель категории особо охраняемых территорий и объектов входят особо охраняемые природные территории, занимаемые государственными природными заповедниками, в том числе биосферными, национальными и природными парками, государственными природными заказниками, памятниками природы, дендрологическими парками, ботаническими садами. Кроме вышеперечисленных природных территорий в категорию земель особо охраняемых территорий и объектов входят земельные участки лечебно-оздоровительных местностей и курортов, предназначенные для лечения и отдыха граждан, земельные участки рекреационного назначения, предназначенные и используемые для организации отдыха, туризма, физкультурно-оздоровительной и спортивной деятельности граждан, земельные участки, предоставленные под объекты культурного наследия народов Российской Федерации (памятники истории и культуры), в том числе под объекты археологического наследия, достопримечательных мест, в том числе мест бытования исторических промыслов, производств и ремесел, военных и гражданских захоронений. Правовой режим земельных участков, отнесенных к данной категории, зависит от правового режима территорий, на которых они находятся, или объектов, которых на них располагаются. Общая площадь земель в рассматриваемой категории на 1 января 2025 года составила 51 075,4 тыс. га. Земли особо охраняемых природных территорий, вошедшие в данную категорию и составляющие большую ее часть, занимали 50 736,3 тыс. га (рис. 1).

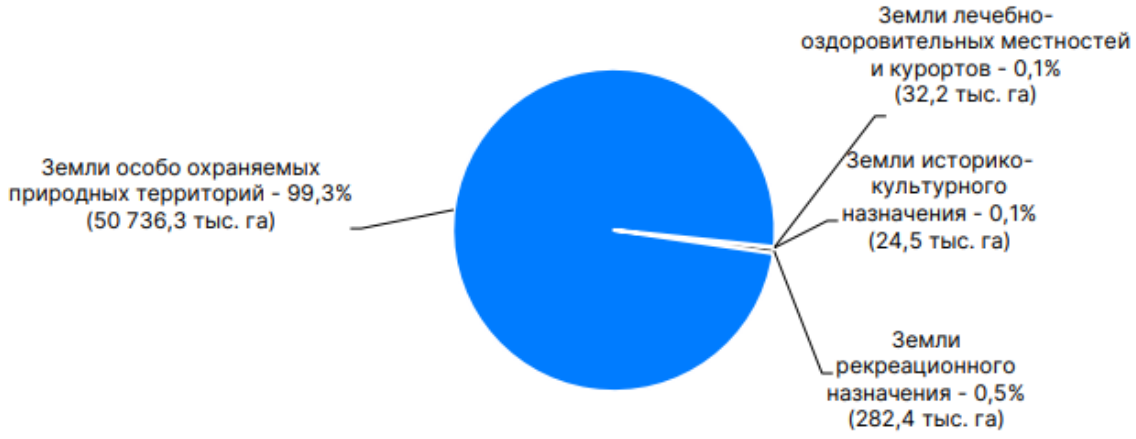


Рис. 1. Структура земель особо охраняемых территорий и объектов в Российской Федерации [1]

Республика Коми располагает одной из наиболее разветвленных сетей особо охраняемых природных территорий (ООПТ) в Северо-Западном феде-

ральном округе. По состоянию на 31.12.2023 в границах территории Республики Коми функционируют 4 ООПТ федерального значения, 236 — республиканского значения и 2 — местного значения. Общая площадь, занимаемая всеми ООПТ, составляет 5,7 млн га, или 13,7 % площади республики, из которых 2,69 млн га приходится на ООПТ федерального значения.

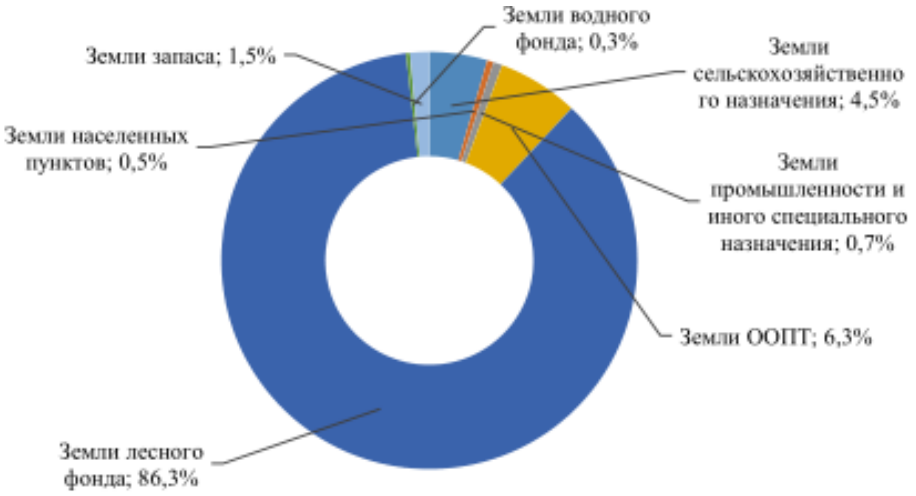


Рис. 2. Земли ООПТ в составе земельного фонда Республики Коми [2]

ООПТ федерального значения. Национальный парк «Югыд ва» создан постановлением Правительства Российской Федерации «О создании в Республике Коми национального парка «Югыд ва» Федеральной службы лесного хозяйства России» от 23.04.1994 № 377. Это одна из крупнейших в России и Европе ООПТ располагается на западных склонах Северного и Приполярного Урала, в бассейнах рек Кожим, Косью, Большая Сыня, Щугор и Подчерем. Национальный парк — природоохранное, эколого-просветительское и научно-исследовательское учреждение. Его целью является сохранение природных комплексов и объектов, имеющих особую экологическую, историческую и эстетическую ценность и предназначенных для использования в природоохранных, просветительских, научных и культурных целях и для регулируемого туризма. С 1995 г. национальный парк «Югыд ва» совместно с Печоро-Илычским заповедником включен в список Всемирного природного наследия ЮНЕСКО, как объект «Девственные леса Коми». Площадь парка составляет 1 894 133 га.

Национальный парк «Койгородский» создан Постановлением Правительства РФ от 07.12.2019 № 1607 «О создании национального парка «Койгородский». Национальный парк «Койгородский» — особо охраняемая природная территория, сохранившая к настоящему времени не тронутый человеком массив девственных южно-таежных лесов Европы. Парк расположен на юге Республики Коми, на территориях Койгородского и Прилузского административных районов, граничит с Кировским заповедником «Нургуш». Его площадь составляет 56,7 тыс. га.

ООПТ республиканского значения. По состоянию на 31.12.2024 в границах Республики Коми функционировало: 190 государственных природных

заказников республиканского значения, занимающих 3,06 млн га) и 46 памятников природы республиканского значения на территории 5,34 тыс. га). Их общая площадь — 3,06 млн га. Общая площадь двух ООПТ местного значения составляет 221,3 га. Всеми землями природоохранного значения занимается Государственное бюджетное учреждение Республики Коми «Республиканский центр обеспечения функционирования особо охраняемых природных территорий и природопользования». В его функции входит работа по обновлению положений и уточнению границ ООПТ, а также приведению нормативных правовых актов в соответствии с действующим законодательством.

Начиная с 2023 г. площадь ООПТ увеличилась на 4 525,34 га, а общая площадь в результате реорганизации и утверждения ООПТ за указанный период составила 3 061 665,99 га, в числе которых 3 056 326,71 га — заказники республиканского значения, 5 339,28 га — памятники природы республиканского значения, 90,64 га — памятник природы местного значения и 130,67 га — заказник местного значения.

Ведется активная работа по внесению сведений о границах ООПТ республиканского значения в Единый государственный реестр недвижимости (ЕГРН). По состоянию на 31.12.2023 из 236 ООПТ внесены в ЕГРН сведения о границах 214 ООПТ (90 %). Работы планируется завершить в 2026 году.

Кроме вышеуказанных ООПТ в Республике Коми насчитывается более 140 геологических объектов, имеющих научное, культурное и эстетическое значение. В перечне существующих ООПТ числятся 18 объектов геологического наследия: 1 заказник и 17 памятников природы.

Заключение. Таким образом, в России и Республике Коми ведется активная работа научных учреждений по организации и расширению территорий ООПТ, выполняющих важную роль по сохранению биологического разнообразия и геологических объектов, имеющих большое научное и культурное значение, расширяющих потенциал инвестиций в наш регион. В перспективе необходимо сочетание строгой охраны земель с развитием экологического туризма, научных исследований и экологического просвещения населения. Опыт Республики Коми, где заповедные территории занимают более 15 % ее площади и включают объект мирового значения, может служить примером для других регионов страны.

Библиографический список

1. Государственный (национальный) доклад «О состоянии и использовании земель в Российской Федерации в 2024 году». — Москва : Федеральная служба государственной регистрации, кадастра и картографии, 2025. — 202 с.

2. Государственный доклад «О состоянии окружающей среды Республики Коми в 2023 году» / Минприроды Республики Коми и др.; под общ. ред. ФГБОУ ВО «УдГУ». — Сыктывкар : Минприроды Республики Коми, 2024. — 162 с.

УДК 631.1

Д. А. Семидубовская,
2 курс, направление подготовки «Землеустройство и кадастры»
Научный руководитель — **Г. Г. Романов,**
кандидат сельскохозяйственных наук, доцент
(Сыктывкарский лесной институт)

РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ЗЕМЕЛЬ НАСЕЛЕННЫХ ПУНКТОВ В РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ И РЕСПУБЛИКЕ КОМИ ПО ФОРМАМ СОБСТВЕННОСТИ

Введение.

Земли населенных пунктов являются одной из важнейших категорий земельного фонда Российской Федерации. На них сосредоточена основная инфраструктура, жилая застройка, объекты социального и культурного назначения. Правовой режим данной категории земель регулируется Земельным кодексом Российской Федерации [1].

По состоянию на 1 января 2025 года общая площадь земель населенных пунктов в РФ составила 21 862,5 тыс. га [2]. Отличительными чертами данной категории являются сочетание частной, государственной и муниципальной собственности, а также активные процессы изменения границ населенных пунктов, связанные с расширением жилой застройки, в том числе индивидуального жилищного строительства (ИЖС).

Цель исследования — проанализировать современное состояние распределения земель населенных пунктов в Российской Федерации и Республике Коми по формам собственности, выявить тенденции изменения структуры собственности и оценить эффективность управления земельными ресурсами в городских и сельских поселениях.

Результаты и обсуждение.

1. Распределение земель населенных пунктов по формам собственности в Российской Федерации.

По состоянию на 1 января 2025 года структура собственности на землях населенных пунктов в целом по стране выглядела следующим образом (табл. 1, рис. 1) [2].

Таблица 1. Распределение земель населенных пунктов по формам собственности в Российской Федерации на 1 января 2025 г.

Форма собственности	Площадь, тыс. га	Доля, %	В том числе
Частная собственность	5 801, 8	26,5	Граждане: 5 069,3 тыс. га Юридические лица: 732,5 тыс. га
Государственная и муниципальная собственность	16 060,7	73,5	Федеральная: 920, 0 тыс. га Субъектов РФ: 547,6 тыс, га Муниципальные: 1 930,1 тыс. га
Всего	21 862,5	100, 0	-

Анализ данных табл. 1 показывает, что абсолютное большинство земель населенных пунктов (почти три четверти) находится в государственной и муниципальной собственности, что соответствует общемировой практике регулирования урбанизированных территорий.

При этом доля частной собственности граждан более чем в шесть раз превышает долю собственности юридических лиц, что свидетельствует о преобладании индивидуальной жилой застройки над корпоративным землевладением в границах поселений (рис. 1).



Рис. 1. Структура собственности на землях населенных пунктов Российской Федерации (на 1 января 2025 г., %) [2]

2. Дифференциация земель по типам поселений.

Анализ данных показывает существенные различия в структуре собственности между городскими и сельскими населенными пунктами (табл. 2) [2].

Земли городов и поселков и сельские населенные пункты на 1 января 2025 года занимали 9 041,3 тыс. га. В них доля частной собственности составила 18,7 % (1 694,8 тыс. га), государственной и муниципальной — 81,3 % (7 346,5 тыс. га); сельские населенные пункты занимали 12 821,2 тыс. га.

Доля частной собственности здесь значительно выше — 32,0 % (4 107,0 тыс. га), в основном за счет земель, занятых личными подсобными хозяйствами (ЛПХ) площадью 3 293,9 тыс. га [2].

Таблица 2. Распределение земель по типам поселений в Российской Федерации на 1 января 2025 г.

Тип поселения	Общая площадь, тыс. га	Частная собственность	Государственная и муниципальная собственность
Города и поселки	9 041,3	1 694,8 тыс. га (18,7 %)	7 346,5 тыс. га (81,3 %)
Сельские населенные пункты	12 821,2	4 107,0 тыс. га (32,0 %)	8 714, 2 тыс. га (68,0 %)
Всего	21 862,5	5 802, 8 тыс. га (26,5 %)	16 060, 7 тыс. га (73,5 %)

Анализ распределения земель населенных пунктов Российской Федерации демонстрирует доминирующую роль государственной и муниципальной собственности в структуре землепользования. В целом по стране в публичной собственности находится 73,5 % территорий поселений (16,06 млн га), тогда как доля частного сектора составляет лишь 26,5 % (5,8 млн га) [2].

Также наблюдается четкая дифференциация:

- Города и поселки городского типа характеризуются максимальной концентрацией публичных земель — 81,3 %. Это свидетельствует о высокой доле земель под инфраструктурой общего пользования, застройкой и территориями, изъятыми из оборота, где частная собственность ограничена (всего 18,7 %).

- Сельские населенные пункты демонстрируют более высокий уровень приватизации земель. Здесь доля частной собственности достигает 32,0 %, что на 13,3 процентных пункта выше городского показателя. Данный факт объясняется активным оформлением прав граждан на земельные участки для ведения личного подсобного хозяйства и индивидуального жилищного строительства в сельской местности.

Таким образом, несмотря на общую тенденцию к сохранению земельного фонда в руках государства, сельские территории демонстрируют более глубокую степень вовлеченности земель в рыночный частный оборот по сравнению с урбанизированными зонами.



Рис. 2. Динамика распределения земель населенных пунктов по формам собственности в Российской Федерации (2015—2024 гг., тыс. га) [1, 2]

Сравнение с данными предыдущих лет показывает устойчивый рост доли частной собственности в сельских населенных пунктах: за последние пять лет она увеличилась почти на 4 процентных пункта [2]. Это связано с активным вовлечением земель под ЛПХ, а также с реализацией программ по предоставлению земель многодетным семьям и участникам специальной военной операции (СВО).

В городах же доля частной собственности остается стабильно низкой (менее 19%), что объясняется высокой концентрацией объектов социальной, транспортной и коммунальной инфраструктуры, находящихся в публичной собственности.

3. Динамика изменений за 2024 год: причины и следствия.

За отчетный 2024 год в структуре земель населенных пунктов произошли изменения:

- 3.1. Произошел прирост частной собственности граждан (+169,3 тыс. га). Это самый значимый показатель года. Важно подчеркнуть, что основной прирост сконцентрирован исключительно в категории «Сельские населенные пункты». Причинами такого скачка стали: во-первых, реализация социальных обязательств государства (выделение участков многодетным семьям и участникам СВО); во-вторых, эффект от «дачной амнистии», позволившей легализовать ранее учтенные, но не оформленные наделы. Данный процесс носит ярко выраженный социальный, а не коммерческий характер.

- 3.2. Прирост земель юридических лиц (+30,0 тыс. га). Рост незначительный относительно общей площади (всего 0,1 % от фонда поселений), однако он свидетельствует о продолжающемся процессе разграничения госсобственности и оформлении прав на землю под объектами недвижимости коммерческого назначения в малых городах.

3.3. Увеличение общей площади поселений за счет ИЖС. Рост общей границы земель населенных пунктов произошел исключительно за счет включения новых территорий под индивидуальное жилищное строительство (ИЖС). Это прямое следствие рекордных объемов ввода частных домов в 2024 году. Муниципалитеты активно расширяли границы сельских населенных пунктов, переводя малопродуктивные сельхозземли в категорию земель поселений. Данный тренд ведет к дезурбанизации и требует повышенного внимания к обеспечению новых районов социальной и дорожной инфраструктурой.

4. Земли населенных пунктов в Республике Коми.

Республика Коми, обладая значительными земельными ресурсами (общая площадь 41 677,4 тыс. га), имеет специфическую структуру земель населенных пунктов, обусловленную природно-климатическими условиями и историческими особенностями освоения территории. По данным территориального управления Росреестра, общая площадь земель населенных пунктов в регионе на 1 января 2025 года составила 342,1 тыс. га, что составляет менее 0,9 % от общей площади республики [3]. Это один из самых низких показателей среди субъектов Северо-Западного федерального округа.

Представленные в табл. 3 данные отражают специфику распределения земель населенных пунктов Республики Коми на 1 января 2025 года. Прежде всего, обращает на себя внимание крайне низкая доля земель поселений в региональном земельном фонде: при общей площади республики более 41,6 млн га земли населенных пунктов занимают лишь 416,8 тыс. га, то есть менее 1 % территории. Это является прямым следствием географических и климатических особенностей региона — преобладания лесов, болот и тундровых пространств,

а также очагового характера расселения с концентрацией населения в ограниченном числе городов.

Таблица 3. Характеристика земель населенных пунктов в Республике Коми

Показатель	Значение	Примечание
Общая площадь земель населенных пунктов	342,1 тыс. га	Преобладают земли сельских поселений (По данным Госдоклада на 01.01.2025 [3])
Крупнейшие города	Сыктывкар, Воркута, Усинск, Инта	Высокая доля государственной собственности
Сельские поселения	Преобладает в южных и центральных районах	Значительные площади земель сельскохозяйственного использования
Земли ИЖС	Активно расширяются	Особенно в природных зонах Сыктывкара

Крупнейшие города — Сыктывкар, Воркута, Усинск и Инта — выступают основными центрами урбанизации, однако их земельный фонд формируется под воздействием разных факторов. В Сыктывкаре преобладают административная и жилая застройки, тогда как в промышленных центрах (Воркута, Усинск, Инта) значительные площади заняты объектами топливно-энергетического комплекса и землями федерального подчинения, что ограничивает возможности их приватизации.

Таблица 3 также фиксирует преобладание сельских населенных пунктов в южных и центральных районах, что объясняется более благоприятными природно-климатическими условиями, пригодными для сельского хозяйства и ИЖС. Северные и приарктические районы, напротив, характеризуются минимальной плотностью застройки и особым режимом землепользования.

Отдельного внимания заслуживает активное расширение земель под индивидуальное жилищное строительство, обусловленное устойчивым спросом на загородное жилье, реализацией программ поддержки многодетных семей и льготных категорий граждан, а также упрощением процедур планировки и межевания, вступившим в силу в 2025 году. Все это ускоряет включение новых участков в границы населенных пунктов.

Распределение по формам собственности в регионе выглядит следующим образом [3]:

- в собственности граждан — около 78,5 тыс. га (22,9 %);
- в собственности юридических лиц — около 9,8 тыс. га (2,9 %);
- в государственной и муниципальной собственности — около 253,8 тыс. га (74,2 %) (рис. 3).

Таким образом, Республика Коми, с одной стороны, остается регионом с колоссальным территориальным резервом и минимальной долей урбанизированных земель, а с другой — именно на этом «однопроцентном» пространстве

сконцентрирована вся социально-экономическая активность, и в ближайшей перспективе следует ожидать дальнейшего расширения границ поселений за счет вовлечения прилегающих территорий под нужды ИЖС.



Рис. 3. Структура собственности на землях населенных пунктов Республике Коми (на 1 января 2025 г., %) [3]

Сопоставление структур собственности: Российская Федерация и Республика Коми. Обращает на себя внимание практически полная идентичность пропорций распределения земель по формам собственности на общероссийском и региональном уровнях. Сравнение диаграмм (рис. 1 и рис. 3) наглядно демонстрирует, что структура собственности в Республике Коми является практически точной проекцией общероссийской. В Российской Федерации доля публичных земель составляет 73,5 %, в Республике Коми — 74,2 %; доля частной собственности граждан — 23,2 % и 22,9 % соответственно; доля юридических лиц — 3,3 % и 2,9 %. Расхождение не превышает одного процентного пункта, что свидетельствует о том, что региональная земельная политика в части разграничения и оборота земель населенных пунктов развивается в русле общефедеральных тенденций, несмотря на существенные различия в географических, климатических и демографических условиях.

Основная часть частных земель сосредоточена в сельских населенных пунктах (Сыктывдинский, Прилузский, Корткеросский районы) и используется под ЛПХ, садоводство и ИЖС. В городских округах (Сыктывкар, Воркута, Ухта, Усинск, Инта) преобладает муниципальная и федеральная собственность.

Например, в городском округе Сыктывкар площадь земель населенных пунктов составляет около 28,5 тыс. га, из которых более 85 % находятся в государственной и муниципальной собственности [3]. В то же время в Прилузском районе, где преобладают сельские населенные пункты, доля частных земель достигает 40–45 %. Это подтверждает общероссийскую тенденцию: чем выше уровень урбанизации, тем ниже доля частного землевладения в границах поселения.

Заключение.

Таким образом, анализ распределения земель населенных пунктов по формам собственности в Российской Федерации и Республике Коми позволяет сделать следующие выводы:

1. В целом по стране 73,5 % земель населенных пунктов остаются в государственной и муниципальной собственности, что обеспечивает возможность управления развитием территорий.

2. В сельских населенных пунктах доля частной собственности выше (32,0 %) за счет активного использования земель под ЛПХ и ИЖС.

3. Республика Коми, обладая незначительной площадью земель населенных пунктов (342,1 тыс. га), демонстрирует схожую с общероссийской структуру собственности, однако доля муниципальных земель здесь несколько выше из-за суровых климатических условий и необходимости государственной поддержки инфраструктуры.

4. Продолжающиеся работы по установлению границ населенных пунктов и вовлечению земель под ИЖС должны способствовать увеличению площади частных земель, улучшению жилищных условий граждан и расширению налоговой базы субъектов Российской Федерации.

Особого внимания заслуживает ситуация в Республике Коми. При общей площади земельного фонда 41,7 млн га на земли населенных пунктов приходится лишь 0,8 % (342,1 тыс. га). Это самый низкий показатель среди регионов Северо-Западного федерального округа после Ненецкого автономного округа. Такая диспропорция объясняется как объективными природно-климатическими факторами, так и исторически сложившейся очаговой системой расселения.

Вместе с тем проводимая в республике работа по вовлечению земель под ИЖС, предоставлению участков многодетным семьям и участникам СВО, а также «арктического гектара», масштабные кадастровые работы позволяют прогнозировать дальнейший рост доли частной собственности в структуре земель населенных пунктов, особенно в южных и центральных районах.

Библиографический список

1. Земельный кодекс Российской Федерации от 25.10.2001 № 136-ФЗ (ред. от 28.04.2025) // Собрание законодательства РФ. — 2001. — № 44. — Ст. 4147.

2. Доклад о состоянии и использовании земель в Российской Федерации в 2024 году. — Москва : Федеральная служба государственной регистрации, кадастра и картографии (Росреестр), 2025. — 202 с.

3. Государственный доклад о состоянии и использовании земель в Республике Коми за 2024 год. — Сыктывкар : Управление Росреестра по Республике Коми, 2025.

4. Данные Федеральной службы государственной регистрации, кадастра и картографии (форма № 22-2 «Сведения о наличии и распределении земель по категориям и формам собственности») на 1 января 2025 года. — Москва : Росреестр, 2025.

СЕКЦИЯ «ИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ И ТЕХНОЛОГИИ»

УДК 004.4

А. М. Храмов,
4 курс, направление подготовки
«Информационные системы и технологии»
Научный руководитель — **Д. А. Плешев**,
кандидат физико-математических наук, доцент
(Сыктывкарский лесной институт)

РАЗРАБОТКА ВЕБ-СИСТЕМЫ ДЛЯ ИНФОРМАЦИОННОЙ ПОДДЕРЖКИ КЛИЕНТОВ

Введение.

В современных B2B-процессах взаимодействие с клиентами осуществляется через множество независимых каналов: CRM-системы, электронную почту, мессенджеры и телефонные переговоры. Такая фрагментация приводит к потере контекста взаимодействия, усложняет доступ к информации и снижает управляемость бизнес-процессов.

В существующей практике данные о сделках формируются в CRM-системе Bitrix24, документы предоставляются через внешние сервисы, а коммуникация часто осуществляется вне системы. Это приводит к тому, что переписка не привязана к конкретной сделке, а информация распределена по разным источникам.

Целью работы является разработка веб-системы, обеспечивающей единый доступ к информации о сделках, документах, отгрузках и коммуникациях. Объектом исследования является процесс цифрового взаимодействия компании с клиентами, предметом исследования — архитектура и программная реализация веб-системы информационной поддержки клиентов.

Анализ существующих подходов к организации клиентского взаимодействия.

В настоящее время для организации взаимодействия с клиентами компании используют различные цифровые инструменты, включая CRM-системы, корпоративную электронную почту, мессенджеры и специализированные клиентские порталы.

CRM-системы позволяют централизованно хранить информацию о клиентах и сделках, однако зачастую ориентированы на внутренние процессы компании и не предоставляют клиентам удобного доступа к необходимым данным. Электронная почта обеспечивает обмен документами и официальной информацией, однако приводит к накоплению разрозненной переписки и усложняет поиск данных по конкретным сделкам.

Использование мессенджеров повышает оперативность взаимодействия, однако коммуникации оказываются распределены между различными каналами

связи и не связаны с бизнес-процессами организации. Клиентские порталы позволяют централизовать информацию, однако требуют интеграции с существующими корпоративными системами и механизмами хранения данных.

Таким образом, анализ существующих подходов показал отсутствие единого механизма, обеспечивающего централизованный доступ клиентов к информации о сделках, документах и коммуникациях с сохранением контекста взаимодействия. Это определяет необходимость разработки специализированного решения, объединяющего данные из различных источников в рамках единой информационной системы.

Разработка решения проблемы информационной поддержки клиентов.

Теоретическую основу работы составляют принципы клиент-серверной архитектуры и построения REST API [1, 2], а также методы ролевого разграничения доступа и модульного проектирования информационных систем.

Для реализации серверной части выбран фреймворк Django REST Framework [2], обеспечивающий удобные средства разработки API и организации бизнес-логики приложения. Клиентская часть реализована с использованием React [4] и инструмента сборки Vite [5], что позволяет создавать современные веб-интерфейсы с высокой производительностью. Управление серверным состоянием осуществляется с помощью библиотеки TanStack Query [6].

Безопасность взаимодействия клиента и сервера обеспечивается посредством использования JSON Web Token [3]. Хранение данных реализовано на базе системы управления базами данных MySQL [9].

Особое внимание уделено реализации подсистемы коммуникаций. Для обеспечения обмена сообщениями в режиме реального времени разработан отдельный сервис на языке Go [7], использующий технологию WebSocket [8]. Такой подход позволяет эффективно обрабатывать большое количество одновременных соединений и обеспечивать оперативную доставку сообщений между участниками взаимодействия.

Архитектура системы построена с учетом принципов масштабируемости и разделения ответственности, характерных для микросервисного подхода [12, 13]. В состав решения входят клиентское приложение, сервер бизнес-логики на Django, сервис обмена сообщениями на Go, а также вспомогательные компоненты Redis и nginx [10].

Разработанная система реализует личный кабинет пользователя с ролевой моделью доступа. Пользователи получают доступ к информации о своих сделках, документам и уведомлениям, а также могут взаимодействовать с менеджерами через встроенный чат. Менеджеры и администраторы обладают расширенными возможностями управления системой и данными.

Ключевой особенностью разработанного решения является привязка всех коммуникаций к конкретной сделке. Такой подход позволяет сохранять контекст взаимодействия, обеспечивать прозрачность бизнес-процессов и снижать зависимость от внешних каналов связи.

Результаты разработки и оценка эффективности.

В результате выполненной работы разработана веб-система информационной поддержки клиентов, объединяющая данные о сделках, документах и коммуникациях в едином цифровом пространстве.

Внедрение системы позволяет сократить время поиска информации за счет централизованного хранения данных и предоставления единой точки доступа к ним. Дополнительным результатом является снижение нагрузки на менеджеров благодаря автоматизации процессов взаимодействия с клиентами и возможности самостоятельного получения информации пользователями через личный кабинет.

Использование встроенной системы обмена сообщениями обеспечивает сохранение истории коммуникаций в контексте конкретных сделок, что повышает прозрачность взаимодействия и упрощает контроль выполнения договоренностей между сторонами.

Безопасность решения обеспечивается механизмами авторизации, ролевого разграничения доступа и соблюдением требований законодательства о персональных данных [11]. Все операции проходят проверку на стороне сервера, а доступ к информации определяется полномочиями пользователя.

Несмотря на достигнутые результаты, система имеет ряд ограничений. В частности, часть функциональности зависит от внешней CRM-системы Bitrix24, а также отсутствуют встроенные механизмы электронной подписи документов.

Перспективным направлением развития является дальнейшая декомпозиция системы в соответствии с принципами микросервисной архитектуры. В будущем возможно выделение сервисов уведомлений, работы с документами и интеграции с внешними информационными системами, что позволит повысить масштабируемость, отказоустойчивость и гибкость решения.

Заключение.

Разработана веб-система информационной поддержки клиентов, предназначенная для централизации данных о сделках, документах и коммуникациях в рамках единого личного кабинета.

Проведенный анализ существующих подходов показал недостатки использования разрозненных каналов взаимодействия и подтвердил актуальность создания единой информационной среды для работы с клиентами. Предложенное решение обеспечивает сохранение контекста взаимодействия, повышение прозрачности бизнес-процессов и снижение нагрузки на сотрудников компании.

Практическая значимость работы заключается в создании масштабируемой программной платформы, которая может использоваться как основа для дальнейшего развития корпоративной информационной системы и перехода к микросервисной архитектуре. Перспективы дальнейшего развития связаны с расширением функциональности системы и повышением уровня автономности ее компонентов.

Библиографический список

1. Django Documentation : сайт. — URL: https://docs.djangoproject.com/ (дата обращения: 13.04.2026).

2. Django REST framework : сайт. — URL: https://www.django-rest-framework. org/ (дата обращения: 13.04.2026).

3. Simple JWT : сайт. — URL: https://django-rest-framework-simplejwt. readthedocs.io/ (дата обращения: 13.04.2026).

4. React Documentation : сайт. — URL: https://react.dev/ (дата обращения: 13.04.2026).

5. Vite Documentation : сайт. — URL: https://vite.dev/ (дата обращения: 13.04.2026).

6. TanStack Query Documentation : сайт. — URL: https://tanstack.com/ query/latest (дата обращения: 13.04.2026).

7. The Go Programming Language : сайт. — URL: https://go.dev/doc/ (дата обращения: 13.04.2026).

8. Gorilla WebSocket : сайт. — URL: https://pkg.go.dev/github.com/gorilla/websocket (дата обращения: 13.04.2026).

9. MySQL 8.0 Reference Manual : сайт. — URL: https://dev.mysql.com/doc/ refman/8.0/en/ (дата обращения: 13.04.2026).

10. Nginx Documentation : сайт. — URL: https://nginx.org/en/docs/ (дата обращения: 13.04.2026).

11. О персональных данных : федеральный закон от 27.07.2006 № 152-ФЗ // СПС «КонсультантПлюс»

12. Гольчевский, Ю. В. Актуальность использования микросервисов при разработке информационных систем / Ю. В. Гольчевский, А. В. Ермоленко // Вестник Сыктывкарского университета. Сер. 1 : Математика. Механика. Информатика. — 2020. — № 2 (35).

13. Осипов, Д. Б. Проектирование программного обеспечения с помощью микросервисной архитектуры / Д. Б. Осипов // Вестник науки и образования. — 2018. — № 5 (41).

СЕКЦИЯ «ЛАНДШАФТНАЯ АРХИТЕКТУРА»

УДК 712:711.5

А. И. Александров,
3 курс, направление подготовки «Ландшафтная архитектура»
Научный руководитель — **Е. И. Паршина**,
кандидат биологических наук, доцент
(Сыктывкарский лесной институт)

ОЗЕЛЕНЕНИЕ И БЛАГОУСТРОЙСТВО ПРИДОМОВОЙ ТЕРРИТОРИИ (Г. СЫКТЫВКАР, УЛ. МАЛЫШЕВА, Д. 9–17)

В условиях стремительной урбанизации и роста плотности населения благоустройство и озеленение придомовых территорий становятся важнейшими факторами повышения качества жизни в городах. Современные требования к экологическому состоянию жилых районов, комфорту среды и формированию благоприятной городской экосистемы диктуют необходимость комплексного, научно обоснованного подхода к проектированию дворовых пространств. Такой подход должен гармонично сочетать эстетические, экологические и функциональные решения, отвечая не только нормативным стандартам, но и ожиданиям жителей. Однако на практике придомовые территории часто остаются без должного внимания со стороны управляющих компаний и подрядных организаций: отсутствуют современные элементы ландшафтного дизайна, недостаточно зеленых насаждений, не организованы зоны отдыха и рекреации. Это негативно отражается на психологическом и физическом здоровье горожан, снижает привлекательность жилых районов, способствует ухудшению экологической ситуации и формированию чувства социальной отчужденности.

Согласно СП 82.13330.2016, благоустройство трактуется как комплекс мероприятий по инженерной подготовке территории, включающий озеленение, устройство твердых покрытий, освещение, установку малых архитектурных форм и объектов искусства [1]. Все эти меры направлены на повышение функциональности, санитарного состояния, экологической устойчивости и эстетической привлекательности пространства. Исторически дворовые территории эволюционировали от простых игровых участков к многофункциональным социальным центрам, где сегодня особое значение приобретают безопасные и экологичные материалы, качество игровых и спортивных элементов, а также возможность активного семейного отдыха [3]. Современные тенденции в урбанистике требуют не только комфорта и безопасности, но и создания визуально гармоничной, экологически устойчивой среды, способствующей формированию положительного имиджа района [3].

Анализ территории, проведенный на основе кадастровых данных и полевых измерений, показал, что общая площадь участка составляет 14 763 м², из

которых 8 025 м² доступны для благоустройства без учета зданий. Протяженность территории составляет 176 м при ширине 48,7 м, что позволяет реализовать масштабные проекты по созданию функциональной и эстетически привлекательной зоны отдыха. Близость школ и детского сада подчеркивает особую значимость формирования комфортной и безопасной среды для детей и их родителей.

Для инвентаризации зеленых насаждений применялось методическое руководство по оценке деревьев [4]: выявлено 225 экземпляров, из которых 76 % — березы, а также черемуха, рябина и другие виды. Состояние деревьев в целом удовлетворительное, однако два тополя признаны аварийными и требуют срочного вмешательства из-за потенциальной опасности. Условия освещения на территории благоприятны: участок хорошо освещен в течение дня, что способствует созданию комфортной среды для прогулок и отдыха. Тем не менее отсутствие проектных дорожек и площадок существенно снижает функциональные возможности территории, ограничивает мобильность жителей и препятствует полноценному использованию пространства. В лесных массивах зафиксированы повреждения деревьев — морозобоины, трещины, а также выявлены потенциальные угрозы в связи с наличием аварийных экземпляров. Газонные площади занимают значительную часть территории, однако недостаток дорожек приводит к вытаптыванию газонов и снижению их декоративности.

Эстетические и функциональные недостатки проявляются в отсутствии ухоженности, ярких визуальных акцентов, четкого зонирования территории и профессионального подхода к ландшафтному оформлению. В результате пространство кажется разрозненным, без выраженной визуальной доминанты, что снижает его привлекательность и комфорт для пользователей. Вместе с тем положительным фактором является высокая сохранность существующих берез — около 80 %, что позволяет минимизировать затраты на новое озеленение и сохранить сложившийся микроклимат.

В рамках разработки проектной концепции предложена интегрированная схема благоустройства, ориентированная на создание гармоничного, многофункционального и инклюзивного пространства для отдыха, спорта и социальных мероприятий. Планируется разбивка территории на функциональные зоны: игровые для детей разного возраста, спортивные площадки, зоны тихого отдыха, хозяйственные и парковочные участки. Общая площадь под озеленение составит около 4 853 м². Проект предусматривает сохранение существующих тропинок и дополнение их новыми путями, что обеспечит удобную прогулочную инфраструктуру и повысит связность пространства. Границы двора будут выделены белым каменным бордюром для улучшения визуального восприятия.

Для повышения санитарных стандартов организована подъездная зона шириной 4 м для мусороуборочной техники. Дорожки выполнены из качественной плитки двух цветов — серого и белого — формата 200×100×60 мм: основные пути имеют ширину 3 м, вспомогательные — 1,5 м. Такой подход обеспечивает комфортный и безопасный доступ ко всем зонам территории для всех

категорий пользователей, включая маломобильные группы населения. Площади и зоны рассчитаны с учетом местных нормативов градостроительного проектирования муниципального образования городского округа Сыктывкар, что гарантирует соответствие современным стандартам безопасности и функциональности [2].

Пространства отдыха оснащены разноплановыми сиденьями: традиционными лавочками, укрытыми зеленью, и современными подогреваемыми конструкциями фирмы «Айра». Детская площадка размещена на солнечном участке и оборудована игровыми комплексами «ДП 231-10», «ДП 031» и декоративным мостиком, имитирующим ручей. Физкультурно-игровая зона для детей от 10 до 14 лет площадью 351,58 м² отделена от младших детей и оборудована площадкой «ДП 027», трибунами «Н152435», а также зонами для зрителей и отдыхающих родителей. Взрослая спортивная площадка включает футбольное поле с сеткой и скамейками, гармонично вписанными в ландшафт.

Для водителей предусмотрена парковка на восемь мест по периметру участка, а также столбы-ограждения со светоотражателями для повышения безопасности в темное время суток. Хозяйственная зона включает турники для пожилых жителей и модернизированные контейнерные площадки для мусора с экологичным оформлением: для них выкопана яма с послойной засыпкой песка, щебня и заливкой мелкозернистого бетона для надежности конструкции.

Особое внимание уделено созданию условий для мам с колясками и людей с ограниченными возможностями: на стыках дорожек выполнены закругления для повышения мобильности и безопасности передвижения. В местах с кратчайшими путями добавлены плиточные участки, что снижает нагрузку на газоны и повышает эстетику территории. Освещение реализовано с учетом функциональных и декоративных требований: основные объекты освещены высокими фонарями с двойным освещением, а декоративные элементы — низкими светильниками, что обеспечивает безопасность и создает уютную атмосферу.

При озеленении сохранены и усилены существующие деревья и кустарники. В основу высадки легли пушистые березы, создающие защитный барьер против шума и загрязнений, а также декоративные растения — спирея Грефшейм, канадская ель и пузыреплодник — для формирования живописных перспектив и поддержания экологического баланса.

Таким образом, реализация предложенных мероприятий позволит создать безопасную, экологичную, эстетически привлекательную и удобную для всех пользователей среду. Для студентов направления «Ландшафтная архитектура» данный проект иллюстрирует важность комплексного предпроектного анализа, учета социальных и экологических требований при проектировании, а также необходимости последующего мониторинга состояния зеленых насаждений и функциональности зон отдыха. Такой подход обеспечивает не только повышение качества жизни жителей района, но и становится значимым вкладом в улучшение городского ландшафта, формирование положительного имиджа жилого комплекса и развитие современной городской инфраструктуры.

Библиографический список

1. СП 82.13330.2016. Благоустройство территорий. Актуализированная редакция СНиП III-10-75 : дата введения 2017-06-17 // СПС «КонсультантПлюс» (дата обращения: 03.11.2025).

2. Решение Совета МО ГО «Сыктывкар» от 10.12.2015 № 03/2015-57// СПС «КонсультантПлюс» (дата обращения: 13.11.2025).

3. Смирнова, Н. Д. Современное дворовое пространство : проблемы и решение / Н. Д. Смирнова, Т. И. Штарева. — URL: https://scienceforum.ru/2017/article/2017032684 (дата обращения: 21.10.2025).

4. ГОСТ 24835-81 Саженцы деревьев и кустарников. Технические условия : дата введения 01-01-1983 // СПС «КонсультантПлюс» (дата обращения: 10.11.2025).

УДК 712.26

Т. Т. Велкова,
4 курс, направление подготовки «Ландшафтная архитектура»
Научный руководитель — **Е. И. Паршина**,
кандидат биологических наук, доцент
(Сыктывкарский лесной институт)

ФОРМИРОВАНИЕ ВЕЧЕРНЕЙ ВИЗУАЛЬНО-КОМПОЗИЦИОННОЙ СРЕДЫ ЧАСТНОГО САДА СРЕДСТВАМИ СВЕТОВОГО И РАСТИТЕЛЬНОГО ДИЗАЙНА НА ПРИМЕРЕ ПРОЕКТА «ВЕЧЕРНИЕ ТЕНИ»

Современное частное ландшафтное пространство все чаще воспринимается не как сумма хозяйственных и декоративных элементов, а как среда повседневного проживания, в которой важны не только дневные видовые характеристики, но и качество восприятия территории после захода солнца. В нормативном поле благоустройство и освещение рассматриваются как связанные компоненты организации среды: один задает пространственный каркас территории, другой обеспечивает ее безопасную и выразительную работу в темное время суток [1, 2]. Поэтому вопрос о вечернем облике частного сада следует ставить не в плоскости «добавления подсветки», а в плоскости создания особого сценария проживания пространства [3].

В основу исходных данных послужили материалы учебного проекта благоустройства частного сада «Вечерние тени»: ситуационная схема, план функционального зонирования, генеральный план, план озеленения, план освещения и дневные и вечерние визуализации [4]. Территория организована как компактное и хорошо организованное пространство с четко выделенным композиционным ядром и разветвленной системой пешеходных маршрутов.

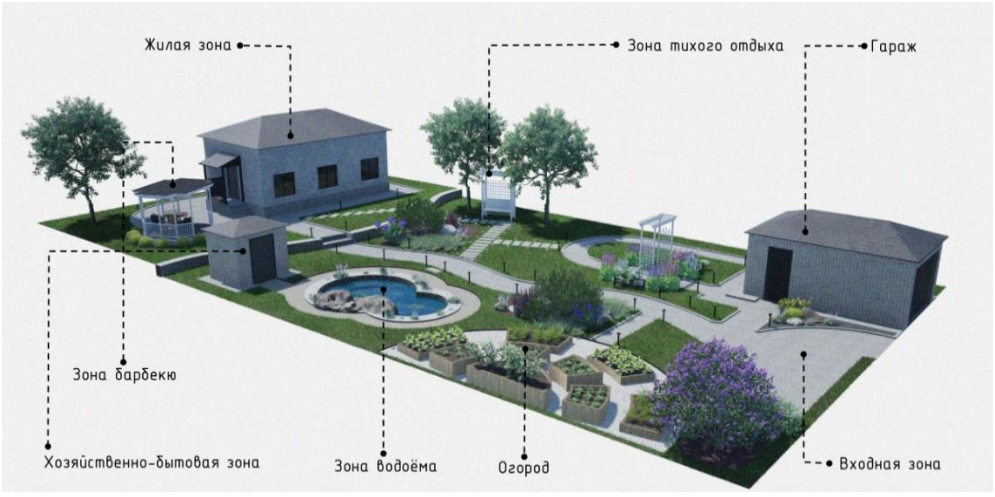


Рис. 1. Функциональное зонирование сада (Фото Велковой Т.Т.)

По балансу территории общая площадь сада составляет 857 м². По функциональному зонированию территория подразделена на входную, жилую, хозяйственно-бытовую, огородную, зону тихого отдыха, зону барбекю, декоративно-озеленительную зону и зону декоративного пруда (рис. 1) [4].

Даже на этапе предварительного планирования становится очевидно, что концепция не сосредоточена на одном ключевом элементе, а включает в себя серию взаимосвязанных мини-сюжетов. Благодаря этому маршрут по саду становится инструментом восприятия: пользователь не охватывает участок единовременно, а последовательно открывает его части, переходя от входной зоны к жилому ядру, далее к зоне отдыха, пруду и огородному фрагменту. Такой тип организации пространства особенно ценен для небольших участков, поскольку компенсирует ограниченную площадь за счет чередования раскрытий и пауз.

Композиционный центр проекта образуют две взаимодополняющие доминанты: жилой дом, поставленный на приподнятую террасу с подпорной стенкой, и декоративный водоем, формирующий эмоциональный узел территории (рис. 2) [4].



Рис. 2. Визуализация в дневное время — вид на дом
(Фото Велковой Т.Т.)

Первая доминанта задает вертикаль и иерархию обзора, вторая — пластическую мягкость и отражающую глубину. В результате сад получает не фронтальную, а многоплановую структуру, в которой архитектурный объем, рельеф и водная поверхность работают совместно. Для вечернего сценария это особенно важно: подсветка подчеркивает не только объект сам по себе, но и дистанции между объектами, их взаимное напряжение и характер переходов. Отсюда следует один из главных выводов исследования: выразительность вечерней среды определяется не количеством световых акцентов, а качеством пространственных отношений между ними.

Центральная идея проекта формулируется как изменение характера восприятия сада в зависимости от времени суток. Днем пространство читается как спокойное, светлое и открытое; вечером оно приобретает камерность, глубину и эмоциональную насыщенность [4]. Это означает, что концепция «Вечерние тени» основана не на контрасте «темнота против света», а на работе с полутонами, силуэтами и направленным вниманием зрителя. В научном плане такой подход интересен тем, что смещает акцент с декоративности на режим восприятия. Сад становится не только территорией отдыха, но и сценой для управляемого зрительного опыта, где освещение не уничтожает сумерки, а структурирует их.

Значительную роль в формировании этого состояния играет ассортимент растений. В проекте использованы древесно-кустарниковые и травянистые виды с различающейся высотой, фактурой и силуэтом (рис. 3): яблоня лесная *(Malus sylvestris)*, сирень обыкновенная *(Syringa vulgaris)*, спирея березонолистная *(Spiraea betulifolia)*, можжевельник казацкий *(Juniperus sabina)*, барбарис Тунберга *(Berberis thunbergii)*, сосна горная *(Pinusmugo)*, хоста Форчуна *(Hosta fortunei)*, ирис желтый *(Iris pseudacorus)*, дельфиниум гибридный «Бенарис Пацифик Микс» *(Delfinium Elatum Benary's Pacific)*, гортензия крупнолистная белая *(Hydrangea macrophylla white)*, гортензия крупнолистная «Романс Блю» *(Hydrangea macrophylla «Romanceblue»),* вейник тростниковый *(Calamagrostis arundinacea)* и кувшинка фиолетовая *(Nymphaea violacea)* [4]. Важно не само перечисление видов, а принцип их подбора: преобладают растения, способные сохранять пластическую выразительность не только в период цветения, но и в более длительном сезонном горизонте за счет формы, массы и контуров. Вечером это особенно существенно, поскольку цвет уступает место силуэту и фактуре. Следовательно, вечерний сад требует подбора ассортимента не по принципу «максимума сезонной яркости», а по принципу устойчивой пространственной читаемости.



Рис. 3. Визуализация ландшафтных групп (Фото Велковой Т.Т.)

Цветовая палитра проекта намеренно сдержанна: основой становятся зеленые, серо-зеленые и нейтральные оттенки, дополненные мягкими акцентами.

Такое решение создает благоприятный фон для вечернего восприятия, поскольку нейтральная растительная масса не конфликтует со световыми пятнами и не создает избыточной зрительной пестроты. Иными словами, днем палитра поддерживает ощущение спокойствия, а вечером — позволяет свету работать точнее и чище. Для частного ландшафта это методически важный вывод: чем сложнее рисунок вечернего освещения, тем более дисциплинированной должна быть базовая цветовая среда. В противном случае искусственный свет начнет не выявлять композицию, а дробить ее.

План освещения демонстрирует сочетание основного и встроенного света, нацеленного на дорожки, функциональные зоны, декоративные композиции и элементы отдыха (рис. 4). В логике светотехнического нормирования это соответствует базовой задаче создания безопасной и читаемой среды передвижения [2]. Однако в данном проекте свет выполняет еще и художественную функцию: он подчеркивает изгибы маршрутов, выделяет текстуру листвы и камня, усиливает отражения в водоеме, а также делает различимыми связи между разными зонами участка. Тем самым освещение не просто обслуживает уже существующую композицию, а фактически завершает ее в вечернем режиме. Практический вывод состоит в том, что в частном саду наиболее эффективна слоистая модель подсветки: навигационный свет для движения, локальный мягкий свет для зон пребывания и точечные акценты для пластических и водных элементов.



Рис. 4. Визуализация сада в вечернее время (Фото Велковой Т.Т.)

Отдельного внимания заслуживает сеть пешеходных маршрутов. В проекте она объединяет все части участка и строится на плавных линиях, что соответствует пейзажному характеру общей композиции. В вечернее время именно дорожки ключевыми элементами: они задают ритм перемещения, регулируют

смену ракурсов и определяют очередность зрительных акцентов [4]. Это позволяет сделать важное методическое наблюдение: если дневной сад обычно воспринимается как набор отдельных картин, то вечерний сад воспринимается прежде всего как серия переходов. Следовательно, проектирование вечерней среды следует начинать не с расположения светильников, а с осмысления траектории движения и точек остановки человека.

Исследование показало, что выразительная вечерняя среда частного сада возникает при соблюдении нескольких взаимосвязанных условий. Во-первых, вечерний режим должен учитываться уже на концептуальном этапе, а не добавляться постфактум. Во-вторых, композиционный центр сада следует связывать с элементами, способными работать и днем, и вечером, — архитектурной вертикалью, водной поверхностью, выразительным рельефом. В-третьих, ассортимент растений необходимо подбирать с учетом силуэтной и фактурной выразительности. В-четвертых, световая система должна быть многослойной и подчеркивать не хаотические детали, а пространственные связи. Наконец, маршруты и точки обзора следует рассматривать как основу вечернего сценария проживания сада. На примере проекта «Вечерние тени» можно утверждать, что небольшой частный участок способен получить устойчивую художественную идентичность, если проектирование ведется одновременно в двух режимах — дневном и вечернем.

Библиографический список

1. СП 82.13330.2016. Благоустройство территорий. Актуализированная редакция СНиП III-10-75 : свод правил : утвержден приказом Минстроя России от 16.12.2016 № 972/пр. : дата введения 2017-06-17 // СПС «КонсультантПлюс» (дата обращения: 15.05.2026).

2. СП 52.13330.2016. Естественное и искусственное освещение. Актуализированная редакция СНиП 23-05-95* : утвержден приказом Минстроя России от 07.11.2016 № 777/пр. : дата введения 2017–05–08// СПС «КонсультантПлюс» (дата обращения: 15.05.2026).

3. ГОСТ 28329-89. Озеленение городов. Термины и определения : межгосударственный стандарт : дата введения 1991–01–01. — Москва : Издательство стандартов, 1990. — 9 с.

4. Велкова, Т. Т. Дизайн-проект благоустройства частного сада «Вечерние тени» : учебный проект / Т. Т. Велкова ; науч. руководитель к.б.н. доц. Е.И. Паршина. — Сыктывкар, 2026.

УДК 591.543.4

А. М. Гарбузюк,
3 курс, направление подготовки «Ландшафтная архитектура»
Научный руководитель — **Е. И. Паршина**,
кандидат биологических наук, доцент
(Сыктывкарский лесной институт)

РЕТРОСПЕКТИВНЫЙ АНАЛИЗ ИЗМЕНЕНИЙ КЛИМАТА И АГРОКЛИМАТИЧЕСКИХ РЕСУРСОВ Г. СЫКТЫВКАРЕ

Устойчивость, долговечность, санитарно-гигиенические и эстетические качества древесных растений в условиях их использования в озеленении городов являются одной из актуальных проблем. Важным при проектировании озеленения является повышение видового разнообразия ассортимента деревьев и кустарников. Характер ассортиментного состава зеленых насаждений в городах определяются комплексом факторов, таких как климат, градостроительная история, история озеленения города, а также уровень городского садово-паркового хозяйства.

Для условий Республики Коми в соответствии с его природно-климатическими особенностями рекомендован ассортимент [1] из 60 видов: 7 из них хвойные [1], это: (*Picea abies*) ель обыкновенная, (*Picea obovata*) ель сибирская, (*Picea obovata Ledeb. var. coerulea Malysch*) ель сибирская голубая, (*Larix sibirica Ledeb*) лиственница сибирская, (*Juniperus sabina*) можжевельник казацкий, (*Juniperus communis*) можжевельник обыкновенный, (*Thuja occidentalis*) туя западная. И 53 вида лиственных [1], из них: (*Betula pendula*) береза повислая, (*Betula pubescens*) береза пушистая, (*Crataegus altaica*) боярышник алтайский, (*Salix alba L.*) ива белая или серебристая или ветла, (*Viburnum opulus L.*) калина обыкновенная и т. д.

Список растений классифицирован с учетом его использования в качестве основного и дополнительного, а также возможности использования в различных типах посадки. Однако, если учитывать видовой состав аборигенной флоры Республики Коми (а это 103 вида, из них класс *Pinopsida* — Хвойные — 8 видов, 95 видов — класс *Magnoliopsida* (*Dicotyledones*) — двудольные покрытосеменные), реальная представленность видов достаточно шире.

Важными условиями климата для растений являются те, что обеспечивают жизненные процессы: теплообеспеченность — характеризующаяся суммой активных температур воздуха выше +10 °С, средняя температура самого теплого месяца, средняя температура самого холодного месяца, продолжительность безморозного периода, динамика высоты снежного покрова, а также характер увлажненности территории.

Происходящие глобальные климатические изменения могут создать потенциально более благоприятные условия для включения в озеленительный со-

став новых видов, однако на сегодняшний день практически отсутствуют сведения об изменениях агроклиматических показателей для условий города Сыктывкара.

Целью работы является проведение рекогносцировочного анализа изменений основных агроклиматических ресурсов на территории города Сыктывкара за 50 лет.

Для решения поставленной цели были определены задачи:

1. Исследовать динамику основных и агроклиматических ресурсов, влияющих на рост, развитие, продуктивность и декоративные качества озеленительного ассортимента.

2. Оценить характер происходящих изменений основных агроклиматических показателей в г. Сыктывкаре.

Основу исследований составляет ретроспективный и статистический анализ основных метрологических характеристик за последние 50 лет по данным из архива погоды г. Сыктывкара.

Методы:

- научно-поисковый;
- сравнительный анализ;
- статистический;
- ретроспективный.

Для обработки данных использовали стандартные методы математической статистики и пакеты прикладных программ *Excel*.

Оценка агроклиматических ресурсов проводилась на основе следующих показателей:

- даты начала и конца вегетационного периода, т.е. даты перехода температуры воздуха через тот или иной предел;
- продолжительность периода с температурами выше определенных пределов;
- средняя сумма температур за вегетационный период;
- средняя температура самого холодного и самого теплого месяцев календарного года;
- обеспеченность вегетационного периода теплом.

Анализ климатических изменений в Сыктывкаре (1975—2025 гг.).

За период с 1975 по 2025 год наблюдаются значительные изменения климатических показателей в г. Сыктывкар.

Среднегодовая температура воздуха в 1975 году была статистически значимо ниже ($p = 0{,}000$): на 2,4 °С по сравнению с 2005 годом и на 4,6 °С по сравнению с 2025 годом. Полученные данные свидетельствуют о устойчивой тенденции к потеплению климата.

При этом отмечается уменьшение минимальной температуры и незначительное повышение максимальной температуры (табл. 1). Это говорит о смягчении зимних условий и некотором сглаживании температурных контрастов в течение года.

Характер увлажненности территории также претерпел изменения: среднегодовая сумма осадков увеличилась с 1975 года в 1,6 раза (p = 0,000).

Общее количество осадков в среднем за 1975 и 2005 годы увеличилось в 2025 году на 355 мм (табл. 1). Это свидетельствует об увеличении количества осадков в регионе.

Результаты анализа указывают на потепление климата и увеличение количества осадков в Сыктывкаре за последние 50 лет.

Таблица 1. Климатические показатели за 1975, 2005, 2025 гг.

Год	Среднегодовая температура воздуха, °С	Максимальная температура, °С	Минимальная температура, °С	Средняя годовая сумма осадков, мм (сумма, мм/год)
1975	2,1 ± 0,61 *C_v=563,1 %*	30	–37	1,55 ± 0,12 (565)
2005	4,5 ± 0,61 *C_v=257,1*	31	–29,2	1,38 ± 0,18 (504,2)
2025	6,7 ± 0,52 *C_v=150,2 %*	30,9	–28,5	2,44 ± 0,3 (889)

В ходе анализа климатических данных г. Сыктывкара рассчитывался гидротермический коэффициент увлажнения (ГТК) по методике Селянинова, который является интегральным показателем влагообеспеченности территории и рассчитывается как отношение суммы осадков за теплый период к сумме температур выше 10 °С за тот же период.

Согласно классификации Селянинова, территория с ГТК в диапазоне 1,3—1,6 относится к влажной зоне. Таким образом, несмотря на некоторую вариацию значений ГТК в разные годы, все расчетные коэффициенты находятся в пределах указанного диапазона, что позволяет отнести территорию г. Сыктывкара к влажной климатической зоне.

Следует отметить, что максимальное значение ГТК в 2025 году (2,22), выходящее за верхнюю границу, может свидетельствовать о временном усилении увлажненности климата, вероятно, связанного с отдельными климатическими аномалиями или локальными гидрологическими особенностями исследуемого периода.

Полученные результаты подтверждают принадлежность г. Сыктывкара к влажной климатической зоне по классификации Селянинова и имеют важное значение для агроклиматического районирования, выбора сельскохозяйственных культур и разработки водохозяйственных мероприятий в регионе.

В соответствии с Приказом Рослесхоза от 10.11.2011 № 472 (ред. от 15.03.2028) [2] для территории Республики Коми официально установлен вегетационный период с 1 июня по 1 октября, что составляет ровно 4 месяца. Этот нормативный интервал отражает усредненные климатические условия региона и используется для целей государственной инвентаризации лесов.

Проведенный ретроспективный анализ по данным Сыктывкара выявил существенные отличия фактических сроков вегетационного периода от нормативных, а также их динамику за последние десятилетия (табл. 2).

Таблица 2. Продолжительность вегетационного периода

Год	Начало периода	Конец периода	Продолжительность (месяцы)
1975	27.04.1975	16.09.1975	4,5
2005	08.05.2005	03.10.2005	4,8
2025	13.05.2025	23.09.2025	4,3

Фактическая продолжительность вегетационного периода в Сыктывкаре за все рассматриваемые годы превышает нормативные 4 месяца, установленные для региона, и составляет в среднем от 4,3 до 4,8 месяца.

В 2005 году зафиксирован максимальный по длительности вегетационный период — 4,8 месяца, что связано с наиболее ранним началом и поздним завершением периода активной вегетации.

В 2025 году, несмотря на общее потепление климата, продолжительность вегетационного периода сократилась до 4,3 месяца. Это может быть обусловлено сдвигом сроков наступления климатических сезонов и особенностями локальных погодных условий.

Полученные результаты подчеркивают необходимость актуализации нормативных документов с учетом региональных климатических изменений. Удлинение вегетационного периода открывает новые возможности для расширения ассортимента древесных растений в городском озеленении, однако требует пересмотра подходов к проектированию зеленых насаждений и учету возможных климатических рисков.

Таблица 3. Даты устойчивого перехода среднесуточной температуры воздуха через температурные пределы

Год	Дата устойчивого перехода через 0 °C		Дата устойчивого перехода через 5 °C		Дата устойчивого перехода через 10 °C		Дата устойчивого перехода через 15 °C	
	Весной	Осенью	Весной	Осенью	Весной	Осенью	Весной	Осенью
1975	06.03.	27.10.	25.03.	04.10.	09.04.	03.10.	27.04.	16.09.
2005	09.03.	07.11.	28.03.	06.11.	09.04.	12.10.	08.05.	03.10.
2025	26.02.	10.11.	24.03.	29.10.	15.04.	11.10.	13.05.	23.09.

Анализ данных показал, что весенние положительные температуры устанавливаются значительно раньше в 2025 году по сравнению с 1975 годом (см. табл. 3):

- переход через 0 °C сместился с 6 марта (1975) до 26 февраля (2025), сократившись на 9 дней;

- переход через 5 °С произошел на 1 день раньше в 2025 году по сравнению с 1975 годом;

- переход через 10 °С сместился с 9 апреля (1975) до 15 апреля (2025), задержавшись на 6 дней;

- переход через 15 °С сместился с 27 апреля (1975) до 13 мая (2025), задержавшись на 16 дней.

Осенние отрицательные температуры приходят значительно позднее:

- переход через 0 °С сместился с 27 октября (1975) до 10 ноября (2025), отложившись на 14 дней;

- переход через 5 °С сместился с 4 октября (1975) до 29 октября (2025), отложившись на 25 дней;

- переход через 10 °С сместился с 3 октября (1975) до 11 октября (2025), отложившись на 8 дней;

- переход через 15 °С сместился с 16 сентября (1975) до 23 сентября (2025), отложившись на 7 дней.

Анализ динамики дат перехода среднесуточной температуры воздуха через ключевые температурные пороги в весенний и осенний периоды выявил важные тенденции для планирования и расширения озеленительного ассортимента. Более раннее наступление устойчивых положительных температур, переход через 0 °С весной, создает предпосылки для внедрения в озеленение видов с более коротким периодом вегетации и ранним цветением.

В то же время, запаздывание установления высоких температур весной и увеличение продолжительности безморозного периода осенью позволяют расширить ассортимент за счет включения теплолюбивых видов и сортов, менее устойчивых к весенним и осенним заморозкам.

Полученные данные необходимо учитывать при подборе пород и сортов растений для озеленения, обращая внимание на их фенологические особенности и адаптацию к изменившимся климатическим условиям. Это позволит создать устойчивые и декоративные насаждения, максимально эффективно использующие благоприятные периоды вегетации.

Анализ представленных данных демонстрирует следующую динамику по суммам эффективных температур (Т > 5 °С) (табл. 4):

- 1975 год: 1962,8 °С;

- 2005 год: 2349,7 °С — увеличение на 386,9 °С по сравнению с 1975 годом;

- 2025 год: 2552 °С — увеличение на 202,3 °С по сравнению с 2005 годом.

Таблица 4. Агроклиматическая характеристика

Год	Сумма эффективных температур 5 °С	Сумма активных температур 10 °С
1975	1962,8	1942,8
2005	2349,7	2225,25
2025	2552	2374

Данный показатель отражает тепловой потенциал территории, играющий ключевую роль в успешном выращивании теплолюбивых сельскохозяйственных культур. Обращает на себя внимание последовательное увеличение сумм эффективных температур на всем исследованном промежутке времени, что свидетельствует о неуклонном потеплении климата и улучшении агроклиматических условий для теплолюбивых растений.

Динамика сумм активных температур (T > 10 °C) выглядит следующим образом:

- 1975 год: 1942,8 °C;
- 2005 год: 2225,25 °C — увеличение на 282,45 °C по сравнению с 1975 годом;
- 2025 год: 2374 °C — увеличение на 148,75 °C по сравнению с 2005 годом.

Активные температуры являются одним из важнейших агроклиматических показателей, непосредственно влияющим на интенсивность фотосинтеза и темпы накопления биомассы растениями. Подобно эффективным температурам, эта величина демонстрирует устойчивую восходящую тенденцию на всем исследованном периоде, что свидетельствует о создании более благоприятных условий для роста и развития сельскохозяйственных культур.

Полученные результаты подчеркивают необходимость разработки адаптивных стратегий, ориентированных на использование новых агроклиматических возможностей, предоставляемых потеплением. Регулярный мониторинг агроклиматических условий и своевременное обновление агроклиматических карт позволят эффективнее планировать сельскохозяйственную деятельность и обеспечивать устойчивость агропромышленного комплекса в условиях изменяющегося климата.

Период с температурой воздуха выше 0 °C в 2025 году увеличился по сравнению с 1975 годом на 23 дня — с 235 до 258 дней (табл. 5). Это свидетельствует о значительном смягчении зимнего и весеннего сезонов в регионе.

Вегетационный период увеличился на 27 дней — с 193 до 220 суток. Это изменение имеет принципиальное значение для расширения ассортимента возделываемых культур и оптимизации агротехнологий.

Период активной вегетации характеризуется наименьшим приростом — 3 дня — с 177 до 180.

Таблица 5. Продолжительность периодов вегетации за 1975, 2005, 2025 гг.

Годы	Продолжительность периода с температурой выше 0 °C, дни	Продолжительность вегетационного периода, дни (выше 5 °C)	Продолжительность периода активной вегетации, дни (выше 10 °C)	Продолжительность метеорологического лета, дни
1975	235	193	177	142
2005	244	222	187	149
2025	258	220	180	134
Среднее	245,6	211,6	181,3	141,6
CV, %	4,7	7,7	2,8	5,3

Метеорологическое лето сократилось на 8 дней — с 142 до 134. Вероятно, это связано с перераспределением температурных градиентов в пользу более мягких весенних и осенних сезонов.

Заключение.

Проведенный ретроспективный анализ климатических изменений в городе Сыктывкаре за период с 1975 по 2025 год позволил выявить существенные преобразования агроклиматических условий, имеющие важное значение для городского озеленения, сельского и лесного хозяйств.

Основные результаты исследования:

- проведенный анализ показал значительное потепление климата г. Сыктывкаре. Среднегодовая температура воздуха за 50-летний период увеличилась на 4,6 °С, при этом минимальное значение температуры выросло с -37 °С в 1975 году до -28,5 °С в 2025 году, что свидетельствует о смягчении зимних условий. Максимальные температуры оставались относительно стабильными, демонстрируя незначительную тенденцию к росту;

- среднегодовые осадки увеличились в 1,6 раза, что указывает на усиление увлажненности территории. Общий объем осадков в 2025 году составил 889 мм, что на 355 мм больше, чем в среднем за 1975 и 2005 годы;

- гидротермический коэффициент увлажнения (ГТК) по методике Селянинова составил 1,44 в 1975 году, 1,33 в 2005 году и 2,22 в 2025 году. Все значения укладываются в диапазон 1,3—1,6, что позволяет отнести г. Сыктывкар к влажной климатической зоне. Максимальное значение ГТК в 2025 году может быть связано с временным усилением увлажненности климата;

- проанализированная динамика показывает увеличение продолжительности периодов с положительными температурами;

- суммы эффективных температур и активных температур демонстрировали устойчивую восходящую тенденцию на всем исследованном периоде, что свидетельствует о создании более благоприятных условий для сельскохозяйственного производства и лесного хозяйства.

Проведенный ретроспективный анализ выявил значительные изменения климатических и агроклиматических характеристик г. Сыктывкара за последние 50 лет. Установлена устойчивая тенденция к потеплению климата, сопровождаемая увеличением увлажненности территории и удлинением периодов с положительными температурами.

Несмотря на общую тенденцию к потеплению, для ряда агроклиматических показателей характерна преимущественно восходящая динамика. Полученные результаты указывают на необходимость пересмотра нормативных документов и обновления агроклиматических карт с учетом региональных особенностей.

Продемонстрированное удлинение вегетационного периода создает предпосылки для расширения ассортимента древесных растений в городском озеленении и сельскохозяйственном производстве. Однако выявленные колебания

климатических параметров требуют разработки адаптивных стратегий, учитывающих как общие тенденции потепления, так и возможные климатические аномалии.

Настоящая работа закладывает основу для дальнейших исследований в области агроклиматологии и городского озеленения, обеспечивая научное обоснование для принятия управленческих решений в условиях изменяющегося климата.

Библиографический список

1. Нормативы градостроительного проектирования Республики Коми: постановление Правительства Республики Коми : дата введения 2016-12-31. – URL: https://docs.cntd.ru/document/432985808.

2. Об утверждении Методических рекомендаций по проведению государственной инвентаризации лесов : приказ Рослесхоза от 10.11.2011 № 472 (ред. от 15.03.2018) // СПС «КонсультантПлюс».

3. Архив погоды города Сыктывкар. – URL: https://www.pogodaiklimat.ru/monitor.php?id=23804&month=1&year=1975.

4. Данные из архива погоды. Сыктывкар. – URL: https://pogoda-service.ru/archive_gsod_res.php?station=238040&datepicker_beg=01.01.1975&datepicker_end=01.12.1980.

УДК 711.01:712(476)

П. С. Казакова,
2 курс, направление подготовки «Ландшафтная архитектура»
Научный руководитель — **Е. И. Паршина**,
кандидат биологических наук, доцент
(Сыктывкарский лесной институт)

ЛАНДШАФТНАЯ АРХИТЕКТУРА В КОНТРОЛЕ ЛИВНЕВЫХ СТОКОВ

Одним из ключевых вызовов современности является изменение климата. Согласно данным Всемирной метеорологической организации, в последние десятилетия наблюдается ускорение темпов глобального потепления: период 2015—2025 гг. стал самым теплым за всю историю инструментальных наблюдений, при этом в 2025 г. среднемировая температура приблизилась к уровню, превышающему доиндустриальные значения на 1,5 °С. В ближайшей перспективе ожидается превышение данного порога, что может привести к усилению негативных климатических последствий.

Глобальное потепление сопровождается комплексом взаимосвязанных процессов, оказывающих влияние на природную среду, экономику и безопасность населения.

На территории Российской Федерации в последние десятилетия фиксируется устойчивая тенденция к повышению температуры воздуха. Отмечаются рост среднегодовых температур, сокращение продолжительности зимнего периода, а также увеличение частоты экстремальных гидрометеорологических явлений. По данным Росгидромета, темпы потепления в России в среднем в 2,5 раза превышают глобальные показатели. Наиболее выраженные изменения наблюдаются в северных регионах: к концу XXI века в Арктической зоне прогнозируется повышение температуры до 7 °С, а к середине столетия — увеличение зимних температур на территории страны на 2—5 °С.

Изменение климатических условий сопровождается трансформацией режима осадков. При относительно незначительном увеличении их годового объема (около 2,2 %) отмечается существенный рост интенсивности и частоты ливневых осадков — в среднем на 1—2 % за десятилетие в течение последних 50 лет.

Дополнительным фактором, усиливающим негативные последствия, является урбанизация. Развитие городской застройки приводит к изменению естественных стокорегулирующих свойств территорий и трансформации гидрологического режима. На территории России ежегодно фиксируется от 40 до 68 значительных наводнений. Общая площадь зон, подверженных затоплению, составляет около 500 тыс. км², из которых порядка 150 тыс. км² характеризуются катастрофическими последствиями. В зоне риска находятся около 300 городов, где подтопления повторяются с периодичностью 8–12 лет [1].

Следует отметить, что ливневые подтопления характерны не только для населенных пунктов, расположенных вблизи водных объектов. В теплый период года подобные явления наблюдаются практически во всех крупных городах.

Причины возникновения ливневых наводнений обусловлены не только климатическими изменениями, но и рядом антропогенных факторов, включая:

- устаревшие нормативы проектирования систем ливневой канализации;
- физический износ или отсутствие инженерной инфраструктуры;
- недостаточный учет ландшафтных и климатических особенностей территории (включая рельеф);
- увеличение доли непроницаемых покрытий.

В естественных условиях около 50 % атмосферных осадков инфильтрируется в почву, до 40 % возвращается в атмосферу за счет испарения и транспирации, и лишь около 10 % формирует поверхностный сток. В условиях плотной городской застройки данные соотношения существенно изменяются: доля инфильтрации снижается до 15—35 %, тогда как поверхностный сток возрастает до 30—55 %.

В связи с этим особую значимость приобретает использование зеленой инфраструктуры как инструмента регулирования гидрологического режима урбанизированных территорий.

Цель исследования — анализ возможностей применения зеленой инфраструктуры для управления ливневыми стоками.

Задачи исследования:

1. Анализ нормативно-правового регулирования в рассматриваемой области.

2. Изучение типов зеленой инфраструктуры и устойчивых дренажных систем.

3. Обобщение отечественного и зарубежного опыта применения соответствующих решений.

Устойчивое управление поверхностным стоком предполагает формирование систем водоотведения, согласованных с природными гидрологическими условиями и ориентированных на повышение экологического и функционального качества городской среды. Данные подходы начали формироваться в Северной Америке с 1970-х гг. в рамках концепции Best Management Practices (BMP) [2].

Одним из современных направлений является концепция «городов-губок» (Sponge City), разработанная и реализуемая в Китае. Она направлена на снижение рисков наводнений за счет приоритетного использования элементов зеленой инфраструктуры наряду с традиционными инженерными решениями. Концепция основана на увеличении доли проницаемых и природных элементов городской среды, включая парки, зеленые насаждения, водно-болотные угодья и покрытия, способные аккумулировать, задерживать и очищать дождевую

воду. Реализация данных мер способствует снижению пиковых нагрузок на дренажные системы, уменьшению эффекта «теплового острова» и повышению уровня биоразнообразия.

В Российской Федерации развитие водно-зеленой инфраструктуры активизировалось с конца 2010-х гг. К числу первых реализованных проектов относятся дождевые сады (Пермь, 2017 г.) и общественные пространства с применением природоподобных решений (Москва, 2019 г.). В 2021 г. в профессиональной среде закрепился термин «водно-зеленая инфраструктура», под которым понимается система взаимосвязанных озелененных и водных элементов, предназначенных для регулирования поверхностного стока, предотвращения подтоплений, частичной очистки воды, снижения тепловой нагрузки и повышения качества городской среды.

Наибольшая эффективность достигается при их комплексном применении в сочетании с традиционными системами водоотведения.

В последние годы в Российской Федерации формируется нормативная база, регламентирующая применение данных решений. В ряде документов закреплены определения элементов зеленой инфраструктуры, а также представлены рекомендации по их использованию при организации систем поверхностного водоотведения.

Согласно приказу Минстроя России [4] к элементам системы водоотведения (канализации), предназначенной для приема поверхностных сточных вод, рекомендуется относить: линейный водоотвод; дождеприемные решетки; инфильтрующие элементы; дренажные колодцы; дренажные траншеи, полосы проницаемого покрытия; биодренажные канавы; дождевые сады; водно-болотные угодья.

К основным методам управления ливневым стоком относятся:

- зеленые кровли, обеспечивающие задержание части осадков и снижение нагрузки на ливневую канализацию;
- дождевые сады, способствующие инфильтрации и биологической очистке воды;
- биоканавы, замедляющие поверхностный сток и обеспечивающие фильтрацию загрязнений;
- водопроницаемые покрытия, увеличивающие инфильтрационную способность территории;
- накопительные водоемы и задерживающие бассейны, обеспечивающие временное аккумулирование стока;
- биопруды и биоплато, осуществляющие естественную очистку воды;
- фильтрующие колодцы и полосы, обеспечивающие локальную инфильтрацию и очистку [3, 5].

Практика применения водно-зеленой инфраструктуры в различных странах демонстрирует, что управление дождевыми водами может быть одновременно инженерно эффективным, экологически обоснованным и направленным на повышение качества городской среды.

Например, Программа «Зеленые аллеи» (Green Alleys), Чикаго, США, предусматривает реконструкцию городских переулков с использованием водопроницаемых покрытий и устройством дождевых садов. Результатами реализации является снижение частоты локальных подтоплений; улучшение качества воды в городских водотоках; повышение экологической и эстетической ценности городской среды [6].

Еще один пример, это Проект «Зеленая долина», (Цзинин, Китай). Проект реализован в рамках концепции «города-губки» и направлен на локальное регулирование поверхностного стока. Ключевые его характеристики:

- понижение территории на 1,5—2 м с целью организации дождевых садов и высадки древесной растительности с развитой корневой системой;
- применение водопроницаемого асфальтового покрытия;
- устройство пойменной зоны протяженностью 600 м и глубиной 0,5 м, обеспечивающей аккумулирование до 600 м³ воды;
- организация системы аварийного отвода воды в городскую ливневую канализацию через дренажные колодцы;
- использование влаголюбивых видов растений.

Жилой квартал Neuss-Weckhoven (Германия) — еще один пример проекта, в котором реализована интеграция системы водоотведения в общественное пространство. Центральная водная ось выполняет одновременно функции дренажа и рекреационной зоны, включая элементы благоустройства и игровые пространства, что обеспечивает сочетание инженерных и социальных функций [7].

Проект Центральной площади (Раалте, Нидерланды) включает интеллектуальную систему управления дождевыми водами и поливом озелененных территорий. Принцип функционирования системы:

- сбор: поверхностный сток с твердых покрытий направляется в дренажные каналы;
- очистка: вода проходит через пескоуловители и системы механической фильтрации;
- накопление: очищенная вода аккумулируется в подземных резервуарах;
- повторное использование: вода применяется для орошения зеленых насаждений в зависимости от их потребностей.

Система оснащена датчиками влажности почвы, уровня воды, температуры и атмосферного давления, что обеспечивает автоматизированное регулирование режима полива [8].

В условиях Российской Федерации внедрение подобных решений приобретает особую актуальность в связи с усилением последствий изменения климата и урбанизации, приводящих к росту нагрузки на водосборные территории и изменению гидрологического режима.

Согласно статистическим данным, ежегодно на территории России происходит от 40 до 68 значительных наводнений, а среднегодовой экономический ущерб составляет порядка 40 млрд рублей. Общая площадь территорий, подверженных затоплению, достигает около 500 тыс. км², из которых 150 тыс. км²

характеризуются потенциально катастрофическими последствиями. В данных зонах расположено около 300 городов, где подтопления повторяются с периодичностью 8—12 лет.

Примерами использования принципов водно-зеленой инфраструктуры в России являются Природно-городской проект «Зеленое кольцо» (г. Пермь), Дождевой сад в «Аптекарском огороде» (г. Москва).

Ключевым элементом первого проекта являются дождевые сады, выполняющие функции инфильтрации и биологической очистки поверхностного стока, а также способствующие защите водных объектов и формированию устойчивых городских пространств [9].

Работа по реализации проекта «Зеленое кольцо» ведется на 3-х локациях: особо охраняемая природная территория «Черняевский лес», долины рек Егошихи и Данилихи.

Проект дождевого сада в «Аптекарском огороде» включает две функциональные зоны:

- пониженный участок, предназначенный для аккумулирования дождевой воды, с высадкой влаголюбивых растений (включая ирисы, калужницы, злаковые культуры);

- павильон с озелененной кровлей, обеспечивающей удержание части атмосферных осадков [10].

Рассмотренные примеры отражают современный подход к управлению дождевыми водами, основанный на принципе их локального удержания, инфильтрации и повторного использования.

Таким образом, ландшафтная архитектура выступает важным инструментом регулирования ливневого стока. Применение элементов водно-зеленой инфраструктуры позволяет не только обеспечивать отвод воды, но и реализовывать ее задержание, очистку и возврат в природный цикл. Это способствует снижению риска подтоплений, улучшению качества водных ресурсов и повышению комфортности городской среды. Внедрение подобных решений является значимым направлением устойчивого развития урбанизированных территорий.

Библиографический список

1. О водно-зеленой инфраструктуре и решениях для защиты города от подтоплений : материалы сайта Ecourbanist. — URL: https://ecourbanist.ru/vzi/gorod-gubka-k-probleme-gorodskix-navodnenij/?ysclid=mn5ug66ovv896446675 (дата обращения: 05.03.2026).

2. Взгляд в будущее водно-зеленой инфраструктуры : материалы сайта Ecourbanist. — URL: https://ecourbanist.ru/vzi/vzglyad-v-budushhee-vodno-zelyonoj-infrastruktury/ (дата обращения: 05.03.2026).

3. СП 82.13330.2016. Благоустройство территорий: свод правил : утв. приказом Минстроя России от 16.12.2016 № 972/пр / Минстрой России. — Москва, 2016. — URL: https://www.mos.ru/upload/documents/files/9842/SP82133302016.pdf. (дата обращения: 01.03.2026).

4. Об утверждении методических рекомендаций с лучшими практиками по формированию правил благоустройства территорий муниципальных образований : приказ Минстроя России от 29.12.2021 № 1042/пр / Министерство строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации. — Москва, 2021. — 60 с. — URL: https://www.minstroyrf.

gov.ru/upload/iblock/f86/29.12.2021_1042_pr-Metodrekomendatsii-Pravila-blagoustroystva.pdf (дата обращения: 05.03.2026).

5. Методические рекомендации по организации водоотвода на улично-дорожной сети городов, не имеющих подземной (трубопроводной) ливневой канализации / Министерство строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации, Федеральное автономное учреждение «Федеральный центр нормирования, стандартизации и технической оценки соответствия в строительстве». — Москва : [б. и.], 2019. — 170 с. — URL: https://vk.com/doc204985681_681575756?hash=xy0tYNuZeiqu08fpC5XiE5mPvsjn9G4rZmk0Sz8OZQ0&dl=3czpsQmXDtIRvqlOBrgDuD1VTmkUuGay2pZONAymINz (дата обращения: 05.03.2026).

6. Chicago green alley program fights climate change and flooding : articlefrom CBS News Chicago. — URL: https://www.cbsnews.com/chicago/news/chicago-green-alley-program-climate-change-flooding/ (дата обращения: 05.03.2026).

7. Дождевые сады как элемент городской экосистемы : материалы портала Architime. — URL: https://www.architime.ru/activity/2025/rain_gardens.htm (дата обращения: 05.03.2026).

8. Город губка 2.0 : инновационные решения для защиты города от подтоплений: материалы сайта Ecourbanist. — URL: https://ecourbanist.ru/vzi/gorod-gubka-2-0-innovaczionnye-resheniya-dlya-zashhity-goroda-ot-podtoplenij/ (дата обращения: 05.03.2026).

9. Зеленое кольцо Перми : дождевые сады как часть городской экосистемы : материалы сайта Ecourbanist. — URL: https://ecourbanist.ru/vzi/zelyonoe-kolczo-permi-dozhdevye-sady-kak-chast-gorodskoj-ekosistemy-2/ (дата обращения: 05.03.2026).

10. Публикации о водно-зеленой инфраструктуре : материалы сообщества ВКонтакте. — URL: https://vk.com/wall-58154167_50361 (дата обращения: 05.03.2026).

УДК 712.0

Е. А. Корепанова,
В. А. Орлова,
4 курс, направление подготовки «Ландшафтная архитектура»
Научный руководитель — **Е. И. Паршина**,
кандидат биологических наук, доцент
(Сыктывкарский лесной институт)

ОТ АНКЕТЫ ДО ВИЗУАЛИЗАЦИИ: ЛОГИКА И СТРУКТУРА РАЗРАБОТКИ КОНЦЕПЦИИ БЛАГОУСТРОЙСТВА УЧАСТКА ИЖС

Территории индивидуального жилищного строительства являются важным объектом ландшафтного проектирования. В отличие от общественных пространств, частные участки требуют индивидуального подхода, учитывающего особенности образа жизни владельцев, состав семьи, хозяйственные потребности и эстетические предпочтения. В связи с этим особое значение приобретает грамотная организация проектного процесса, позволяющая последовательно преобразовывать пожелания заказчика в обоснованные архитектурно-планировочные решения.

Целью исследования является демонстрация логики и структуры разработки концепции благоустройства участка ИЖС на основе реального проектного объекта.

Для достижения цели были поставлены следующие задачи:

- произвести предпроектный анализ территории, включающий изучение анкеты заказчика, градостроительного плана земельного участка (ГПЗУ) и природно-климатических условий местности;
- выполнить анализ нормативных требований в области индивидуального жилого строительства;
- разработать концептуальное и функционально-планировочное решение территории с учетом инсоляции и сценариев использования участка;
- подобрать устойчивый ассортимент растительности в соответствии с климатическими условиями и принятой стилистической концепцией;
- разработать генеральный план и визуализацию проектного решения;
- оценить результаты применения поэтапного подхода при разработке концепции благоустройства участка.

Объектом проектирования является земельный участок индивидуального жилищного строительства площадью 1740 м^2, расположенный в Котласском районе Архангельской области.

Предмет исследования — процесс поэтапной разработки концепции благоустройства участка ИЖС.

Методологической основой исследования служит принцип поэтапной разработки концепции благоустройства и озеленения, согласно которому каждое последующее проектное решение основывается на результатах предыдущего этапа.

Территория имеет прямоугольную конфигурацию и относительно спокойный рельеф с незначительным понижением поверхности в направлении с юго-запада на северо-восток. Существенных ограничений для размещения объектов капитального строительства и элементов благоустройства выявлено не было.

Важным фактором, повлиявшим на формирование проектного решения, стало наличие существующих древесных насаждений. На юго-западной границе участка произрастают пять экземпляров сосны кедровой сибирской (*Pinus sibirica*), обладающие декоративной и экологической ценностью. В соответствии с принципами устойчивого ландшафтного проектирования данные насаждения были сохранены и интегрированы в композиционную структуру будущего объекта.

Исходной информационной базой для проектирования послужили результаты предпроектного анализа территории, материалы анкетирования заказчика, а также сведения о природно-климатических условиях района исследования.

Анализ полученных данных позволил определить основные требования к функциональной организации пространства и сформировать концептуальное направление проектирования.

Разработка концепции благоустройства осуществлялась в рамках поэтапного подхода, предусматривающего последовательное уточнение проектных решений на основе результатов каждого предшествующего этапа.

Первоначально был выполнен анализ нормативно-правовых требований, регламентирующих размещение объектов на участках индивидуального жилищного строительства, включающий:

- Правила землепользования и застройки Котласского муниципального округа Архангельской области [1];
- СП 42.13330 Градостроительство. Планировка и застройка городских и сельских поселений [2];
- СП 53.13330 Планировка и застройка территории ведения гражданами садоводства. Здания и сооружения [3];
- СП 112.13330.2011 Пожарная безопасность зданий и сооружений [4];

На данном этапе определялись допустимые параметры застройки, нормативные отступы от границ участка и красных линий, а также ограничения, связанные с размещением вспомогательных сооружений.

Следующим этапом стало изучение ориентации территории относительно сторон света и анализ инсоляционного режима. Полученные данные позволили определить наиболее благоприятные участки для размещения жилого дома, рекреационных пространств и садово-огородной зоны.

После определения положения основных объектов была проведена оценка характера освещенности территории и выполнено функциональное зонирование участка (рис. 1).

При формировании планировочной структуры учитывались сценарии использования пространства, выявленные в ходе анкетирования заказчика, а также требования к удобству эксплуатации территории.

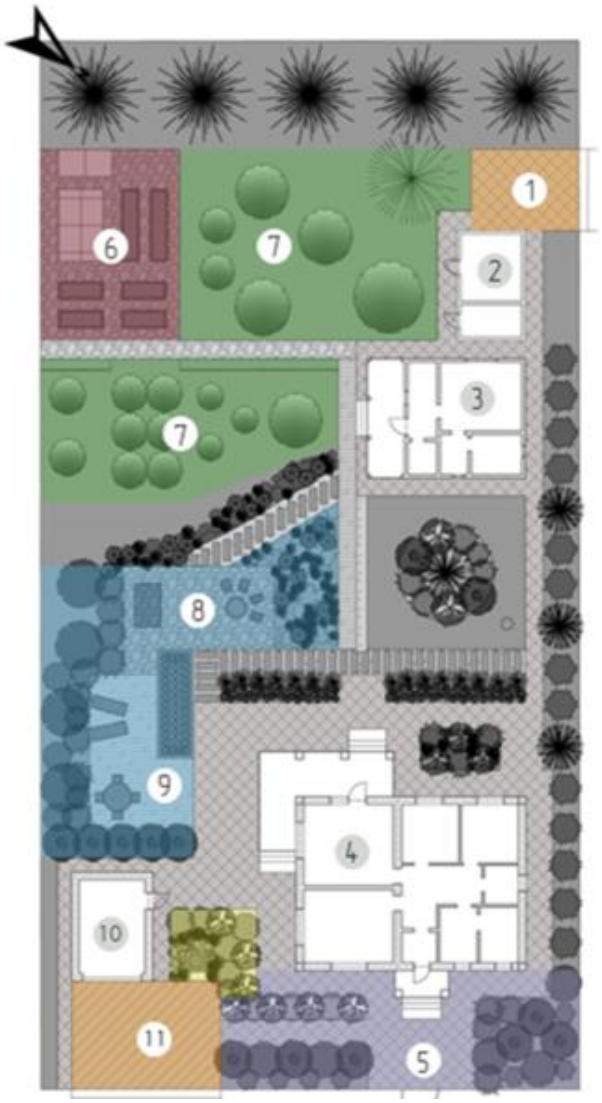


Рис. 1. Функциональное зонирование участка (автор: Орлова В. А)
1 – черновой заезд, 2 – хозблок, 3 – баня, 4 – жилой дом, 5 – входная зона,6 – огородная зона, 7а – плодовый сад (деревья плодовые), 7б – плодовый сад (кустарники ягодные), 8 – зона тихого отдыха с костровой чашей, 9 – обеденная зона, 10 – гараж, 11 – парковка

На основании проведенного анализа была разработана концепция благоустройства в скандинавском стиле с элементами минимализма. Выбор данного направления обусловлен стремлением к функциональной организации пространства, лаконичности архитектурно-планировочных решений и гармоничному сочетанию застройки с окружающим ландшафтом.

По результатам анализа участок был разделен на следующие основные функциональные зоны:

- входная зона;
- зона тихого отдыха;
- обеденная зона;
- садово-огородная и хозяйственная.

На завершающем этапе был разработан генеральный план участка схемы озеленения и комплект визуализаций.

Архитектурно-планировочное решение выполнено в скандинавском стиле с элементами минимализма (рис. 2). Для него характерны лаконичная композиция, строгая геометрия дорожек и площадок, рациональное использование пространства и функциональная взаимосвязь всех зон.

Входная зона обеспечивает удобный доступ на территорию и формирует первое впечатление о пространстве (рисунок 3). В ее состав входят пешеходный вход, автомобильная парковка, гараж и дополнительный технический въезд.

Для повышения декоративности и защиты от ветра предусмотрены древесно-кустарниковые композиции.



Рис. 2. Архитектурно-планировочное решение
(автор: Корепанова Е. А)



Рис. 3. Входная зона (автор: Корепанова Е. А)

Зона тихого отдыха расположена в непосредственной близости от жилого дома и состоит из двух функциональных подзон: обеденной площадки (рис. 4)

и площадки с костровой чашей (рис. 5). Такое решение обеспечивает возможность использования пространства в различных сценариях отдыха и в разные сезоны года.



Рис. 4. Обеденная площадка (автор: Корепанова Е. А)



Рис. 5. Костровая подзона (автор: Корепанова Е. А)

Садово-огородная зона размещена в наиболее освещенной части участка (рис. 6). В ее состав входят огород, плодовый сад, ягодные кустарники, хозяйственный блок и дровяник. Планировочная структура построена на принципах строгой геометрии, что соответствует общей стилистике проекта и обеспечивает удобство эксплуатации.



Рис. 6. Садово-огородная зона (автор: Корепанова Е. А)

Дополнительным композиционным акцентом стала группа кругового обзора (рис. 7), сформированная вокруг ели колючей голубой «Фат Альберт» (*Picea pungens «Fat Albert»*).



Рис. 7. Группа кругового обзора, зима (автор: Корепанова Е. А)

Нижний ярус представлен можжевельником казацким (*Juniperus sabina*), ивой пурпурной «Нана» (*Salix purpurea «Nana»*) и гортензией метельчатой «Полар Беар» (*Hydrangea paniculata «PolarBear»*). Многоярусная структура композиции обеспечивает декоративность насаждений в течение всего вегетационного периода.

Разработка концепции благоустройства участка ИЖС требует комплексного учета нормативных, природно-климатических и функциональных факторов. Последовательное выполнение проектных этапов позволяет принимать обоснованные решения и формировать комфортную среду проживания.

Рассмотренный пример показывает, что сочетание предпроектного анализа, изучения потребностей заказчика и современных методов ландшафтного проектирования обеспечивает создание гармоничного и функционального пространства.

Предложенная методика может быть использована при разработке аналогичных проектов благоустройства территорий индивидуального жилищного строительства в условиях северных регионов России.

Библиографический список

1. Об утверждений правил землепользования и застройки Котласского муниципального округа Архангельской области : постановление Министерства строительства и архитектуры Архангельской области от 08.12.2025 № 75-п // СПС «КонсультанатПлюс» (дата обращения : 10.02.2026).

2. СП 42.13330. Свод правил. Градостроительство. Планировка и застройка городских и сельских поселений. Актуализированная редакция СНиП2.07.01-89 : дата введения 2017–07–01// СПС «КонсультантПлюс» (дата обращения : 10.02.2026).

3. СП 53.13330.2019. Свод правил. Планировка и застройка территории ведения гражданами садоводства. Здания и сооружения (СНиП 30-02-97 Планировка и застройка территорий садоводческих (дачных) объединений граждан, здания и сооружения) : 2020–04–15 // СПС «КонсультантПлюс» (дата обращения : 10.02.2026).

4. СП 112.13330.2011 Пожарная безопасность зданий и сооружений : дата введения 1998–01–01 // СПС «КонсультантПлюс» (дата обращения : 10.02.2026).

УДК 712.4

А. А. Маркин,
3 курс аспирантуры, направление подготовки
«Лесоведение, лесоводство, лесные культуры,
агролесомелиорация, озеленение, лесная пирология и таксация»
Научный руководитель — **А. С. Крюковский**,
кандидат сельскохозяйственных наук
(СПбГЛТУ им. С. М. Кирова)

ПРАКТИЧЕСКОЕ ПРИМЕНЕНИЕ ДАННЫХ ЭФФЕКТА «ПАРКОВОГО ОСТРОВА ХОЛОДА» ЗЕЛЕНЫХ НАСАЖДЕНИЙ В ВОДНО-ЗЕЛЕНОМ ГОРОДСКОМ КАРКАСЕ

В 2007 году процент городского населения во всем мире перешел черту в 50 % [1]. Это означает не только активный рост жителей городов и миграцию жителей из малых городов и сел, но и увеличение городской застройки. Современные города-миллионники занимают протяженные площади земли, тем самым формируя проблемы в разных областях наук: градостроительства, ландшафтной архитектуры, экономики, социологии и др. [2].

На сегодняшний момент города сталкиваются с различными проблемами, к которым также относятся специфические метеорологические явления, которые протекают исключительно в городах. Учеными замечено, что в пригородах воздух холоднее и влажнее, нежели в городе [3]. Повышенная температура воздуха, большой перепад температур и влажности в городах описывается таким явлением, как «городской остров тепла» (далее — *UHI*) [4]. Данное явление описано в 1818 году Люком Говардом, при изучении температур Лондона [5].

В связи с глобальным изменением климата были разработаны документы, регулирующие деятельность человечества, в том числе формирование повестки устойчивого развития городов. Одним из эффективных инструментом для борьбы с эффектом *UHI* является «парковый остров холода» (далее — *PCI*). *PCI* — это метеорологическое явление, которое обусловливают зеленые насаждения и объекты ландшафтной архитектуры, формирующие повышенную влажность и низкую температуру, в отличие от ближайшей застройки [6, 7, 8, 9].

На текущий момент, зеленые насаждения, предоставляющие «парковый остров холода», могут сформировать общегородскую систему, включающую в себя бульвары, скверы, городские сады, парки, лесопарки и городские леса, при помощи организации водно-зеленого городского каркаса.

Ученые по всему миру изучают данное явление и предоставляют промежуточные результаты, которые можно применять на практике в области ландшафтной архитектуры и градостроительства.

К важным практическим данным по «парковому острову холода» можно отнести следующие:

1. Зона микроклиматического комфорта у леса больше, чем у парка [10].

2. Среднее расстояние микроклиматического комфорта городских зеленых насаждений находится в пределах 120—150 метров [10].

3. Зона микроклиматического комфорта больше у лентообразных и компактных объектов ландшафтной архитектуры составляет 150 и 133 метров соответственно [10].

4. Если объект ландшафтной архитектуры меньше 1 гектара, то у данного объекта зона микроклиматического комфорта практически отсутствует [11].

5. Если объект ландшафтной архитектуры больше площади в 74 гектара, то прирост зоны микроклиматического комфорта будет менее 1 метра на каждый 1 гектар [11].

6. Если на объекте ландшафтной архитектуры имеется водоем площадью более 13 гектаров или зеленые насаждения площадью более 3,7 гектара, то зона микроклиматического комфорта будет значительно более выраженной [11].

На основе полученных данных ученых возможно построить график определения расстояния «паркового острова холода» в зависимости от площади территории объекта ландшафтной архитектуры (см. рис.).

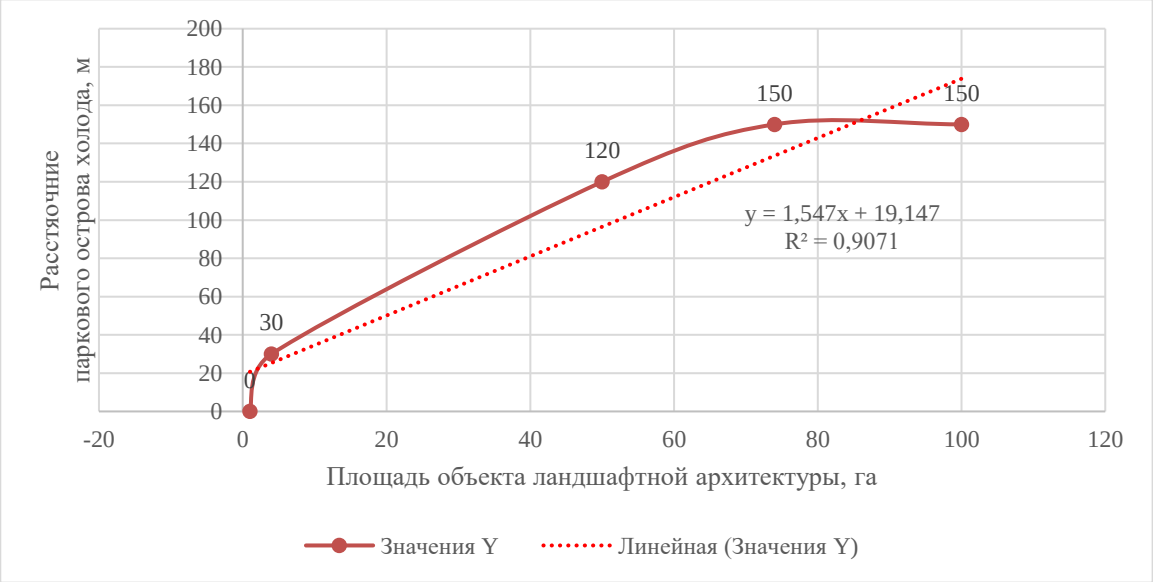


Рис. График определения расстояния «паркового острова холода» в зависимости от площади объекта ландшафтной архитектуры

Вышеперечисленные результаты предоставляют ученым и проектировщикам логику формирования такого явления, как «парковый остров холода». Данные о микроклимате зеленых насаждений и их влиянии на окружающую застройку будут способствовать такой организации объектов ландшафтной архитектуры в городах, которая сможет нивелировать эффект «городского острова тепла» при проектировании водно-зеленого городского каркаса.

Выявляя зону «паркового острова холода» у различных по типологии объектов ландшафтной архитектуры, можно будет организовать микроклиматические «коридоры» и «ядра».

Библиографический список

1. Our World in Data. — URL: https://ourworldindata.org/urbanization (дата обращения: 20.04.2026).

2. Ноздрина, Н. Н. Качество жизни и жилищные условия населения в крупнейших агломерациях и городах-миллионниках России / Н. Н. Ноздрина, И. М. Шнейдерман // Народонаселение. — 2022. — № 1. — URL: https://cyberleninka.ru/article/n/kachestvo-zhizni-i-zhilischnye-usloviya-naseleniya-v-krupneyshih-aglomeratsiyah-i-gorodah-millionnikah-rossii (дата обращения: 31.05.2026).

3. Шкляев, В. А. Исследование микроклимата города с целью оценки биометеорологических показателей селитебной территории / В. А. Шкляев, Л. Н. Ермакова, Л. С. Шкляева // Географический вестник. — 2010. — № 3 (14). — URL: https://cyberleninka.ru/article/n/issledovanie-mikroklimata-goroda-s-tselyu-otsenki-biometeorologicheskih-pokazateley-selitebnoy-territorii (дата обращения: 31.05.2026).

4. Cao, C. Urban heat islands in China enhanced by haze pollution / C. Cao, X. Lee, S. Liu et al. // Nat Commun 7, 12509 (2016). — URL: https://doi.org/10.1038/ncomms12509.

5. Howard, L. The climate of London : deduced from meteorological observations, made at different places in the neighbourhood of the metropolis : in 2 vols. / L. Howard. — London : W. Phillips, 1818. — URL: https://archive.org/details/climatelondon00howagoog (дата обращения: 19.04.2026).

6. Oke, T. R. Boundary layer climates / T. R. Oke. – London : Methuen & Co. Ltd, 1978. – 460 p.

7. Yu, Z. Impacts of urban cooling effect based on landscape scale : A review / Z. Yu, Q. Guo, R. Sun // Ying yong sheng tai xue bao = The journal of applied ecology. — 2015. — Т. 26. — № 2. – С. 636—642. — URL: https://www.researchgate.net/publication/279068527_Impacts_of_urban_cooling_effect_based_on_landscape_scale_A_review (дата обращения: 13.02.2026).

8. Минх, А. А. Влияние зеленых насаждений на охлаждающую способность воздуха и эффективную температуру / А. А. Минх // Гигиена и санитария. — 1939. — № 6. — URL: https://cyberleninka.ru/article/n/vliyanie-zelenyh-nasazhdeniy-na-ohlazhdayuschuyu-sposobnost-vozduha-i-effektivnuyu-temperaturu (дата обращения: 31.05.2026).

9. Попова, И. В. Оценка роли зеленых насаждений в формировании комфортных микроклиматических условий в летний период / И. В. Попова, Е. Э. Бурак, Ю. А. Воробьева // Вестник Балтийского федерального университета им. И. Канта. Серия : Естественные и медицинские науки. — 2019. — № 2. — URL: https://cyberleninka.ru/article/n/otsenka-roli-zelenyh-nasazhdeniy-v-formirovanii-komfortnyh-mikroklimaticheskih-usloviy-v-letniy-period (дата обращения: 31.05.2026).

10. Jong-Hwa Park and Gi-Hyoug Cho. Examining the Association between Physical Characteristics of Green Space and Land Surface Temperature: A Case Study of Ulsan. Korea. Sustainability, 2016, 8, 777. — DOI:10.3390/su8080777.

11. Chen, X., Y. Su, D. Li, G. Huang, W. Chen, and S. Chen. Study on the cooling effects of urban parks on surrounding environments using Landsat TM data: A case study in Guangzhou, southern China. Int. J. Remote Sens. 2012. 33:5889–5914. — DOI: 10.1080/01431161.2012.676743.

УДК 712.2

М. В. Миняев,
4 курс, направление подготовки «Ландшафтная архитектура»
Научный руководитель — **Е. И. Паршина**,
кандидат биологических наук, доцент
(Сыктывкарский лесной институт)

БЛАГОУСТРОЙСТВО И ОЗЕЛЕНЕНИЕ ПРИДОМОВОЙ ТЕРРИТОРИИ ПО УЛ. КОММУНИСТИЧЕСКАЯ, Д. 76-82 И УЛ. МОРОЗОВА, Д. 33-35 (Г. СЫКТЫВКАР)

Целью данной работы является разработка концепции благоустройства и озеленения придомовой территории по ул. Коммунистическая, д. 76-82 и ул. Морозова, д. 33-35 (г. Сыктывкар).

Территория объекта проектирования располагается в юго-западном районе города между главными фасадами жилых домов 1971—1974 года постройки (рис. 1), площадь объекта — 1,76 га.



Рис. 1. Расположение дворовой территории в структуре города (границы объекта показаны красным цветом) [1]



Рис. 2. Фотофиксация объекта (а — вид со стороны дома № 82; б — вид на северо-западную часть участка) (фото М. Миняев)

Основными точками притяжения являются расположенные в юго-восточной и юго-западной части территории остановки общественного транспорта, предприятия торговли, а в восточной — объекты образования.

На территории произрастает 203 дерева и 18 кустарников. Среди породного состава преобладает береза бородавчатая (*Betula pendula*) (53 % от числа деревьев). Из общего количества древесных растений 63,8 % находятся в хорошем состоянии, вырубке подлежат 5 деревьев в связи с их неудовлетворительным состоянием, однако следует отметить, что весь древостой почти достиг

возраста спелости. Газон занимает 68 % всей территории и находится в неудовлетворительном состоянии. На объекте присутствуют единичные игровые МАФ, их состояние, как и состояние дорожно-тропиночной сети, оценено как неудовлетворительное (рис. 2).

Проектным решением предусмотрено функционально зонирование территории с их наполнением МАФ различного назначения, максимальное использование территории, организацией рациональной схемы передвижения населения, удовлетворяющей требования всех категорий граждан, увеличение доли зеленых насаждений, создание нового уникального пространства с высокими экологическими и эстетическими свойствами.

В планировочном решении учтены внешние и внутренние точки притяжения, сложившиеся пешеходные коммуникации, необходимость обеспечения связи функциональных зон между собой, удобство перемещения жителей к входам в жилые дома.

Каждая функциональная площадка и пешеходные пути выполнены с использованием S-образной линии — «линией красоты», придающей территории плавность движения и в то же время обеспечивающей динамику (рис. 3).

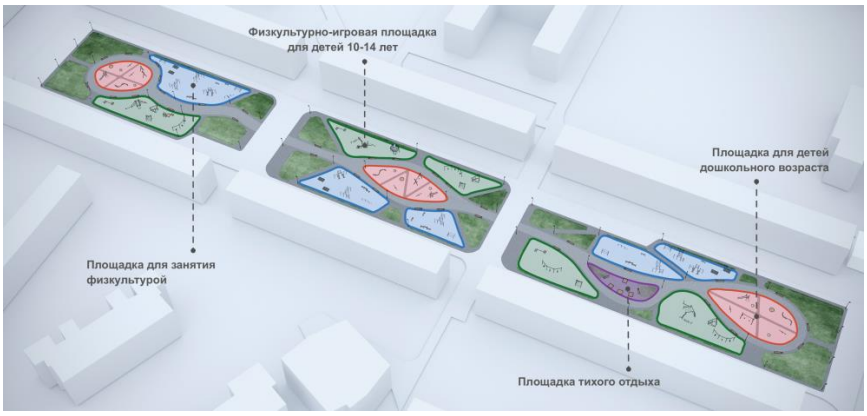


Рис. 3. Функциональное зонирование территории

Площадка для игр детей дошкольного и младшего школьного возраста располагается в середине каждого из трех конструктивно выделенных участков (общая площадь составляет 1229,42 м^2). Здесь расположены разнообразные МАФ и оборудование (песочницы, качели, горки и пр.) (рис. 4).

Для создания безопасной среды на территории всех детских, игровых и спортивных площадок используется резиновое покрытие разных цветов.

Физкультурно-игровые площадки для детей 10—14 лет также располагаются на всех трех конструктивно выделенных участках (общая площадь — 1970,75 м^2). Подобранные малые архитектурные формы обеспечивают развитие физического здоровья и возможности разнообразного досуга (рис. 5).

Площадки для занятия физкультурой занимают площадь 1858,38 м^2. В этих зонах располагаются разнообразные тренажеры (рис. 6).



Рис. 4. Площадка для игр детей



Рис. 5. Физкультурно-игровые площадки для детей 10—14 лет



Рис. 6. Спортивная площадка

В южной части территории расположена площадка для отдыха взрослого населения (площадь 152,76 м^2). В этой зоне располагаются скамьи, кашпо и вазоны для цветочно-декоративных композиций.

Хозяйственные площадки располагаются рядом с проезжей частью и занимают площадь — 134,49 м^2. В этой зоне располагается: стойка для чистки ковров, контейнерная площадка для ТБО с размерами 4,58×1,84×2,25 м.

Зоны для стоянки автомашин находятся в северной, южной и центральной частях придомовой территории. Суммарная площадь составляет 1876,17 м^2 (71 парковочное место, в т.ч. 7 для инвалидов).

Проектом предусмотрено функциональное и декоративное освещение на протяжении всей территории. Покрытие главной дорожки (ширина 4 м) и второстепенной (ширина 2 м) имеет твердое покрытие из брусчатки белого и серого цвета (размеры 200×100 мм) (рис. 7).



Рис. 7. Общий вид всех площадок

Озеленение территории выполнено с максимально возможным сохранением существующих зеленых насаждений. В рядовых посадках использована береза пушистая (*Betulapubescens*), границы площадок относительно проезжей части окаймляют живые изгороди из пузыреплодника клинолистного (*Physocarpus opulifolius*). Ассортимент дополняется рябиной обыкновенной (*Sorbus aucuparia*) и ольхой черной (*Alnus glutinosa*). В кашпо высаживается овсяница сизая (*Festuca glauca*), а состав газона представлен овсяницей красной (*Festuca rubra*), мятликом луговым (*Poa pratensis*), райграсом пастбищным (*Lolium perenne*).

Сметная стоимость проекта составляет 44 645 678,24 руб., в том числе: озеленение — 4 222 916,24 руб.; МАФ — 40 422 762,00 руб.

Представленное проектное решение основано на результатах ландшафтно-архитектурного анализа, учитывает требования градостроительного законодательства, методические рекомендации муниципальных образований, со-

временный зарубежный и отечественный опыт благоустройства дворовых пространств. Реализация предложенной идеи позволит улучшить экологические, эстетические и рекреационные качества придомовой территории.

В настоящее время довольно редко можно увидеть хорошо благоустроенный придомовой участок, особенно если эта территория сохранилась со времен Советского Союза. Этот проект предназначен для того, чтобы решить эту проблему на примере дворовой территории.

Библиографический список

1. ЯндексКарты. – URL: https://yandex.ru/maps (дата обращения: 05.10.2026).
2. Технопарк «Айра». – URL: https://aira.ru/ (дата обращения: 05.10.2026).

СЕКЦИЯ «ЛЕСНОЕ ХОЗЯЙСТВО»

УДК 630.90

И. Н. Валиев,
магистрант направления «Лесная политика и лесная экономика»
Научный руководитель — **А. А. Добровольский**,
кандидат сельскохозяйственных наук, доцент
(Санкт-Петербургский государственный лесотехнический
университет имени С. М. Кирова)

ПЛАНТАЦИОННОЕ ЛЕСОВЫРАЩИВАНИЕ НА ЗАБРОШЕННЫХ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ УГОДЬЯХ РОССИИ: ПРАВОВЫЕ БАРЬЕРЫ И ПУТИ ИХ ПРЕОДОЛЕНИЯ

В постсоветский период из активного сельскохозяйственного использования в России выбыло несколько десятков миллионов гектаров пашен, сенокосов и пастбищ; суммарная площадь заброшенных сельхозугодий оценивается в 76 млн га с прогнозом роста до 100 млн га к 2030-м годам [1, 2]. Значительная часть этих территорий зарастает древесно-кустарниковой растительностью (ДКР), формируя потенциально продуктивные насаждения, которые в силу действующего правового режима фактически выпадают из легального хозяйственного оборота.

Современный правовой режим лесов определяется Лесным кодексом Российской Федерации от 04.12.2006 № 200-ФЗ (далее — ЛК РФ), закрепляющим исключительную федеральную собственность на земли лесного фонда и допускающим нахождение лесов на землях иных категорий, в том числе сельскохозяйственного назначения (ст. 6, 8, 123). Земельный кодекс Российской Федерации от 25.10.2001 № 136-ФЗ (далее — ЗК РФ) относит пашни, сенокосы, пастбища, залежи, а также земли, занятые древесно-кустарниковой растительностью, если они ранее не переведены в иную категорию, к сельскохозяйственным угодьям (ст. 77, ч. 2), однако ведение лесного хозяйства как самостоятельный вид их использования не выделяет. Одновременно ст. 42 ЗК РФ и положения Федерального закона № 101-ФЗ «Об обороте земель сельскохозяйственного назначения» требуют использования участков строго по целевому назначению и предусматривают административную и гражданско-правовую ответственность за их зарастание. В результате собственник, участок которого зарос ДКР в условиях постсоветского кризиса сельхозпроизводства, рискует быть признанным нарушителем: ему грозят штрафы по ч. 2 ст. 8.8 КоАП РФ и принудительное изъятие участка в судебном порядке при неиспользовании свыше трех лет (ст. 284 ГК РФ), тогда как легального механизма для хозяйственного освоения сложившихся насаждений до 2020 года не существовало.

Постановлением Правительства РФ от 21.09.2020 № 1509 была предпринята попытка снять данное противоречие: документ фактически легализовал ведение лесного хозяйства на сельхозземлях без перевода их в земли лесного

фонда. Подтверждением востребованности этого механизма стала практика первых лет: в территориальные органы Россельхознадзора поступило 2 487 уведомлений об использовании участков для лесного хозяйства в отношении 10 116 земельных участков общей площадью 552,7 тыс. га [3]. Однако последующее Постановление Правительства РФ от 08.06.2022 № 1043 существенно осложнило реализацию этого механизма: уведомительный порядок был заменен разрешительным — с обязательным межведомственным согласованием и жесткими пороговыми критериями (площадь участка более 0,5 га, высота деревьев более 5 м, лесной покров более 75 %, сомкнутость крон 0,8—1 — все четыре признака одновременно). Порядок оформления прав на насаждения и механизм их учета в государственном лесном реестре по-прежнему законодательно не установлены [3].

Между тем заброшенные сельхозугодья обладают высоким лесохозяйственным потенциалом. Искусственные насаждения лиственницы на бывших пашнях в 60-летнем возрасте достигают запаса стволовой древесины до 740 м³/га при среднем приросте 7,5—12,3 м³/га в год (Iа класс бонитета) [4], а культуры хвойных пород на старопахотных землях Пермского края — 650—720 м³/га [5]. Это в 6—10 раз превышает средний показатель прироста по лесному фонду России [4], что определяет плантационное лесовыращивание на постагрогенных землях как ключевой инструмент перехода от экстенсивного к интенсивному лесопользованию, не требующему освоения труднодоступных территорий.

Для преодоления выявленных правовых барьеров необходимо решить три взаимосвязанные задачи. Первоочередной является законодательное закрепление лесного хозяйства (включая плантационное лесовыращивание) как самостоятельного вида разрешенного использования земель сельскохозяйственного назначения без изменения их категории — это снимет базовую правовую коллизию между ЛК РФ и ЗК РФ. Вторая задача — создать механизмы инвентаризации и учета лесных насаждений на таких землях с их внесением в государственный лесной реестр. Третья — скорректировать подзаконную нормативную базу (постановления № 1509 и № 1043): введение разумных критериев отнесения участков к лесохозяйственному использованию и предусмотрение сокращенных оборотов рубки, соответствующих плантационным технологиям. Реализация этих мер переведет значительную часть заброшенных сельхозугодий из правовой неопределенности в устойчивый лесохозяйственный оборот и создаст предпосылки для формирования нового сегмента интенсивного лесопользования.

Библиографический список

1. Родина, М. Е. Выращивание леса на землях сельскохозяйственного назначения в России: законодательные новеллы и их реализация / М. Е. Родина, Н. В. Закалюжная // Правовой порядок и правовые ценности. — 2023. — Т. 1. — № 2. — С. 34—46. — DOI: 10.23947/2949-1843-2023-1-2-34-46.

2. Ярошенко, А. Ю. Сельское лесоводство в России : ситуация на начало 2026 года / Ассоциация «Охрана природы» / А. Ю. Ярошенко // Лесной форум Гринпис России. — 2026. — URL: https://forest.earthtouches.me/wiki/tpost/7ayyuu6ps1-selskoe-lesovodstvo-v-rossii-situatsiya (дата обращения: 04.04.2026).

3. Шварц, Е. А. Вызовы и проблемы реформирования лесного хозяйства России / Е. А. Шварц, Н. М. Шматков, М. Л. Карпачевский, А. С. Байбар // Известия Санкт-Петербургской лесотехнической академии. — 2022. — Вып. 241. — С. 157—172. — DOI: 10.21266/2079-4304.2022.241.157-172.

4. Залесов, С. В. Повышение эффективности использования бывших сельскохозяйственных угодий / С. В. Залесов, С. М. Жижин, А. Г. Магасумова, А. С. Оплетаев, Е. П. Платонов // Известия Санкт-Петербургской лесотехнической академии. — 2022. — Вып. 239. — С. 104—116. — DOI: 10.21266/2079-4304.2022.239.104-116.

5. Рогозин, М. В. Лесные культуры А. Е. и Ф. А. Теплоуховых и современный научный поиск / М. В. Рогозин, Г. С. Разин // Вестник Пермского университета. Биология. — 2011. — № 2. — С. 10—17.

УДК 630*2

М. Даянанда,
магистрант направления «Лесная политика и лесная экономика»
А. А. Добровольский,
кандидат сельскохозяйственных наук, доцент
(Санкт-Петербургский государственный лесотехнический
университет имени С. М. Кирова)

МНОГОЦЕЛЕВОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЛЕСОВ ПРИ ЛЕСОРАЗВЕДЕНИИ НА ЗЕМЛЯХ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО НАЗНАЧЕНИЯ

Концепция многоцелевого использования лесов предполагает интеграцию экологических, экономических и социальных функций лесных экосистем. В условиях реализации национальных обязательств России по снижению выбросов парниковых газов и достижению к 2060 году углеродной нейтральности создание лесных насаждений на деградированных и заброшенных сельскохозяйственных землях приобретает особую актуальность.

На территории Санкт-Петербурга площадь таких угодий, пригодных для лесоразведения, превышает 6,6 тыс. га. Эти земли, обладая высоким плодородием, позволяют формировать высокопродуктивные насаждения, превосходящие по скорости роста естественные лесные массивы. При лесоразведении особое внимание уделяется смешанным насаждениям, которые обладают повышенной устойчивостью к неблагоприятным факторам среды по сравнению с монокультурами [1].

Ключевым экономическим механизмом стимулирования лесоразведения является реализация углеродных единиц (УЕ). Согласно Федеральному закону от 02.07.2021 № 296-ФЗ, углеродная единица представляет собой верифицированный результат климатического проекта, выраженный в массе парниковых газов, эквивалентной 1 тонне CO_2. В России функционирует национальная система сертификации Carbonreg, а также признаются международные стандарты Verra (VCS) и Gold Standard.

В декабре 2024 года в Лесной кодекс РФ была внесена новая глава, создавшая правовые основания для реализации климатических проектов в лесах. Согласно разъяснениям заместителя руководителя Рослесхоза Александра Панфилова, механизмом реализации таких проектов определено соглашение с Федеральным агентством лесного хозяйства [2]. На сегодняшний день в России зарегистрировано 104 климатических проекта с общим потенциалом 102,5 млн углеродных единиц, однако лишь четыре из них являются лесоклиматическими [2]. Среди реализуемых проектов — инициатива РУСАЛа по авиационной охране лесов от пожаров в Красноярском крае (потенциал 5,153 млн УЕ), проект Ванинского центра лесоводства на Сахалине (1,5 млн УЕ), а также программа СИБУРа «Зеленая формула» по созданию углерододепонирующих насаждений в трех регионах России. Однако, по оценкам экспертов Института

географии РАН, реальный потенциал лесоклиматических проектов в России существенно ниже заявленного в Стратегии низкоуглеродного развития. Исследователи оценивают его в 200 млн т CO_2-эквивалента при себестоимости от 10 до 40 долларов за тонну [3]. Основными барьерами остаются низкая осведомленность о процедуре создания проектов, нехватка данных о подходящих площадях, дефицит лесных питомников и сложность страхования рисков [2].

В качестве ключевой породы для лесоразведения на заброшенных сельхозземлях рассматривается карельская береза (*Betula pendula var. carelica*) — внутривидовая форма березы повислой, характеризующаяся образованием узорчатой (свилеватой) древесины. Эта порода сочетает функцию депонирования углерода с возможностью получения высоколиквидной продукции: плотность древесины карельской березы достигает 700—730 кг/м³ при 12% влажности, что существенно выше, чем у обычной березы [4].

Важным достижением современной генетики является разработка молекулярных маркеров для ранней идентификации ценных генотипов. Коллективом ученых под руководством Е.К. Потокиной идентифицировано 37045 полиморфных SNP-маркеров, ассоциированных с признаком узорчатости. Наиболее значимый маркер S10_3465040 объясняет до 56,28 % фенотипической изменчивости. Разработанные ПЦР-тесты позволяют с достоверностью более 95 % отобрать генотипы, гарантированно формирующие узорчатую древесину [5].

В качестве сопутствующей породы целесообразно введение ели европейской (*Picea abies (L.) Karst.*). Смешение лиственных и хвойных пород, согласно современным исследованиям, обеспечивает повышенную устойчивость к ветровалам, снеголомам и вспышкам численности вредителей, а также формирует более сложные экологические ниши, повышая биоразнообразие. Исследования, проведенные на тропических смешанных плантациях, демонстрируют, что подобная практика (close-to-nature management) способна увеличить углеродный и биологический потенциал насаждений при сохранении экономической эффективности [1].

Согласно расчетным данным, основанным на региональных таблицах хода роста, смешанное насаждение с равным долевым участием пород демонстрирует устойчивую динамику накопления биомассы. В первые 10—20 лет преобладает прирост березы как быстрорастущей породы, однако к 30—40 годам доля ели в общем запасе увеличивается, обеспечивая стабильность насаждения. К 45-летнему возрасту средневзвешенный запас стволовой древесины достигает 204,5 м³/га для условий высокоплодородных и хорошо дренированных участков европейской части подзоны южной тайги. Оценка распределения углерода по пулам (живая биомасса, мертвая древесина, подстилка) позволяет определить совокупный запас углерода в размере 89,5 т C/га к 45-му году, что эквивалентно 328,5 т CO_2/га. На всей площади заброшенных сельхозугодий Санкт-Петербурга (6,6 тыс. га) суммарное депонирование может составить около 0,6 млн т C. Почвенный пул исключается из оценки ввиду высокой вариабельности и отсутствия натурных измерений.

Экономическая модель многоцелевого лесоразведения базируется на диверсификации источников дохода. Реализация углеродных единиц по международным стандартам (Gold Standard) может принести до 237,7 тыс. руб./га за первый 15-летний период, что частично компенсирует эксплуатационные расходы на ранних этапах. Основную инвестиционную прибыль формирует реализация древесины: доход от реализации ценной древесины карельской березы (исходя из минимальной оценочной стоимости в 5,1 тыс. руб./м³) составляет около 0,52 млн руб./га, дополнительный доход от еловой балансовой древесины — 0,17—0,20 млн руб./га.

Важно отметить, что экономическая модель высокочувствительна к внешнеэкономическим факторам. Многоцелевое использование лесов при лесоразведении на заброшенных сельскохозяйственных землях представляет собой перспективное направление, объединяющее решение климатических, экономических и социальных задач. Смешанные насаждения карельской березы и ели европейской обеспечивают: экологический эффект — депонирование углерода в количестве до 328,5 т CO_2/га к 45-летнему возрасту; экономическую устойчивость — диверсификацию доходов от реализации углеродных единиц и ценной древесины; научно-технологическую обоснованность — использование генетических маркеров для минимизации рисков. Разработанная модель может служить основой для масштабирования в условиях Северо-Запада России, способствуя низкоуглеродному развитию экономики и эффективной рекультивации деградированных земель.

Библиографический список

1. Pinnschmidt, A. Close-to-nature management of tropical mixed-species plantations : economic, carbon sequestration, and biodiversity potential / A. Pinnschmidt, R. Yousefpour, A. Nölte, M. Hanewinkel // Forestry : An International Journal of Forest Research. — 2024.

2. Carbonreg. Лесоклиматические проекты : успех зависит от совместных усилий власти и бизнеса. — 2025. — URL: https://carbonreg.ru (дата обращения: 08.04.2026).

3. Птичников, А. Оценка потенциала лесоклиматических проектов в России / А. Птичников и др. / Институт географии РАН, Центр ответственного природопользования. — 2025.

4. Wikipedia. Curly birch (Betula pendula var. carelica). — URL: https://en.wikipedia.org (дата обращения: 08.04.2026).

5. Сафронычева, Е.Д. Создание ДНК-библиотек для высокопроизводительного генотипирования березы карельской и анализ их качества / Е.Д. Сафронычева, К.Ф. Лыткин, Д.С. Каржаев, В.А. Волков // Известия Санкт-Петербургской лесотехнической академии. — 2023. — № 246. — С. 206—220.

СЕКЦИЯ «ОХРАНА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ И ТЕХНОСФЕРНАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ»

УДК 678.746.22:628.477.6

А. Е. Москаленко,
2 курс, направление подготовки «Химическая технология»
Научный руководитель — **И. Н. Полина,**
кандидат химических наук, доцент
(Сыктывкарский лесной институт)

ХИМИЧЕСКАЯ РЕЦИРКУЛЯЦИЯ ОТХОДОВ УДАРОПРОЧНОГО ПОЛИСТИРОЛА В ИНДУСТРИИ НАСТОЛЬНЫХ ВАРГЕЙМОВ С ПОЛИМЕРНЫМИ МИНИАТЮРАМИ: ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ, ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ И БЕЗОПАСНЫЕ АСПЕКТЫ ЛОКАЛЬНОГО РЕЦИКЛИНГА

Современная мировая индустрия настольных варгеймов с полимерными миниатюрами за последние три десятилетия претерпела колоссальную эволюцию, превратившись из узкоспециализированного нишевого увлечения в масштабный социокультурный и коммерческий феномен глобального характера. На заре становления этого рынка, в 1980-х и 1990-х годах, основным конструкционным материалом для изготовления игровых и коллекционных фигур служили легкоплавкие оловянно-свинцовые сплавы, известные в хобби-сообществе под собирательным термином «белый металл», а также двухкомпонентные наполненные полиуретановые смолы холодного отверждения. Однако по мере роста аудитории и интенсификации спроса производители столкнулись с непреодолимыми технологическими ограничениями традиционных материалов, главным образом с низкой производительностью ручного и полуавтоматического литья, высокой себестоимостью металлического сырья и токсичностью свинцовых примесей. Это обусловило фундаментальный технологический сдвиг на рубеже столетий, ознаменовавшийся внедрением высокоэффективного промышленного метода литья под давлением и переходом на использование ударопрочного полистирола (High Impact Polystyrene, HIPS). Принятие HIPS в качестве доминирующего стандарта полимерного сырья позволило ведущим мировым компаниям, в частности, например, создателям популярной вселенной настольных игр Warhammer, выйти на качественно новый уровень детализации художественных изделий при сохранении их высокой механической прочности и устойчивости к эксплуатационным нагрузкам.

Технологический процесс переработки ударопрочного полистирола методом инжекционного прессования (литья под давлением) представляет собой сложный комплекс физико-химических и тепловых явлений. Расплав полимера под высоким давлением, варьирующимся в диапазоне от 800 до 1400 бар, и при температуре материального цилиндра от 170 до 250 °C впрыскивается в преци-

зионные металлические пресс-формы. Для равномерного распределения вязкотекучего расплава по всем полостям формы и предотвращения преждевременного остывания тонких элементов миниатюр применяется разветвленная система литниковых каналов, включающая центральный литник, разводящие каналы (раннеры) и впускные ворота (питатели). Геометрические параметры литниковой системы рассчитываются с высокой точностью: заниженное сечение каналов препятствует поддержанию стабильного гидродинамического давления и вызывает появление брака в виде недоливов («short shots»), тогда как избыточное сечение неоправданно увеличивает расход сырья и продлевает цикл охлаждения пресс-формы, поскольку массивный литник остывает значительно дольше, чем тонкостенные детали миниатюр. После завершения цикла кристаллизации и извлечения отливки детали миниатюр отделяются пользователем, а пустые литниковые рамки переводятся в категорию технологических отходов.

Проведенные количественные и весовые измерения показывают, что средняя масса пустых литников после извлечения всех деталей стандартного набора составляет от 38 до 52 % от общей массы полимерных элементов в коробке. Учитывая многомиллионные тиражи выпускаемой продукции, объемы чистого первичного полистирола, выбрасываемого частными потребителями в коммунальные отходы, ежегодно исчисляются сотнями тонн по всему миру. Традиционная линейная модель потребления ведет к утрате ценного полимерного сырья и росту антропогенной нагрузки на полигоны ТКО. Ситуация усугубляется тем, что полистирол практически не подвержен биодеградации в естественных условиях, а его постепенное физическое разрушение под действием ультрафиолетового излучения приводит к образованию стойкого микропластика, мигрирующего в почвенные слои и водные экосистемы. В связи с этим разработка и внедрение доступных методов локальной утилизации и рециклинга HIPS силами самого потребительского сообщества приобретает высокую научную и практическую значимость [1].

HIPS является многофазной полимерной системой, состоящей из матрицы жесткого общего полистирола (GPPS) и дисперсных частиц полибутадиенового или стирол-бутадиенового каучука (5—35% по массе). Молекулярная масса полимера составляет 5x10^4 — 6x10^5 г/моль. Многократная термическая переработка HIPS в домашних условиях опасна из-за термической деструкции цепей выше 250 °C с выделением токсичного стирола и потерей вязкости материала [3].

В качестве альтернативы предлагается метод химической сольватации (растворения) полимера при комнатной температуре, протекающий без разрушения ковалентных связей макромолекул. Сольватация носит диффузионный характер: молекулы растворителя проникают в свободный объем полимера, вызывая его набухание и перевод в высокоэластическое гелеобразное состояние с последующим распутыванием цепей (дисентанглментом).

Эффективность растворения оценивается с помощью параметров трехмерной растворимости Хансена. Вектор растворимости полистирола составляет

[18.5, 4.5, 2.9] М\Па а^(1/2), для н-бутилацетата — [15.8, 3.7, 6.3] М\Па а^(1/2). Показатель относительного энергетического различия составляет:

$$RED = R_a / R_0 = 0.90.$$

Значение RED < 1 подтверждает высокую растворяющую способность и термодинамическое сродство эфирной среды к полистирольной матрице. Полибутадиеновый каучук не растворяется в бутилацетате при комнатной температуре, оставаясь во взвешенном состоянии в виде тонкодисперсной микрофазы и образуя стабильную полистирольную суспензию.

Скорость сольватации лимитируется площадью межфазного контакта. Растворение цельных рамок в статических условиях занимает 24—48 часов, тогда как механическое измельчение литников до фракции 3—5 мм сокращает время перехода в однородную суспензию до 4—6 часов при периодическом перемешивании в герметичной емкости при 20 °С. Сравнительный анализ растворителей (циклогексен, метилэтилкетон, тетрагидрофуран, толуол) показал, что по совокупности технологических и токсикологических свойств н-бутилацетат является наиболее сбалансированным агентом для бытового рециклинга [2].

В зависимости от соотношения массы полимера и объема растворителя получают составы разного назначения:

1. Низковязкий адгезионный состав («жидкая сварка»): соотношение 1:4 (концентрация полимера ~20%). Обладает капиллярным эффектом и мгновенно заполняет микрощели стыков. Линейная усадка составляет 70—80%, рабочее время — 4—6 минут.

2. Высоковязкий состав (пластиковая шпатлевка): соотношение от 1:2 до 1:1.5 (концентрация 33—40%). При превышении критического порога концентрации (11%) формируется густая сетка зацеплений макромолекул, обусловливающая неньютоновское течение. Усадка составляет 35—45%, рабочее время — 15—20 минут [4].

Высокая объемная усадка, вызванная эвакуацией растворителя, требует послойного нанесения шпатлевки толщиной не более 1—2 мм за один проход с промежуточной сушкой. Время первичного отверждения «на отлип» составляет от 5 до 15 минут для паст. Полный набор механической прочности занимает 24—48 часов.

Формирование соединения базируется на механизме диффузионной сварки (сольватационного сплавления). Свободный растворитель диффундирует в детали из HIPS, временно снижая температуру их стеклования ниже комнатной. Поверхностный слой переходит в вязкотекучее состояние, обеспечивая интердиффузию макромолекул. После испарения бутилацетата полимер застекловывается, образуя изотропную монолитную структуру, идентичную исходному пластику по прочности и обрабатываемости.

Н-Бутилацетат и ацетон (используемый как сорастворитель) в соответствии с ГОСТ 12.1.005 и ГОСТ 12.1.007 относятся к 4-му классу опасности (малоопасные вещества) с ПДК в воздухе рабочей зоны 200 мг/м³ (максимальная разовая для бутилацетата) [6]. Вещества обладают наркотическим действием,

вызывают раздражение слизистых оболочек и обезжиривание кожных покровов. По пожарной опасности они классифицируются как легковоспламеняющиеся жидкости (температура вспышки бутилацетата — 22—27 °С, ацетона — от -17 до -20 °С) [6, 7].

Приготовление и применение суспензий в закрытых невентилируемых жилых помещениях категорически запрещено; работы проводятся в условиях принудительной вытяжной вентиляции или в вытяжном шкафу. Персонал обязан использовать СИЗ:

1. Защита рук: перчатки из химически стойких материалов (бутилкаучук, плотный нитрил). Использование медицинских латексных перчаток недопустимо из-за их высокой проницаемости для эфиров и кетонов.

2. Защита органов зрения и дыхания: герметичные очки и фильтрующие респираторы с противогазовыми патронами марки «А» (коричневый код).

В зоне работ исключаются источники открытого огня и искрообразования. Сосуды должны быть герметично укупорены. Аварийные проливы локализуются негорючими сорбентами (песок, силикагель). Хранение готовой шпатлевки осуществляется в стеклянной таре с герметичной винтовой пробкой в темном прохладном месте.

Практическая реализация метода обеспечивает эколого-экономический эффект в рамках модели циркулярной экономики хобби-сообщества. Экономический потенциал заключается в замене дорогостоящих коммерческих составов продуктом с нулевой сырьевой стоимостью. Экологический эффект выражается в возврате 38—52% пластиковой массы каждого набора миниатюр в полезный цикл, что предотвращает загрязнение полигонов ТКО.

Важным преимуществом является снижение эмиссии летучего микропластика в жилой зоне при постобработке моделей. При шлифовании швов, заделанных хрупкими акриловыми шпатлевками, образуется летучая тонкодисперсная пыль. При механической обработке шва из монолитизированного полистирольного состава (плотность ~1,05 г/см³), благодаря высокой пластичности материала, формируются крупные тяжелые стружки, которые быстро оседают на поверхность и легко удаляются влажной уборкой.

Перспективным вектором дальнейших исследований является изучение влияния многократных циклов сольватации на молекулярно-массовое распределение HIPS для определения предела цикличности безопасного апсайклинга. Также актуальна замена ЛОС на d-лимоненсодержащие среды. d-Лимонен — природный биоразлагаемый монотерпеновый углеводород, получаемый из кожуры цитрусных. Параметр растворимости Хансена для него составляет [17.2, 1.8, 4.3] МПа1/2 (RED = 0.72), что позволяет эффективно сольватировать HIPS. Низкая скорость растворения литников при комнатной температуре из-за высокой вязкости лимонена требует оптимизации процесса путем разработки смесевых систем с добавлением экологически чистых сорастворителей, что позволит создать высокоэффективную среду со сниженными показателями токсичности для домашнего рециклинга.

Библиографический список

1. Астахов, П. С. Исследование биодеструкции полистирола мучным червем / П. С. Астахов, Е. Д. Мурзина // Успехи в химии и химической технологии. — 2021. — Т. 35. — № 11 (246). — С. 45—47.

2. Кочергина, М. В. Растворимость полистирола в неполярных и полярных органических растворителях / М. В. Кочергина // Вестник ПГАСУ. — 2012. — № 2. — С. 112—118.

3. Малкин, А. Я. Полистирол. Физико-химические основы получения и переработки / А. Я. Малкин, С. А. Вольфсон, В. Н. Кулезнев. — Москва : Химия, 1975. — 85 с.

4. Мусафирова, Г. Я. Клеи, шпатлевки, замазки на основе вторичного полистирола, отходов пенополистирола / Г. Я. Мусафирова, Я. Я. Вербищук // Труды БГТУ. Серия 2 : Химические технологии, биотехнология, геоэкология. — 2015. — № 4 (177). — С. 84—89.

5. Шипицин, Ю. С. Технология изготовления нетканого материала из отходов полистирола / Ю. С. Шипицин // Вестник Казанского технологического университета. — 2020. — Т. 23. — № 10. — С. 34—39.

6. ГОСТ 12.1.005-88. Система стандартов безопасности труда. Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны. — Москва : Стандартинформ, 1989. — 76 с.

7. ГОСТ 12.1.007-76. Система стандартов безопасности труда. Вредные вещества. Классификация и общие требования безопасности. — Москва : Стандартинформ, 2007. — 7 с.

8. ГОСТ 2768-84. Ацетон технический. Технические условия. — Москва : Издательство стандартов, 1985. — 18 с.

9. ГОСТ 22300-76. Реактивы. Эфиры этиловый и бутиловый уксусной кислоты. Технические условия. — Москва : Стандартинформ, 2006. — 15 с.

СЕКЦИЯ «ПОЛИГОН ИННОВАЦИОННЫХ ИДЕЙ»

УДК 676.056.5

С. К. Бушуев,
аспирант[1], старший преподаватель[2]
Научный руководитель[1] — **Л. М. Бойков**,
доктор технических наук, доцент
([1]Санкт-Петербургский государственный университет
промышленных технологий и дизайна,
Высшая школа технологии и энергетики;
[2]Сыктывкарский лесной институт)

ПОВЫШЕНИЕ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ СИСТЕМ ВЕНТИЛЯЦИИ БУМАГОДЕЛАТЕЛЬНЫХ МАШИН

Целлюлозно-бумажная промышленность характеризуется высокой энергоемкостью технологических процессов. В современных условиях ключевыми задачами отрасли становятся не только энергосбережение, но и интенсификация сушильных процессов, напрямую влияющих на производительность бумагоделательных машин (БДМ).

Современные БДМ оснащаются высокоэффективными системами вентиляции, которые играют ключевую роль в технологическом процессе. От поступления влажной массы до наката вентиляционные установки обеспечивают строго заданный термовлажностный режим воздушной среды по всей зоне контакта с бумажным полотном.

Актуальность темы связана с необходимостью повышения энергоэффективности БДМ, где сушильная часть потребляет 95—96 % всей энергии машины (тепловой и электрической). Установлено, что в сеточной части удаляется 77—97 % влаги (при затратах энергии 11—13 %), в прессовой — 17—18 % влаги (затраты 17—18 %), в сушильной — 0,7—5 % влаги (затраты 72—77 %) [1]. На процесс сушки полотна приходится наибольший расход энергии, при этом удаляется лишь незначительное количество влаги. Поэтому для снижения затрат теплоты необходимо интенсифицировать процесс сушки при минимальных энергозатратах.

Реконструкция существующих тепловых схем должна быть основана на внедрении современных и научно-обоснованных технических решений. Следовательно, актуальной задачей при производстве целлюлозно-бумажной продукции становится наиболее полное применение полученных научных достижений, а также накопленный опыт при совершенствовании сушильных и вентиляционных установок БДМ.

При увеличении производительности сушильных установок увеличивается объем испаряемой влаги из материала, что требует совершенствования системы вентиляции машин. Эта модернизация включает замену специальных теплорекуперационных аппаратов, калориферов и вентиляторов. В ходе этих

изменений возникают новые параметры влажного воздуха и модификация процессов его состояния в сушильной установке. Модернизация вентиляционных систем сушильных установок БДМ направлена на снижение тепловых затрат на сушку и увеличение производительности машин.

Вентиляционные системы обеспечивают циркуляцию для сотни тысяч кубометров паровоздушной смеси и воздуха в час с их одновременной термовлажностной обработкой. Изменения в проектные решения и эксплуатационные режимы должны сопровождаться комплексным технико-экономическим обоснованием.

В ходе анализа работы существующих схем вентиляционных систем БДМ выявлено [2], что при эксплуатации и проектировании они не учитывают следующую специфику:

- кинетику удаления влаги по длине сушильной части;
- необходимость неравномерного распределения сушильного воздуха по зонам сушки;
- низкую эффективность существующих систем утилизации теплоты паровоздушной смеси.

Данные причины ведут также к:

- снижению интенсивности сушки и производительности машин;
- перерасходу теплоты и первичного пара на сушку;
- ухудшению качества продукции и росту эксплуатационных издержек.

В результате эффективность работы систем вентиляции остается низкой, что проявляется в перерасходе тепловой энергии, снижении производительности БДМ по сушке, неравномерной сушке полотна и снижении качества бумаги [3].

Для поддержания нормальных условий труда и осуществления технологического процесса необходимо своевременное удаление избыточных тепло- и влаговыделений из рабочей зоны. Данная задача решается с помощью специализированной вентиляционной системы, которая подразделяется на технологическую и общеобменную.

На рисунке представлена схема трехступенчатой теплорекуперационной вентиляционной части БДМ с процессами, протекающими при изменении параметров воздуха по мере его перемещения.

Воздух общеобменной вентиляции подогревается теплотой отработавшей паровоздушной смеси, и далее, после нагревания и увлажнения в зале, забирается технологической вентиляцией и подается в сушильную часть машины.

Такая организация вентиляционных процессов позволяет эффективно использовать тепловые ресурсы производства и оптимизировать энергетические затраты на обеспечение технологических потребностей.

Для оптимизации работы вентиляционных и сушильных частей БДМ необходимо исследовать кинетику сушки и установить закономерности обезвоживания волокнистого материала применительно к каждой стадии процесса [4].

Повышение энергоэффективности и производительности машин можно достичь путем соблюдения следующих основных рекомендаций:

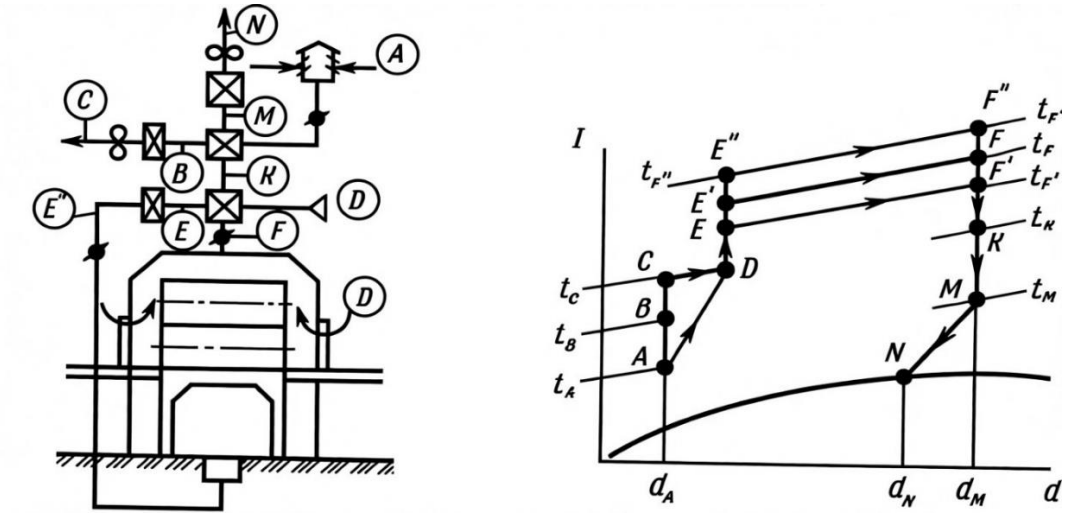


Рис. Принципиальная схема вентиляционной установки сушильной части БДМ с процессами изменения параметров воздуха в I-d диаграмме

- совершенствование механизма переноса теплоты и влаги на каждой стадии сушки бумаги и картона, теплорекуперационных аппаратов;

- изучение закономерностей процессов нагревания и испарения влаги из бумаги и картона;

- исследование формы связи влаги с материалом;

- подача воздуха в зону межцилиндрового пространства;

- соответствие процесса кинетике сушки волокнистого материала.

Следовательно, системы вентиляции БДМ должны обеспечивать снижение затрат энергии, повышение производительности и выработку качественной продукции с заданными характеристиками.

Библиографический список

1. Бойков, Л. М. Повышение эффективности сушки путем модернизации пароконденсатных систем бумагоделательных, картоноделательных машин и гофроагрегатов / Л. М. Бойков. — 2-е изд., перераб. и доп. — Санкт-Петербург : СПбГТУРП, 2015. — 575 с.

2. Бойков, Л. М. Модернизация систем вентиляции на предприятиях ЦБП / Л. М. Бойков, Д. А. Прохоров, Е. Н. Ионин // Целлюлоза, бумага, картон. — 2015. — Вып. 10. — С. 60—64.

3. Yin, Y. Modeling of Ventilation’s Influence on Energy Consumption in Multi-cylinder Dryer Section Part 1: Theoretical Model / Y. Yin, J. Liu, Y. Wang et al. // International Journal of Computational Intelligence Systems, 2022, 15:47. — URL: https://doi.org/10.1007/s44196-022-00104-6 (дата обращения: 28.03.2026).

4. Бушуев, С. К. Анализ кинетики сушки бумажного полотна / С. К. Бушуев // Февральские чтения : сб. материалов науч.-практ. конф. проф.-преподават. состава Сыктывкарского лесн. ин-та по итогам науч.-исследоват. работы в 2016 г. (Сыктывкар, 20—28 февр. 2017 г.) — Сыктывкар, 2017. — С. 239—241. — URL: https://sli.komi.com/files/fevralskie_chtenia_2017.pdf (дата обращения: 05.04.2026).

УДК 621.3

Д. В. Жирнов,
2 курс, магистрант,
направление подготовки «Электроэнергетика и электротехника»
(Сыктывкарский лесной институт)

КОМПЕНСАЦИЯ РЕАКТИВНОЙ МОЩНОСТИ И «НЕВИДИМЫЕ» УГРОЗЫ: БАЛАНС МЕЖДУ ЭКОНОМИЕЙ ЭНЕРГИИ И НАДЕЖНОСТЬЮ РЗА

Введение. Вопросы энергосбережения и повышения эффективности использования электроэнергии сегодня выходят на первый план. Одним из основных инструментов снижения потерь является компенсация реактивной мощности. Однако погоня за экономией зачастую вступает в противоречие с требованиями надежности. Установка конденсаторных батарей и фильтрокомпенсирующих устройств, призванных снизить потребление реактивной мощности, может создавать «невидимые» угрозы для работы микропроцессорных терминалов РЗА.

Эти угрозы проявляются в двух аспектах:

1. **Гармонические искажения.** Современные статические компенсаторы на силовой электронике сами являются источниками высших гармоник, которые ухудшают качество электроэнергии и могут нарушать работу защит [1].

2. **Электромагнитные наводки.** Токоограничивающие реакторы, устанавливаемые последовательно с компенсирующими устройствами или в других цепях подстанции, создают мощные магнитные поля, наводящие помехи во вторичных цепях.

Цель статьи — на конкретных примерах показать противоречие между экономическим эффектом от компенсации и рисками для систем РЗА, а также предложить пути достижения баланса.

1. Расчет эффективности компенсации реактивной мощности.

Рассмотрим трансформаторную подстанцию 110/10 кВ с трансформатором мощностью 16 МВА (потери короткого замыкания Ркз = 85 кВт). Нагрузка на шинах 10 кВ составляет P = 12 МВт при коэффициенте мощности cosφ = 0,72.

Определим реактивную мощность нагрузки:

$$Q = P \cdot \tan(\arccos(0{,}72)) = 12 \cdot 0{,}96 = 11{,}52 \text{ Мвар.}$$

Потери активной мощности в трансформаторе, зависящие от нагрузки, рассчитываются по формуле:

$$\Delta_P = \left(\frac{s}{s_{\text{ном}}}\right)^2 \cdot P_{k3},$$

где $S = \sqrt{P^2 + Q^2} = \sqrt{12^2 + 11.52^2} = 16.64$ МВА.

$$\Delta P=\left(\frac{16,64}{16}\right)^2 \cdot 85 = 1,082 \cdot 85 \approx 92\text{кВт}.$$

Для повышения cosφ до 0,95 необходимо скомпенсировать реактивную мощность до величины Q’ = P · tan(arccos(0,95)) = 12 · 0,33 = 3,96 Мвар. Требуемая мощность компенсирующего устройства (УКРМ):

$$Q\text{УКРМ} = Q - Q' = 11,52 - 3,96 = 7,56 \text{ Мвар}.$$

Выбираем УКРМ мощностью 7,5 Мвар. После компенсации полная мощность составит S’ = √(12² + 3,96²) = 12,64 МВА. Новые потери в трансформаторе:

$$\Delta P' = \left(\frac{12,64}{16}\right)^2 \cdot 85 = 0,624 \cdot 85 \approx 53\text{кВт}.$$

Экономический эффект. Снижение потерь в одном трансформаторе составляет 39 кВт. За 8760 часов работы в год экономия электроэнергии достигнет 341 640 кВт·ч. При стоимости потерь 2,5 руб./кВт·ч годовая экономия составит более 850 тыс. руб. только на одном трансформаторе. Эти цифры убедительно доказывают целесообразность компенсации.

2. «Невидимые» угрозы: от гармоник до ложных срабатываний РЗА.

Однако установка компенсирующих устройств, особенно статических тиристорных компенсаторов (СТК) или неэкранированных конденсаторных батарей, вносит искажения в синусоидальность напряжения и тока [1].

Влияние высших гармоник. Как отмечено в [1], несинусоидальность напряжения приводит к дополнительным потерям, ускоренному старению изоляции и, что критично для РЗА, — к нарушениям в работе электронных систем. Микропроцессорные терминалы, использующие алгоритмы, основанные на анализе формы сигнала (например, определение направления мощности или места повреждения), могут принимать неверные решения при наличии высокого уровня гармоник.

Например, 5-я или 7-я гармоники тока могут быть восприняты фильтровой защитой как сигнал пуска, что приведет к ее ложной работе.

Электромагнитное влияние токоограничивающих реакторов. Токоограничивающие реакторы, часто применяемые совместно с мощными конденсаторными батареями, являются мощными источниками переменного магнитного поля. Согласно методическим указаниям по ЭМС [2], для обеспечения надежной работы АСТУ (автоматизированных систем технологического управления), включающих РЗА, необходимо учитывать уровни помех в местах их установки.

Магнитное поле реактора наводит ЭДС в контрольных кабелях, соединяющих измерительные трансформаторы (ТТ, ТН) с терминалами РЗА. Если этот кабель образует петлю значительной площади, наведенная ЭДС может достигать величин, сопоставимых с полезным сигналом.

Пример оценки наводки. Допустим, кабель цепей тока от ТТ до терминала проложен на расстоянии 1 м от реактора. Индукция поля реактора на этом рас-

стоянии может составлять B = 0,003 Тл. Кабель длиной 10 м проложен с расщеплением фаз (прямой и обратный провод разнесены), образуя виток площадью S = 10 м · 0,1 м = 1 м². Наведенная ЭДС промышленной частоты (50 Гц):

$$E = 2\pi fBS = 2 \cdot 3{,}14 \cdot 50 \cdot 0{,}003 \cdot 1 \approx 0{,}94 \text{ В}.$$

Это напряжение (около 1 В) накладывается на сигнал вторичного тока. При токе КЗ, когда форма сигнала критична для быстродействующих защит, такая помеха может исказить момент перехода через ноль или пиковое значение, что приведет к погрешности измерения или сбою в алгоритме защиты.

3. Обеспечение баланса: меры по снижению угроз.

Для того чтобы экономия от компенсации не обернулась авариями из-за отказов РЗА, необходим комплексный подход, регламентируемый, в частности, СО 34.35.311-2004 [2, 3]. Основные меры включают в себя:

1. *Применение фильтрокомпенсирующих устройств.* Замена обычных конденсаторных батарей на устройства с фильтровыми реакторами (ФКУ) позволяет подавить высшие гармоники, генерируемые нагрузкой или самим компенсатором, на стадии их возникновения.

2. *Экранирование и прокладка кабелей.* Основной способ борьбы с магнитными наводками от реакторов — пространственное разделение и экранирование. Контрольные кабели должны прокладываться в стальных трубах, лотках с крышками или использоваться кабели с двойным экранированием.

3. *Заземление экранов.* Экраны кабелей должны быть заземлены с двух сторон для обеспечения протекания наведенных токов по экрану, а не по жиле.

4. *Правильная раскладка жил.* Использование витых пар и минимизация площади петли «жила — обратный провод» существенно снижает наведенную ЭДС.

В таблице представлен анализ соотношения выгод и рисков при внедрении компенсации.

Таблица. Баланс эффективности и надежности

Параметр	Экономический эффект	Риски для РЗА	Меры парирования
Установка УКРМ	Снижение потерь на 39 кВт (850 тыс. руб./год)	Генерация высших гармоник, коммутационные перенапряжения	Установка фильтров, применение тиристорного ключа вместо контактора
Токоограничивающий реактор (совместно с УКРМ)	Ограничение токов КЗ, защита оборудования	Мощное магнитное поле, наводки во вторичных цепях	Экранирование кабелей, удаление трасс РЗА от реактора

Заключение. Компенсация реактивной мощности является высокоэффективным средством снижения потерь электроэнергии, что подтверждено рас-

четом на примере реальной подстанции. Однако при проектировании и эксплуатации компенсирующих устройств нельзя игнорировать их побочные эффекты — ухудшение качества электроэнергии из-за высших гармоник и создание мощных электромагнитных полей (от сопутствующего оборудования).

Эти факторы представляют собой «невидимые» угрозы для микропроцессорных устройств РЗА, способные привести к их ложной работе или отказу. Достижение баланса между экономией энергии и надежностью возможно только при комплексном подходе, включающем в себя:

- применение фильтрокомпенсирующих устройств;
- строгое соблюдение норм и правил прокладки вторичных цепей (экранирование, заземление) в соответствии с требованиями электромагнитной совместимости [2];
- учет влияния мощного электрооборудования на слаботочные системы еще на стадии проектирования.

Только такой подход позволит получить желаемую экономию, не принося в жертву надежность релейной защиты и автоматики.

Библиографический список

1. Проблемы компенсации реактивной мощности и повышения качества электрической энергии в системах электроснабжения промышленных предприятий // Энергетика. Известия высших учебных заведений и энергетических объединений СНГ. — 2022. — Т. 65. — № 1. — С. 45—52.

2. СО 34.35.311-2004. Методические указания по определению электромагнитных обстановки и совместимости на электрических станциях и подстанциях. — Москва : МЭИ, 2004. — 77 с.

3. Правила устройства электроустановок (ПУЭ). Седьмое издание. Раздел 2. Передача электроэнергии. Глава 2.4. Воздушные линии электропередачи напряжением до 1 кВ. Глава 2.5. Воздушные линии электропередачи напряжением выше 1 кВ : утв. приказом Минэнерго России от 20.05.2003 № 187 // СПС «КонсультантПлюс» (дата обращения: 13.03.2026).

УДК 338.24

Е. В. Иванов, И. В. Скрипов,
3 курс направление подготовки «Государственное
и муниципальное управление»
Научный руководитель — **В. А. Лебедева,**
проректор по молодежной политике и внеучебной работе
(Государственное образовательное учреждение высшего образования
«Коми республиканская академия государственной службы и управления»)

ОСНОВЫ СОЦИАЛЬНОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ: СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ГРАНТОВЫХ КОНКУРСОВ ФОНДА ПРЕЗИДЕНТСКИХ ГРАНТОВ И РОСМОЛОДЕЖЬ.ГРАНТЫ

В современной России одним из ключевых механизмов развития гражданского общества и поддержки социально значимых инициатив является грантовая поддержка некоммерческих организаций и активных граждан. Государство через различные институты — от Фонда президентских грантов до Федерального агентства по делам молодежи (Росмолодежь) — предоставляет финансовые ресурсы для реализации проектов, направленных на решение актуальных проблем в сфере образования, экологии, здравоохранения, патриотического воспитания, поддержки семей и многих других областях.

Однако наличие финансовой поддержки само по себе не гарантирует успеха инициативы. Ключевым условием получения гранта является качественная проработка проектной заявки, основанная на глубоком понимании методологии социального проектирования. Как справедливо отмечается в методических рекомендациях, «грантодатель финансирует не организацию, какой бы значимой ни была ее деятельность, а социальный проект, направленный на решение проблем людей» [1]. Это означает, что в центре любого проекта должна находиться конкретная целевая группа с четко сформулированной проблемой, а мероприятия и бюджет — логически обоснованы и направлены на достижение измеримых результатов.

Несмотря на общие принципы проектного менеджмента, каждый грантовый конкурс предъявляет к заявителям специфические требования, касающиеся статуса участника, структуры заявки, допустимых статей расходов и критериев оценки. Особый интерес представляет сравнительный анализ двух крупнейших конкурсных механизмов: Фонда президентских грантов (ориентированного на поддержку некоммерческих неправительственных организаций) и Росмолодежь.Гранты (нацеленного на вовлечение в социальную практику физических лиц в возрасте от 14 до 35 лет). Понимание этих различий позволяет заявителям выбирать оптимальный источник финансирования и адаптировать свои проекты под требования конкретного грантодателя.

В современной науке и практике управления проектами существует множество подходов к определению понятия «проект». Долгое время классическим считалось определение, предложенное *Project Management Institute (PMI)* в

седьмой версии Свода знаний по управлению проектами: «Проект — это временное предприятие, направленное на создание уникального продукта, услуги или результата» [2]. Ключевыми признаками проекта в рамках этого подхода выступали временность (ограниченный срок существования) и уникальность (отсутствие тиражируемости).

Однако в 2025 году *PMI* опубликовал восьмую редакцию *PMBOK® Guide*, которая существенно пересматривает базовые понятия проектного менеджмента. Как отмечается в официальных материалах *PMI*, прежний термин заменен на следующий: «Проект — это временная инициатива в уникальном контексте, направленная на создание ценности» [3]. Данное изменение знаменует собой отход от классической модели «золотого треугольника» (в срок, в бюджет, в объем) и смещение фокуса на эффекты, пользу, стратегическую значимость и реальные результаты. Успешным признается не тот проект, который просто завершен в соответствии с планом, а тот, который создает измеримую ценность для заинтересованных сторон.

Для сферы социального проектирования это обновление имеет принципиальное значение. Если раньше социальный проект часто определяли как «комплекс мер по решению проблемы определенной целевой группы», то теперь в центр выходит понятие ценности — того позитивного изменения, ради которого проект и затевается. Как справедливо отмечается в методических рекомендациях, «любой грантодатель финансирует не организацию, какой бы значимой ни была ее деятельность, а социальный проект, направленный на решение проблем людей». В терминах *PMBOK* 8 это означает, что именно ценность для целевой группы (снижение уровня тревожности, повышение доступности услуг, формирование новых компетенций) становится главным критерием успеха проекта.

Таким образом, социальный проект можно определить как временную инициативу, реализуемую в уникальных социальных условиях (конкретная территория, конкретная целевая группа, конкретная проблема), направленную на создание общественно значимой ценности — измеримого улучшения качества жизни людей или их социального самочувствия. Данное определение объединяет классический проектный подход (временность, уникальность контекста) с современным ценностно-ориентированным подходом, что особенно актуально для некоммерческого сектора, где финансовый результат не является самоцелью.

Социальный проект, как правило, обладает следующими характеристиками:

- социальная значимость — проект направлен на важные изменения в жизни сообщества или отдельных социальных групп;
- результативность — проект рассчитан на достижимый и измеримый социальный результат (ценность);
- устойчивость — возможность продолжения деятельности после завершения грантового финансирования;

- ограниченность — четкие рамки по срокам, бюджету, территории и составу команды.

Разработка качественного социального проекта требует применения логико-структурного подхода. Как указывается в учебно-методическом пособии «Управление проектами в профессиональной деятельности», «разработка проекта должна строиться от анализа существующей проблемы через ожидаемый результат к плану проекта и конкретным действиям в нем» [4]. Иными словами, сначала необходимо понять, что происходит в настоящий момент (проблема), затем определить, что должно измениться (цель), и только после этого планировать конкретные шаги и ресурсы.

Одной из частых ошибок начинающих проектировщиков является «желание “причинить добро”, не изучив проблему и запросы целевой аудитории». Чтобы избежать этой ошибки, рекомендуется использовать такие инструменты, как «дерево проблем» (анализ причин и следствий) и диаграмма Исикавы (факторный анализ проблемной ситуации). Эти методы позволяют выявить коренные причины существующей проблемы и сосредоточиться именно на них, а не на внешних проявлениях.

Любая проектная заявка, независимо от требований конкретного грантодателя, должна содержать ряд обязательных элементов:

1. Проблема и обоснование актуальности. Описание проблемы — это, по сути, ответ на вопрос: «Почему наш проект нужен?». Проблема должна быть сформулирована конкретно, без общих фраз («плохая экология», «низкий патриотизм»). Важно показать, что проблема реально существует и подтверждается объективными данными: статистикой, результатами опросов, публикациями в СМИ, высказываниями экспертов. При описании проблемы следует использовать ссылки на авторитетные источники, это покажет, что проблема не является результатом только ваших личных убеждений. Также необходимо объяснить, почему проблема не решается имеющимися на территории ресурсами, и описать собственный опыт организации в этой сфере.

2. Цель и задачи проекта. Цель — это образ желаемого результата, то, что должно измениться в жизни целевой группы после реализации проекта. Цель должна быть конкретной, измеримой, достижимой, реалистичной и ограниченной во времени (*SMART*-критерии). Как подчеркивается в «Путеводителе для НКО», «цель проекта следует описывать в терминах результата. Такие формулировки, как “содействие процессу выздоровления” или “создание условий для обучения”, отражают общую направленность проектов, а не ожидаемые результаты». Задачи — это шаги на пути к достижению цели, они отвечают на вопрос: «Что конкретно нужно сделать, чтобы достичь цели?». В проекте обычно выделяют от 3 до 5 задач.

3. Целевая аудитория и благополучатели. Целевая группа — это категория людей, на решение или смягчение проблемы которой направлен проект. Описание целевой группы должно быть максимально конкретным: возраст, социальное положение, интересы, территория проживания. Общие формулировки

типа «население города» недопустимы, так как невозможно доказать, что проект оказал влияние на всех жителей. В некоторых проектах выделяют также благополучателей — тех, кто получает пользу от реализации проекта, но не является непосредственным объектом деятельности. Например, в проекте по обучению детей ПДД целевая группа — дети, а благополучатели — их родители.

4. Календарный план. Календарный план представляет собой перечень мероприятий, сгруппированных по задачам, с указанием сроков и ожидаемых результатов. Важно, чтобы мероприятия были напрямую связаны с решением поставленных задач, а их результаты были измеримы. Как отмечается в методических рекомендациях, «не следует засорять календарный план совещаниями, заседаниями, подготовкой договоров и прочей текущей работой. Все это делается заранее — на стадии формирования заявки». Каждое мероприятие должно иметь конкретную дату, место проведения и ожидаемый результат (количественный и качественный).

5. Ожидаемые результаты. Результаты проекта делятся на количественные и качественные. Количественные результаты — это числовые показатели, которых планируется достичь: количество проведенных мероприятий, количество участников, количество публикаций в СМИ и т.д. Качественные результаты – это позитивные изменения в ситуации целевой группы: повышение уровня знаний, снижение тревожности, формирование новых навыков и т.п. Важно, чтобы качественные результаты были измеримы с помощью опросов, тестирования, наблюдений и др. инструментов. Как подчеркивается в пособии «Управление проектами в профессиональной деятельности»: «цель и результаты проекта должны быть связаны: если цель достигнута, значит, проблема решена, а результаты подтверждают это».

6. Команда проекта. Команда проекта — это группа специалистов, которые будут реализовывать задуманное. Опыт и компетенции членов команды должны соответствовать специфике мероприятий. Важно указать не только должность, но и конкретный функционал каждого члена команды, а также его опыт реализации аналогичных проектов. Как отмечается в «Путеводителе для НКО»: «команда проекта складывается еще до начала формирования заявки на конкурс. Тогда есть возможность работать над ней не одному человеку, а вместе, каждому отрабатывая свой участок работы». Если в проекте предусмотрены волонтеры, их роль и количество также должны быть обозначены.

7. Бюджет и софинансирование. Бюджет проекта — это финансовое отражение всех необходимых ресурсов. При его составлении важно соблюдать три принципа: обоснованность (каждая статья расходов должна быть привязана к конкретному мероприятию), реалистичность (цены должны соответствовать рыночным) и полнота (указываются все расходы, включая софинансирование). Софинансирование — это собственный вклад организации и ресурсы партнеров, которые также оцениваются в денежном эквиваленте. Как подчеркивается в методических рекомендациях по подготовке проектной заявки ФПГ: «отсутствие софинансирования может рассматриваться экспертами как свидетельство

неактуальности проекта и его невостребованности» [5]. Ставка страховых взносов по гражданско-правовым договорам составляет 30 %, а штатным сотрудникам организации — 30,2 %.

Для успешного привлечения финансирования недостаточно владеть общими основами проектирования – необходимо учитывать специфику конкретного грантового конкурса. В России наиболее востребованными среди социальных проектировщиков являются два конкурсных механизма: Фонд президентских грантов (ФПГ), ориентированный на поддержку некоммерческих неправительственных организаций, и Росмолодежь.Гранты, нацеленный на вовлечение в социальную практику физических лиц в возрасте от 14 до 35 лет. Это неисчерпывающий список, помимо данным существует множество других грантовых конкурсов, зачастую организованные различными фондами (например, БФ Владимира Потанина).

Главное различие между данными конкурсами лежит в статусе заявителя. ФПГ принимает заявки только от некоммерческих неправительственных организаций (юридических лиц), зарегистрированных не позднее чем за год до окончания приема заявок (для проектов с запрашиваемой суммой до 500 тыс. рублей — не менее чем за шесть месяцев). Организация не должна иметь среди учредителей органы публичной власти. Росмолодежь.Гранты, напротив, ориентирована на физических лиц — граждан Российской Федерации в возрасте от 14 до 35 лет включительно [6]. Для участия необходимо пройти верификацию учетной записи в системе «Молодежь России» через портал Госуслуг.

Касательно направлений, ФПГ предлагает 11 грантовых направлений: социальное обслуживание граждан, охрана здоровья, поддержка семьи и детства, поддержка проектов в области науки и образования, сохранение исторической памяти, укрепление межнационального согласия и другие. Заявитель выбирает одно направление, которому соответствует основная часть мероприятий проекта. Росмолодежь.Гранты использует систему из 15 номинаций, маркированных хештегами: #создавай_возможности (занятость и стажировки), #развивай_среду (проекты для малых городов), #объединяй (межкультурное сотрудничество), #вдохновляй (творческие инициативы), #МЫВМЕСТЕ (добровольчество) и другие [6]. Номинация проекта определяется исходя из поставленной проблемы, а не предлагаемого решения.

Заявка в Фонд президентских грантов заполняется в личном кабинете на сайте президентскиегранты.рф и включает стандартные разделы: описание проекта, информацию об организации, команде, календарный план, бюджет. Дополнительно можно приложить презентацию или видеоролик, что рекомендуется для проектов с запрашиваемой суммой свыше 5 млн рублей. Заявка же в Росмолодежь.Гранты имеет более сложную структуру. Помимо стандартных разделов (общее, команда, о проекте, календарный план, результаты, расходы, софинансирование), обязательным элементом является видео-визитка проекта хронометражем 1—2 минуты (допускается до 3 минут), в которой руководитель рассказывает о планируемой реализации проекта. Также требуется заполнить медиаплан — контент-план информационного освещения проекта, разбитый на

четыре этапа: публикации о победе в конкурсе, анонсы ключевых мероприятий, промежуточные итоги и итоговые результаты. Кроме того, в заявке предусмотрено поле для указания наставников проекта — лиц, которые делятся опытом и консультируют команду; их возраст не ограничен.

Оба конкурса требуют детального обоснования бюджета и наличия софинансирования, однако требования к бюджету различаются. Фонд президентских грантов предъявляет жесткие требования к расчету заработной платы: средняя заработная плата персонала проекта не должна превышать 80 тыс. рублей в месяц на одного работника (в части, финансируемой за счет средств гранта), ставка страховых взносов по гражданско-правовым договорам составляет 30 % (для штатных — 30,2 %), а общая стоимость услуг сторонних организаций не должна превышать 30 % от запрашиваемой суммы гранта. Росмолодежь.Гранты также требует монетизации софинансирования — перевода в денежный эквивалент всех ресурсов, предоставляемых организацией-заявителем, партнерами или волонтерами. В заявке необходимо указать, какие ресурсы уже есть у команды, а какие запрашиваются. При этом в обоих конкурсах разрешены такие статьи расходов, как проживание и питание участников, транспортные расходы, аренда оборудования, полиграфическая и сувенирная продукция, расходы на связь и другие. Сохраняются и общие запреты: нельзя приобретать алкогольную и табачную продукцию, финансировать политические партии, погашать задолженности организации, оплачивать штрафы и пени.

Особого внимания заслуживают письма поддержки. В обоих конкурсах они приветствуются, однако в Росмолодежи этому элементу уделяется особое внимание. Письма поддержки здесь могут быть двух типов: подтверждающие материальную поддержку (партнер указывает, какие затраты готов покрыть или услуги предоставить безвозмездно) и подтверждающие иную поддержку (характеристика личных качеств руководителя, навыков членов команды, информация о слаженности работы команды над другими проектами). Рекомендуется прикладывать только те письма, которые фактически относятся к реализации конкретного проекта.

Таким образом, выбор между конкурсами ФПГ и Росмолодежь.Гранты зависит от статуса заявителя и целевой аудитории. Для организаций, работающих с любыми возрастными категориями, подходит ФПГ. Для молодых активистов (14—35 лет), готовых представить видео-визитку и развернутый медиаплан, — Росмолодежь.Гранты. Понимание этих различий позволяет заявителям не только выбрать оптимальный источник финансирования, но и адаптировать проект под требования конкретного грантодателя, что существенно повышает шансы на победу.

Проведенный анализ позволяет сформулировать несколько ключевых выводов. Во-первых, методология социального проектирования базируется на универсальных принципах: ориентации на целевую аудиторию, логико-структурном подходе (от проблемы через цель и задачи к мероприятиям и бюджету) и стремлении к измеримому социальному результату. Вне зависимости от грантодателя, качественная заявка всегда содержит семь обязательных элементов:

обоснование проблемы, *SMART*-цель, конкретные задачи, описание целевой группы, реалистичный календарный план, измеримые результаты (количественные и качественные), сбалансированную команду и обоснованный бюджет с софинансированием. Обновление понятия «проект» в *PMBOK 8* — с «создания уникального продукта» на «создание ценности» — лишь подтверждает этот тренд, смещая фокус с формального завершения работ на реальные позитивные изменения для людей.

Во-вторых, при общности базовых принципов Фонд президентских грантов и Росмолодежь.Гранты имеют ряд различий, обусловленных спецификой каждого конкурса. ФПГ ориентирован на НКО как юридические лица, предъявляет жесткие требования к расчету заработной платы (не более 80 тыс. руб. в месяц) и доле услуг сторонних организаций (не более 30% от суммы гранта). Росмолодежь.Гранты, напротив, нацелен на физических лиц 14—35 лет, требует обязательной видео-визитки, развернутого медиаплана и допускает более гибкую структуру бюджета при сохранении общих запретов (алкоголь, политическая деятельность, штрафы).

Однако важно подчеркнуть, что, несмотря на различия в требованиях различных конкурсов, их фундаментальная структура и логика существенно схожи. Каждый конкурс — будь то ФПГ, Росмолодежь.Гранты или любой другой (например, конкурсы Президентского фонда культурных инициатив, Благотворительного фонда Владимира Потанина и др.) — базируется на единой методологии социального проектирования. Различия же проявляются в дополнительных требованиях, которые диктуются спецификой конкретного конкурса. Например, для медиапроектов, участвующих в конкурсе Института развития интернета, важна разработка подробной маркетинговой стратегии и медиаплана, а для заявок на гранты Главы Республики Коми — акцент на локальную проблематику и поддержку региональных властей. Таким образом, освоив универсальную «проектную грамоту», заявитель может адаптировать свою заявку под любой конкурс, добавляя необходимые элементы в зависимости от его специфики.

Выбор конкретного конкурса определяется статусом заявителя и целевой аудиторией: организациям, работающим с любыми возрастными категориями, подходит ФПГ; молодым активистам (14—35 лет), готовым представить видеовизитку и медиаплан, — Росмолодежь.Гранты. Понимание как общих принципов социального проектирования, так и специфических требований конкретного грантового конкурса позволяет заявителям не только выбрать оптимальный источник финансирования, но и качественно адаптировать проект, что существенно повышает шансы на победу. Успех в грантовой деятельности определяется не столько масштабом задуманного, сколько глубиной проработки проблемы, качеством проектной заявки и соответствием выбранного конкурса статусу заявителя и специфике целевой группы.

Библиографический список

1. Социальное проектирование: шаг за шагом : методические рекомендации / А. М. Якушев, Н. И. Дзюба; ГБУК «СКУНБ им. Лермонтова». — Ставрополь, 2021. — 52 с.

2. Путеводитель для НКО : что нужно знать, чтобы деятельность некоммерческой организации была успешной / А. И. Кузьмин // НКО БФ «Искусство, наука и спорт». — Москва : Агентство социальной информации, 2020. — 278 с.

3. PMBOK® Guide — 8th Edition // Project Management Institute : официальный сайт. — URL: https://www.pmi.org/standards/pmbok (дата обращения: 04.04.2026).

4. Дружакина, О. П. Управление проектами в профессиональной деятельности : основы социального проектирования : учебно-методическое пособие / О. П. Дружакина; ФГБОУ ВО «Удмуртский государственный университет», Институт гражданской защиты. — Ижевск : Удмуртский университет, 2023. — 105 с.

5. Методические рекомендации по подготовке заявки на участие в первом конкурсе на предоставление грантов Президента Российской Федерации на развитие гражданского общества в 2026 году // Фонд президентских грантов: официальный сайт. — URL: https://президентскиегранты.рф (дата обращения: 03.04.2026).

6. Методические рекомендации участникам Росмолодежь.Гранты // Росмолодежь : официальный сайт. — URL: https://grants.myrosmol.ru (дата обращения: 03.04.2026).

УДК 621.3

А. Н. Куимов,
2 курс, магистрант,
направление подготовки «Электроэнергетика и электротехника»
(Сыктывкарский лесной институт)

СТАРЕНИЕ, ИЗНОС УСТРОЙСТВ РЕЛЕЙНОЙ ЗАЩИТЫ И АВТОМАТИКИ (РЗА) КАК КЛЮЧЕВАЯ ПРОБЛЕМА СОВРЕМЕННОЙ ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКИ

Релейная защита и автоматика (РЗА) являются важнейшей системой электроэнергетики, обеспечивая безаварийную работу, локализацию повреждений и устойчивость энергосистемы. Однако значительная часть устройств РЗА в России реализована на аналоговых электромеханических или микроэлектронных реле, многие из которых эксплуатируются с советских времен. По некоторым оценкам, около 40 % реле превышают нормативный срок службы, а свыше 65 % устройств РЗА в работе — старше 25 лет. Это создает системные риски для надежности электроснабжения и требует комплексного научного и практического осмысления. Проблема усугубляется не только физическим износом, но и стремительным моральным устареванием, связанным с цифровой трансформацией отрасли. Целью данной статьи является анализ причин, последствий старения устройств РЗА и формирование направлений для эффективного управления этим процессом.

Причины старения и износа устройств РЗА.

Старение устройств РЗА — многокомпонентный процесс, который можно классифицировать по следующим аспектам:

1. Физический (аппаратный) износ:

- деградация пассивных компонентов: электролитических конденсаторов (высыхание электролита), резисторов, источников питания, что приводит к изменению параметров и отказам;
- износ механических частей: реле, ключей, разъемов, вентиляторов, приводов выключателей, приводящий к нарушению контакта;
- влияние внешней среды: коррозия, запыленность, нагрев, повышенная влажность в помещениях релейных панелей, отсеков.

2. Моральное (функциональное) устаревание:

- несоответствие современным требованиям: устаревшие устройства на электромеханических, аналоговых, микроэлектронных, микропроцессорных элементах, не поддерживают необходимые функции (сложные характеристики, запись аварийных процессов, событий, осциллограмм), имеют низкую точность и быстродействие;
- отсутствие интерфейсов: невозможность интеграции необходимых сигналов для управления и измерения в современные системы САТИ АССО, АСУ ТП, SCADA-системы, отсутствие поддержки цифровых стандартов (МЭК 61850, GOOSE, SV);

- дефицит запасных частей и производителей: прекращение поддержки оборудования, отсутствие документации, санкции.

3. Программное и информационное устаревание:

- устаревшее ПО: Несовместимость с современными операционными системами для конфигурирования, уязвимости безопасности;
- отсутствие исполнительных схем: многократные модификации схем и логики персоналом в процессе эксплуатации, ведущие к потере актуальности документации и повышению риска ошибок.

Последствия эксплуатации устаревшей базы РЗА.

1. Снижение надежности энергосистемы:

- рост вероятности отказов в действии: устройство может не сработать при реальном повреждении, приводя к расширению аварии;
- увеличение количества ложных срабатываний: необоснованное отключение исправного оборудования дестабилизирует режим и ведет к экономическим потерям.

2. Эксплуатационные и экономические риски:

- рост затрат на обслуживание: требуется больше времени и высокая квалификация для диагностики аналоговых устройств;
- увеличение длительности и количество ремонтов: поиск неисправностей и замена дефицитных компонентов занимают много времени, техническое обслуживание выполняется чаще;
- риск каскадного развития аварий: некорректное поведение устаревшей автоматики при сложных системных авариях.

3. Кадровый дефицит: молодые специалисты не имеют опыта работы с устаревшей аппаратурой, а опытные уходят на пенсию. Возникает «информационный разрыв».

Статистика.

Отчет Системного оператора ЕЭС за 2024 год. С 1 января по 31 декабря 2024 года в ЕЭС России было зафиксировано 68 996 случаев срабатывания устройств РЗА, из них правильными оказались 66 385 случаев (96,22 %). Основными техническими причинами неправильных срабатываний стали дефекты или неисправности вторичных цепей РЗА (18,92 %) и электромеханической аппаратуры (17,93 %), а также физический износ оборудования (7,32 %).

Оценки, сделанные в 2021 году. В 2020 году в России было зафиксировано 57 696 случаев срабатываний устройств РЗА, из них правильными оказались 55 568 случаев (96,31 %). Основными техническими причинами неправильных срабатываний стали дефекты или неисправности вторичных цепей РЗА (17,22 %), электромеханической аппаратуры (15,6 %), физический износ оборудования (10,44 %).

Современные подходы и решения проблемы.

1. Стратегическая модернизация:

- разработка программ модернизации РЗА на основе оценки технического состояния и рисков;

- приоритетная замена наиболее устаревших электромеханических, аналоговых, микроэлектронных устройств на современные микропроцессорные терминалы. Их преимущества — многофункциональность, встроенный контроль параметров, самодиагностика, компактность — позволяют повышать эффективность эксплуатации;

- замена вторичного оборудования, кабелей и других элементов устройств РЗА, что позволит продлить срок службы.

2. Внедрение цифровых технологий:

- переход на цифровые подстанции по стандарту МЭК 61850. Это не просто замена устройств, а смена парадигмы: цифровые измерительные трансформаторы, цифровые связи GOOSE/SV, единая информационная модель. Данный стандарт обеспечивает взаимозаменяемость устройств, упрощает интеграцию и расширяет функциональность.

- использование устройств с развитыми функциями самодиагностики, мониторинга состояния и прогнозирования остаточного ресурса.

3. Изменение подходов к техническому обслуживанию (ТО):

- от профилактического восстановления (контроля) к обслуживанию по состоянию. Современные устройства позволяют дистанционно отслеживать ключевые параметры и планировать вмешательство только при необходимости;

- создание цифровых двойников участков сети и систем РЗА для моделирования режимов, тестирования логики и тренировки персонала.

4. Подготовка кадров:

- актуализация образовательных программ в вузах и системе повышения квалификации с упором на цифровые технологии, стандарт МЭК 61850 и системное мышление;

- создание современных учебных классов, тренажерных комплексов и центров.

Заключение.

Проблема старения устройств РЗА носит системный характер и напрямую угрожает надежности и устойчивости электроэнергетики. Ее решение не может сводиться только к единичной замене блоков. Требуется комплексная стратегия, включающая в себя:

1. Технический аудит и ранжирование существующего оборудования по степени критичности.

2. Поэтапную модернизацию с ориентацией на принципы цифровых подстанций.

3. Реформу системы технического обслуживания через внедрение интеллектуального мониторинга и прогнозирования.

4. Непрерывную подготовку и переподготовку кадров для работы с новым технологическим оборудованием.

Только такой многоуровневый подход позволит трансформировать проблему старения в возможность для технологического рывка и построения устойчивой, интеллектуальной и надежной энергосистемы будущего.

Библиографический список

1. Шнеерсон, Э. М. Цифровая релейная защита / Э. М. Шнеерсон. — Москва : Энергоатомиздат, 2007. — 548 с.

2. РД 153-34.0-35.617-2001 Правила технического обслуживания устройств релейной защиты, электроавтоматики, дистанционного управления и сигнализации электростанций и подстанций 110-750 кВ : утв. РАО «ЕЭС России» 20.01.2001 : дата введения 2001-03-01 // СПС «КонсультантПлюс» (дата обращения: 27.02.2026).

3. Протокол МЭК 61850 Коммуникационные сети и системы подстанций Общий обзор для пользователей МЭК 61850. — URL: https://www.compel.ru/wordpress/wp-content/uploads/2018/11/iec_61850.pdf. (дата обращения: 27.02.2026).

4. Папков, Б. В. Проблемы эксплуатации устаревших устройств РЗА и пути их решения / Б. В. Папков // Электроэнергия. Передача и распределение. — 2020. — № 3. — С. 42—47.

5. Беркович, М. А. Основы техники релейной защиты / М. А. Беркович, В. В. Молчанов, В. А. Семенов. — 6-е изд. — Москва : Энергоатомиздат, 1984. — 376 с.

СЕКЦИЯ «СОВРЕМЕННЫЕ ТЕНДЕНЦИИ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ»

УДК 691

С. В. Баева,
1 курс, направление подготовки «Строительство»
Научный руководитель — **Е. Ю. Микова,**
кандидат технических наук, доцент
(Сыктывкарский лесной институт)

ПЕРЕОСМЫСЛЕНИЕ АРХИТЕКТУРНЫХ ПРИЕМОВ РУССКОГО БАРОККО В СОВРЕМЕННОЙ РОССИЙСКОЙ АРХИТЕКТУРЕ

Введение.

Русское барокко, сформировавшееся в конце XVII — первой половине XVIII века, представляет собой уникальное явление в истории мировой архитектуры [5]. В отличие от западноевропейского барокко, тяготевшего к мистицизму, иллюзорности и сложной кривизне плоскостей, русское барокко, особенно елизаветинского периода, приобрело «земной», мажорный и декоративно-нарядный характер. Исследователи нередко проводят аналогию с «золотым пряником» — яркая полихромия, обилие белоснежной лепнины и позолота создают тот узнаваемый образ, который ассоциируется с праздничностью и триумфальностью.

Расцвет русского барокко приходится на период правления императрицы Елизаветы Петровны (1741—1761), когда в полную мощь раскрылся талант Франческо Бартоломео Растрелли — архитектора, определившего облик парадного Петербурга [9]. Его постройки — Екатерининский дворец в Царском Селе, Зимний дворец, Смольный монастырь — стали эталоном стиля, в котором грандиозный размах сочетался с изощренной пластикой фасадов.

В современной архитектурной практике обращение к барочной традиции происходит не в форме прямого цитирования, а через переосмысление ее ключевых приемов. Этот процесс заслуживает специального анализа, поскольку позволяет понять механизмы адаптации исторического архитектурного языка к технологическим и эстетическим вызовам XXI века.

1. Генезис русского барокко: от петровского к елизаветинскому.

Формирование русского барокко проходило несколько этапов. Петровское барокко (1700—1720-е годы) отличалось относительной строгостью и рациональностью, что объяснялось прагматизмом Петра I, ориентировавшегося на голландскую и немецкую архитектурные традиции [1]. Характерными чертами этого периода были строгая симметрия, плоскостной декор без заметных пилястр и карнизов, контрастная двухцветная окраска фасадов (сине-белая или красно-белая). Здание Двенадцати коллегий протяженностью 383 метра стало самым крупным памятником петровского барокко, где архитектурная форма подчеркивала идею государственного единства [1].

Елизаветинское барокко, напротив, представляет собой зрелый и полнокровный стиль, в котором проявились национальные черты. Исследователи отмечают, что русское зрелое барокко отличалось от западноевропейского «структурной ясностью и простотой планировочных решений, тесной связью конструктивной основы и декоративных элементов», а также «мажорным характером, активным использованием цвета, смелых колористических и светотеневых контрастов» [5].

Основные архитектурные приемы елизаветинского барокко (на примере построек Ф.Б. Растрелли):

1. Грандиозный размах и анфиладность. Протяженность Екатерининского дворца составляет 306 метров, а череда парадных залов организована по принципу сквозной перспективы, когда двери располагаются на одной оси.

2. Ордерная динамика. Использование сдвоенных колонн и пучков пилястр создает подвижный ритм вдоль фасада. Колонны не просто несут конструктивную нагрузку, но формируют динамическую композицию, «двигающуюся» по поверхности стены.

3. Полихромия. Сочетание ярких стен (синий, бирюзовый, малиновый, желтый) с белоснежными архитектурными деталями и позолотой внутри создает эффект праздничной нарядности.

4. Пластика фасада. Отсутствие строгих прямых углов, выпуклые и вогнутые линии (ризалиты), обилие лепнины (картуши, волюты, гирлянды) создают эффект «текучести» архитектурной массы.

2. Современное переосмысление барочных приемов.

В современной архитектуре чистое воспроизведение барочной эстетики встречается редко — преимущественно в элитном загородном строительстве и интерьерах, где воссоздается «дворцовая» эстетика. Однако гораздо более значимым представляется процесс трансформации барочных принципов на новом технологическом уровне.

1.1. Ритмическое членение фасада: от колонн к пилонам.

Прием разбивки больших массивов зданий на ритмические отрезки с помощью вертикальных элементов, использованный Растрелли, находит продолжение в современной высотной архитектуре. Вертикальные пилоны, эркеры и лоджии выполняют ту же функцию — визуально «стройнят» здание и преодолевают монотонность «стеклянной коробки».

Показательным примером является жилой комплекс «River Park Кутузовский» в Москве, где фасады башен меняют свою геометрию по мере высоты: расширяются к середине и сужаются к верху, создавая барочную пластику и динамику с использованием современных материалов — стекла и металла [2, 6]. Главный архитектор Москвы Сергей Кузнецов отмечает, что «сверхсовременный дизайн отличается выраженной пластикой фасадов с природными линиями», а визуальное решение ассоциируется с «бутонами цветов» [6]. Концептуальное деление каждого корпуса на три части с постепенным расширением и последующим сужением к верхним этажам напрямую перекликается с барочным принципом динамичного движения формы.

1.2. Полихромия и цветовой контраст.

Цветовая гамма — визитная карточка русского барокко. В современной архитектуре этот прием активно используется при реконструкции или новом строительстве в исторических центрах. При возведении объектов в Пушкине или Петергофе новые постройки используют те же оттенки лазоревого и белого, чтобы визуально гармонировать с дворцами-памятниками. Этот подход демонстрирует отказ от монохромности, характерной для архитектуры эпохи модернизма, и возвращение к эмоциональной цветовой выразительности.

1.3. Параметрическая пластика: от волюты к бионике.

Барочная S-образная линия, завиток (волюта), сложная кривизна плоскостей находят прямое продолжение в параметрической и бионической архитектуре, где жесткие прямые линии уступают место плавным, обтекаемым формам. Проект Нового Большого Московского цирка, форма которого напоминает гигантский шатер или завиток, демонстрирует барочное стремление к динамике и театральности, выраженное языком титана и стекла.

Международные исследования подтверждают, что постмодернизм способствовал строительству большого количества зданий с барочными художественными элементами, и это открывает новые пути для интеграции барочного стиля в современные архитектурные объекты [4]. При этом эволюция барокко в России, в отличие от Италии, демонстрирует уникальный синтез европейских форм и элементов восточно-христианской архитектуры [4].

1.4. Цифровая иллюзионистика: свет вместо лепнины.

В барокко архитектура стремится удивить, создать «райский сад» на земле через иллюзионистскую живопись (плафоны с «обманками», эффекты trompe-l'œil). В современной интерпретации эту функцию берут на себя медиафасады и светодиодные инсталляции. Светодиодные экраны, закрывающие фасады новых зданий, представляют собой версию барочной иллюзионистики, где реальная текстура стены исчезает, уступая место цифровому «празднику». Это своего рода продолжение барочного принципа театральности, где архитектурная поверхность становится носителем сменяющихся образов.

1.5. Интерьер как синтез эпох: бар Orthodox.

Особого внимания заслуживает подход к переосмыслению барочного наследия в интерьерах. Пример бара Orthodox в Санкт-Петербурге демонстрирует, как можно использовать «дух» Серебряного века и барокко через современные материалы — клинкерный кирпич, латунь, резное зеркало, обожженное дерево [3, 7]. Архитекторы не копируют лепнину, а создают атмосферу через фактуры и детали, погружая современный интерьер в исторический контекст здания XIX века.

Аналогичный подход прослеживается в интерьере бутика Choux на Патриарших прудах в Москве. Архитекторы используют барочную эстетику выборочно, вводя характерные приемы в пространство, решенное в минималистичном или даже футуристическом ключе. Доминанта интерьера — гигантская золотая сферическая форма — создает характерный для барокко эффект «пирше-

ства для глаз» [8]. Примечательно, что сложная форма «капли» или «боба» создается с использованием современных технологий, а на потолке с помощью нейросетей создан барочный растительный орнамент, в который вплетен логотип бренда [8]. Это демонстрирует, как цифровые технологии позволяют переосмыслить традиционные декоративные мотивы.

3. Трансформация функции: игра с историей.

Современная архитектура все чаще обращается к приему вписывания современного объема в историческую барочную среду или наоборот — создания современных интерпретаций в исторических зданиях. В этом проявляется постмодернистский интерес к диалогу эпох, когда архитектура перестает быть стилистически однородной и вступает в сложные смысловые взаимодействия с контекстом.

Заключение.

Обращение к русскому барокко в современной архитектуре свидетельствует о важной тенденции: в эпоху тотального минимализма и функционализма возрастает потребность в эмоциональности и выразительности архитектурной среды. Переосмысление барочных приемов происходит по нескольким направлениям:

1. Отказ от монохромности и возвращение к ярким цветам и контрастам.

2. Сложная пластика фасадов — уход от плоских стен к «дышащим» объемным формам, чему способствуют современные конструктивные возможности.

3. Декор через конструкцию — современные технологии позволяют создавать не лепнину, а сложные 3D-панели и бионические формы, которые работают со светом так же, как когда-то работала позолота и резьба.

Таким образом, русское барокко учит современную архитектуру не столько конкретным формальным приемам, сколько фундаментальному принципу: архитектура должна вызывать эмоции, удивлять и радовать. В этом смысле обращение к барочной традиции становится не ретроспективной стилизацией, а поиском новых выразительных средств, способных вернуть архитектуре утраченную человечность и праздничность.

Библиографический список

1. Комиссия Российской Федерации по делам ЮНЕСКО. Триумф в камне. Архитектура петровского барокко. — URL: https://unesco.ru/news/49-petrine-baroque/

2. Управа района Дорогомилово. Фасады ЖК «River Park Кутузовский» остеклят в эстетике экофутуризма. — URL: https://upravadorogomilovo.ru

3. ZAVOD 11. Русский бар Orthodox. — URL: https://www.zavod11.com/ project/orthodox

4. Syuezhui, V. The influence of European Baroque architecture on Chinese Baroque architecture / V. Syuezhui // ФГБУ РЦНИ. — 2025. — № 6. — С. 198—211. — DOI: 10.7256/2454-0625.2025.6.74484

5. Русское барокко // Википедия. — URL: https://ru.wikipedia.org/wiki/Русское_барокко

6. Российский строительный комплекс. Небоскребы будущего ЖК в Дорогомилове остеклят в эстетике экофутуризма. — URL: https://rsknews.ru

7. Aledo-pro. Бар Orthodox. — URL: https://aledo-pro.ru/projects/view/367/

8. Петухова, Е. Барокко 2.0 / Е. Петухова // Архи.ру. — 2026. — URL: https://archi.ru/print/news/101703
9. Гаврилова, М. Ю. Русское (елизаветинское) барокко в Петербурге 1740—1760 годы / М. Ю. Гаврилова // Инфоурок. — URL: https://infourok.ru

УДК 691

К. Е. Вахнина,
3 курс, направление подготовки «Строительство»
Научный руководитель — **Е. Ю. Микова,**
кандидат технических наук, доцент
(Сыктывкарский лесной институт)

DUCTAL — МАТЕРИАЛ НОВОГО ПОКОЛЕНИЯ. НОВАЯ ГЕОМЕТРИЯ СТРОИТЕЛЬСТВА

Введение.

Уже более 25 лет компания Ductal® разрабатывает самые передовые технологии и услуги в области сверхэффективного бетона. Созданная с целью минимизировать затраты при максимальной эффективности, компания гарантирует оптимальную прочность, пластичность и долговечность. Десятилетия международной практики, исследований и разработок позволили накопить технологии и опыт, необходимые для реализации самых амбициозных проектов в любой точке мира. Команда состоит из лицензированных инженеров, архитекторов, строительных консультантов и техников, которые работают непосредственно с клиентами, разрабатывая индивидуальные, но при этом практичные решения для самых важных на сегодняшний день вопросов в строительной отрасли. Изобретая строительные материалы, которые требуют меньше ресурсов и служат дольше, они создают более экологичную среду, которая улучшает жизнь людей и бережнее относится к окружающей среде. Главный лозунг компании: Строить. Усиливать. Защищать [1].

Ключевые свойства.

Армированные волокном составы Ductal обеспечивают прочность при сжатии до 11 раз выше, чем у традиционного бетона. Пластичность, устойчивость к изгибу при изгибных нагрузках и прочность на сжатие — в диапазоне от 100 до > 200 Мпа в зависимости от состава [1].

Содержание волокон в Ductal на единицу объема (около 30—50 миллионов волокон на кубический метр) обеспечивает превосходную пластичность при изгибе, а прочность на изгиб в десять раз выше, чем у обычного бетона [1].

Это означает, что для решения конкретной задачи нужно использовать правильную формулу Ductal с достаточным количеством материала и характеристиками, чтобы выполнить работу без лишних затрат и сделать больше с меньшим количеством материала [1].

Представления.

Коэффициенты усадки и ползучести Ductal — одни из самых примечательных его свойств. В то время как коэффициент ползучести обычного бетона может достигать 3—4, а у конкурирующих высокопроизводительных бетонов он ниже, у Ductal он еще ниже — 0,8—1,0. При термической обработке этот показатель может снизиться еще больше — примерно до 0,2. Благодаря очень низкому водоцементному соотношению и высококачественным однородным

материалам Ductal обеспечивает стабильную, однородную и относительно низкую усадку [2].

Это означает более качественное литье, меньший процент брака и лучшее качество готовой продукции. Одним словом, повышение производительности и экономия средств.

Новая геометрия строительства Ductal.

Ductal открывает новую геометрию строительства. Он позволяет уйти от массивных и прямолинейных форм к более свободной, пластичной архитектуре. Это особенно важно для современного дизайна, где ценятся оригинальность, легкость и выразительность. Кроме того, материал отличается высокой долговечностью и требует минимального обслуживания. Это снижает эксплуатационные расходы и делает его экономически выгодным в долгосрочной перспективе. За счет уменьшения массы конструкций также снижается нагрузка на фундамент и уменьшаются затраты на транспортировку [2].

Применение технологии.

Благодаря составу Ductal его можно использовать в различных производственных технологиях, включая напыление/напыление с раздувом, традиционное литье, 3D-печать и даже гибку в горячем состоянии. Он выдерживает большие нагрузки при использовании более тонких конструкций и обеспечивает защиту при меньшей толщине, что позволяет эффективнее использовать пространство и материалы. Благодаря своей способности к самоуплотнению он может имитировать текстуры, придавать поверхности глубину и создавать тени или просто сливаться с ней. Как и обычный бетон, он доступен в широком ассортименте текстур, видов отделки и цветов [3].

Преимущества строительства.

Одним из ключевых преимуществ Ductal является возможность создавать тонкие и легкие конструкции без потери прочности. Это позволяет архитекторам и инженерам реализовывать сложные формы, которые ранее были невозможны или слишком затратны. Изогнутые поверхности, ажурные фасады, тонкостенные панели — все это становится реальностью благодаря этому материалу, а также снижается вес конструкции, увеличивается срок службы, ускоряется строительство и обеспечивается водонепроницаемость [3].

Таким образом, Ductal — это не просто строительный материал, а технологическая основа для архитектуры будущего, объединяющая прочность, эстетику и инновации [3].

Библиографический список

1. Материалы компании LafargeHolcim по технологии Ductal.
2. Современные исследования в области Ultra High Performance Concrete.
3. Международный опыт применения ультравысокопрочных бетонов в строительстве.

УДК 692

А. П. Голубкова,
направление подготовки «Строительство»
Научный руководитель — **Е. Ю. Микова,**
кандидат технических наук, доцент
(Сыктывкарский лесной институт)

ЗЕЛЕНЫЕ КРОВЛИ В СЕВЕРНЫХ УСЛОВИЯХ (НА ПРИМЕРЕ РЕСПУБЛИКИ КОМИ)

Виды зеленых крыш.

Чтобы наслаждаться природой, не выходя из здания, используют 3 вида обустройства зеленых крыш:

1. Экстенсивные — это тип озеленения с тонким слоем субстрата (обычно до 15 см) и низкорослыми растениями. Экстенсивные зеленые крыши обычно требуют минимального ухода и могут быть организованы на различных типах кровли, включая плоские и скатные [1].

2. Полуинтенсивные — крыши, на которых высаживаются травы, многолетние и почвопокровные растения, кустарники с использованием слоя субстрата. Этот вариант требует регулярного, но ограниченного ухода за насаждениями, допускает нахождение посетителей [1].

3. Интенсивные — в отличие от экстенсивных и полуинтенсивных, интенсивные зеленые крыши имеют более глубокий слой субстрата (более 30 см) и предоставляют возможность выращивать разнообразные растения, включая кустарники, деревья, травы и цветы. Такой тип озеленения требует большего ухода и может служить уникальным садовым пространством [1].

Польза зеленых кровель.

Экологическая польза: улучшение микроклимата — зеленые крыши способны создавать комфортную среду вокруг зданий, выполняя функцию естественного природного кондиционера, охлаждая окружающее пространство в жаркое время года. Исследования показали, что вокруг построек с травяной крышей температура снижается на 1—3 °С. Также кустарники, трава и деревья увлажняют воздух за счет испарения воды из листьев [1].

Кроме того, покрытие из растений фильтрует воздух, очищая его от вредных примесей, задерживая до 20 % выхлопных газов и пыли, что приводит к улучшению микроклимата [1].

Снижение уровня шума — способность поглощать звуковые волны, не отражая их во внешнюю среду, также является преимуществом зеленых крыш. Растительное покрытие и дренажно-субстратный слой являются естественным звукопоглощающим материалом, что позволяет снизить уровень шума внутри и вокруг здания на 8 децибел. Это особенно ценно для строений, располагающихся возле автомагистралей или в шумных городских или индустриальных районах [1].

Использование вторичного сырья — для создания дренажных слоев и субстрата при обустройстве зеленых крыш используется переработанное вторичное сырье: пластик, кирпич, каучуковая крошка. Такой подход позволяет сократить применение новых материалов и утилизировать отходы, сокращая вредное воздействие на экологию.

Создание устойчивой экосистемы — с помощью растительных насаждений на крышах зданий восстанавливаются условия для нормального обитания представителей фауны, растения и деревья привлекают птиц, насекомых, членистоногих, что способствует биоразнообразию и природной гармонии в городской среде.

Экономические выгоды: увеличение срока службы гидроизоляции — любая крыша подвергается агрессивному влиянию окружающей среды: постоянное воздействие ультрафиолета, осадки, перепады температур, иссушающие ветра. Из-за того гидроизоляционный слой быстро приходит в негодность и требует частой замены. Зеленые крыши служат дополнительной защитой — растительное покрытие снижает воздействие прямых солнечных лучей, экстремальных температур и атмосферных осадков на кровлю, что помогает увеличить ее срок службы до 40—50 лет [1].

Снижение теплопотерь — растения и слой субстрата действуют как естественный теплоизоляционный материал, помогая удерживать тепло в здании в холодные периоды и снижая потери тепла летом. Это позволяет снизить потребление энергии на отопление и кондиционирование воздуха, что ведет к снижению расходов.

Снижение стоимости ливневой канализации — зелень на крыше поглощает и задерживает дождевую воду, а также позволяет ей медленно испаряться и стекать в водосток. Это снижает объем жидкости, попадающей в ливневую канализацию, и уменьшает нагрузку на системы сброса воды.

Компенсационное озеленение — частым требованием к застройщикам является восстановление утраченных зеленых насаждений при строительстве или предоставление компенсационных мер по озеленению пространства вокруг новых зданий. Зеленые крыши могут служить такой компенсацией, позволяя сэкономить на затратах на дополнительные ландшафтные работы или создание парков в других местах. К тому же, у нового здания с озелененной крышей повышается эстетическая ценность и увеличивается рыночная привлекательность для потенциальных покупателей недвижимости [1].

Что будет с зелеными кровлями зимой?

Чтобы зеленая кровля перезимовала и благополучно встретила весну, достаточно подобрать растения, приспособленные к местному климату, а также выбирать неприхотливые и устойчивые виды.

Самого минимального ухода требуют экстенсивные кровли, а интенсивные требуют такого же ухода, как и любой сад. Как и в городских парках, цветы и травы можно высаживать сезонно. Перечисленные виды растений способны адаптироваться в Республике Коми: очитки (седумы) — суккуленты, которые

накапливают влагу в листьях, устойчивы к морозам и засухе, быстро разрастаются и образуют плотный ковер; камнеломки — адаптированы к тонким субстратам, выживают на скалах и в расщелинах; мхи — эффективны в сочетании с очитками, могут жить почти без почвы, укореняясь на мембранах и в трещинах [2].

Начинка зеленой кровли и выбор технологии монтажа.

Кровельный пирог зеленой кровли состоит из нескольких слоев: гидроизоляция — защищает от воды; пароизоляция — защищает кровельный пирог со стороны помещения от увлажнения паром; теплоизоляция — защищает внутреннее пространство сооружения от теплопотерь зимой и перегрева летом; барьерный слой — препятствует прорастанию корней растений в нижележащие слои; дренаж — отводит избыток воды из грунтового слоя в водосток; грунт с растениями — создает зеленый ковер.

Технология монтажа зависит от материалов. Удобнее всего использовать готовые системы, в которых все характеристики сбалансированы и дополняют друг друга. К примеру, для устройства эксплуатируемой зеленой кровли на железобетонном основании компания ТЕХНОНИКОЛЬ разработала систему ТН-КРОВЛЯ Грин PIR [2].

Важные аспекты при проектировании и устройстве зеленых крыш.

Нагрузка на несущие конструкции должна соответствовать требованиям для конкретного типа озеленения. Оптимальный уклон для зеленой крыши — около 8 градусов. При большем уклоне возможно создание только экстенсивной кровли с применением объемной георешетки.

Слои конструкции могут включать в себя пароизоляцию, гидроизоляцию, дренажный слой, защитный слой, фильтрующий слой, субстрат.

При выборе растений учитываются климатические условия, освещенность, ветровая нагрузка, тип и толщина субстрата, а также эстетические и функциональные цели.

Уход — мониторинг протечек, использование подкормок или биогумуса в субстрате для улучшения питания растений.

Разработанная технология позволит сделать строительство зеленых крыш более доступным на севере России. Поэтапный план разработки проекта зеленной крыши популяризирует такой вид кровли среди промышленных предприятий, общественный зданий, а также частных домовладений благодаря своей простоте и понятности [2].

Библиографический список

1. 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.

2. Иоффе, А. О. Технология создания зеленых крыш в условиях Севера России / А. О. Иоффе // Universum : химия и биология. — 2016. — № 10 (28). — С. 4–8.

УДК 691

Ф. Н. Доронин,
3 курс, направление подготовки «Строительство»
Научный руководитель — **Е. Ю. Микова,**
кандидат технических наук, доцент
(Сыктывкарский лесной институт)

ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ИННОВАЦИОННЫХ СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ ПРИ СТРОИТЕЛЬСТВЕ МОСТОВ И ДОРОГ

Актуальность.

С развитием лесного комплекса растут потребности в развитии инфраструктуры. Увеличиваются объемы перевозимых грузов, а вместе с тем и нагрузка на мосты и автомобильные дороги. От количества и качества этих объектов зависит деятельность предприятий лесного комплекса. Поэтому строительство остается очень важным направлением, без которого невозможно развитие лесного комплекса. В настоящее время существует потребность в надежных и безопасных маршрутах, которые могли бы обеспечить быструю доставку грузов. Появляется необходимость строительства новых автомобильных дорог и мостов. Однако сейчас, с учетом возрастающей нагрузки, требуются более прочные объекты транспортной инфраструктуры. В связи с изменениями требований к строительству появляются различные новые решения. Строительные материалы — одно из важнейших направлений, в котором разрабатывают решения, отвечающие актуальным требованиям. Сейчас уже существуют инновационные материалы, способные сделать объекты лесной инфраструктуры более прочными и надежными. В данной работе мы рассмотрели некоторые современные строительные материалы и определили их дальнейшие перспективы для использования при строительстве мостов и дорог, с учетом новых требований.

Цель данной работы — определить перспективы использования инновационных строительных материалов при строительстве мостов и автомобильных дорог для транспортировки древесины с учетом современных требований, а также преимуществ и недостатков инновационных строительных материалов.

Задачи:

1. Изучить существующие требования в сфере строительства мостов и дорог.

2. Провести анализ характеристик современных строительных материалов.

3. Определить перспективы использования новых строительных материалов, оценив их недостатки и преимущества.

Проблема движения грунтов.

При строительстве автомобильных дорог и мостов специалисты часто сталкиваются с проблемой движения грунтов, особенно в случаях, когда дороги

и мосты предназначены для движения тяжелой лесохозяйственной техники и автопоездов. После завершения строительства очень важно сохранить дорожную насыпь и избежать осыпания берегов вблизи мостов. Движение грунтов может стать причиной различных дефектов, таких как трещины на дорожном полотне, перепады. На мостах смыв берега может привести к изменению русла рек, а в худших случаях — к разрушению инженерных конструкций и сооружений. На сегодняшний день проводятся различные мероприятия по укреплению грунта, к примеру, очень распространенно использование бетонного полотна. Также применяют коробчатые габионы, матрицы Рено, и георешетки. Однако это достаточно дорогие методы, а в случае использования бетонного полотна — еще и не экологичные, поскольку бетонное полотно изолирует почву и исключает рост растений на данном участке. При этом бетонное полотно со временем движется под действием силы тяжести и воды.

Для придания особой прочности грунту в условиях регулярного промерзания и оттаивания почвы подходит экспериментальный материал — криогель. Это вязкий водный раствор, предназначенный для укрепления грунта и предотвращения его движения. Криогель также может быть использован для повышения несущей способности грунта [1]. Он активируется циклом замораживания-оттаивания, и с каждым последующим таким циклом его действие усиливается. Также следует отметить, что криогель оказывает стимулирующее воздействие на рост растений, поэтому обладает высоким уровнем экологичности. К недостаткам можно отнести тот факт, что криогель еще недостаточно хорошо изучен и его действие в долгосрочной перспективе также не исследовано.

Инновационный вид бетона.

Традиционные строительные материалы в рассматриваемой задаче имеют более значительные недостатки. К примеру, бетон имеет высокую прочность на сжатие, однако прочность на изгиб имеет гораздо меньшие пределы. Также бетон пропускает воду, вследствие чего образуются трещины. Этот недостаток особенно сильно проявляется при строительстве мостов и дорог. Вода является одной из главных причин разрушения дорог и мостов. Данную проблему может решить самовосстанавливающийся бетон.

Самовосстанавливающийся бетон — это инновационная разновидность бетона, в состав которой добавляют бактерии [2]. Этим бактериям требуются углекислый газ и вода, и при их наличии микроорганизмы вступают в химическую реакцию, в результате которой образуется известняк. Этот известняк заполняет микротрещины и не дает им увеличиваться. Самовосстанавливающийся бетон имеет гораздо большие пределы прочности на изгиб по сравнению с обычными бетонами. Он отлично подходит для строительства мостов и дорог, на которые приходятся большие нагрузки, однако полностью заменить обычные бетоны он не сможет, так как его цена на данный момент очень велика. Существует также вариант самовосстанавливающегося бетона, разработанный специально для строительства в условиях сухого климата. Его принцип основан на покрытии поверхности бетона особым материалом, который представляет собой вещество с микрокапсулами, внутри которых находится полимер. При

повреждении бетона микрокапсулы раскрываются, полимер попадает внутрь поврежденного участка и заполняет его. Под действием ультрафиолетового излучения он застывает. У данного принципа также есть недостаток — материал нужно постоянно обновлять, примерно раз в год.

Таким образом, с изменениями требований к строительству меняются и материалы, применяемые в строительстве. Одна из причин этих изменений — более серьезные требования к безопасности и надежности объектов инфраструктуры в ходе развития лесопромышленного комплекса. К примеру, продолжают увеличиваться объемы перевозимой древесины, что в свою очередь увеличивает нагрузку на мосты и дороги. В настоящее время в сфере строительства в целом требуется повышение прочности, надежности и экологичности. На основании проведенного анализа установлено, что современные строительные материалы отвечают новым требованиям. Они надежны и экологичны, имеют высокие пределы прочности, хорошо адаптированы к условиям, в которых их используют. Однако у инновационных строительных материалов имеются существенные недостатки. Первый недостаток заключается в том, что рассмотренные нами материалы недостаточно изучены. Второй значительный недостаток — высокая стоимость. Необходимо продолжать изучать и испытывать новые строительные материалы. Как один из способов их заключительных испытаний, их можно применять точечно, на отдельных строительных объектах под постоянным наблюдением специалистов. Только после полного изучения свойств материалов их можно будет применять в строительстве мостов и автомобильных дорог. Также следует работать над вопросом стоимости перспективных материалов, чтобы сделать их более доступными для использования в строительстве.

Библиографический список

1. Коновалова, О. С. К вопросу о повышении несущей способности грунтов, предотвращении и остановке эрозионных процессов использованием при строительстве объектов нефтегазового комплекса криогелей / О. С. Коновалова, О. В. Попова // Проблемы разработки месторождений углеводородных и рудных полезных ископаемых. — 2018. — № 1. — С. 150—153.

2. Обозная, Д. Р. Характеристики бетона, состав, преимущества и недостатки. Самовосстанавливающийся бетон / Д. Р. Обозная, Е. Л. Ларских // Молодые исследователи в ответ на современные вызовы : сборник статей II Международного научно-исследовательского конкурса (Петрозаводск, 9 ноября 2022 года). — Петрозаводск : Международный центр научного партнерства «Новая Наука», 2022. — С. 98—101.

УДК 528.486.4

М. А. Савельева,
3 курс, направление подготовки «Строительство»
Научный руководитель — **Е. Ю. Микова,**
кандидат технических наук, доцент
(Сыктывкарский лесной институт)

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ДРОНОВ И 3D-СКАНИРОВАНИЯ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ

Удобство использования 3D-сканирования в строительстве.

3D-сканеры фиксируют мельчайшие детали объекта, формируя «облако точек» — основу для высокоточных цифровых моделей.

Удобство использования таких решений очевидно:

1. Простота управления. Современные дроны оснащены интуитивными интерфейсами и автоматическими режимами полета — для работы с ними не нужны навыки летчика, но остается важным образование оператора БПЛА.

2. Скорость обработки данных. Результаты сканирования и съемки быстро передаются в специализированное ПО, где преобразуются в наглядные карты, чертежи и 3D-модели.

3. Универсальность. Технологии применимы на всех этапах строительства: от изучения рельефа перед проектированием до финальной проверки готового объекта.

4. Экономия ресурсов. Сокращаются затраты на ручной труд, минимизируются простои из-за ошибки, снижается риск дорогостоящих переделок [1].

Интеграция дронов и 3D-сканирования.

Шаг 1. Оцифровка с помощью беспилотных воздушных судов.

На этом этапе происходит сбор первичных данных о строительной площадке или объекте, а именно: планирование миссии; подготовка оборудования; запуск и полет; сбор данных.

Результат: массив фотографий высокого разрешения и/или облако точек с пространственными координатами, отражающее текущее состояние объекта [2].

Шаг 2. Облачная обработка данных.

Собранная информация передается в специализированное программное обеспечение (ПО), часто размещенное в облаке, для преобразования в структурированную модель. На этом этапе происходит: загрузка данных; сшивка снимков (для фотограмметрии); обработка данных лидара; геопривязка; генерация производных продуктов [2].

Результат: готовая цифровая модель объекта или территории в различных форматах (3D-модель, облако точек, ортофотоплан, топоплан), доступная для анализа и обмена.

Шаг 3. Анализ таксационных показателей.

На основе полученной цифровой модели специалисты проводят количественную и качественную оценку объекта. Что анализируется: объемы земляных работ; прогресс строительства; отклонения от проекта; состояние конструкций; логистика и ресурсы: отслеживается расположение и количество стройматериалов на площадке.

Инструменты: специализированные модули ПО для измерений (длины, площади, объема), сравнения моделей, генерации отчетов и визуализации отклонений.

Результат: точные цифры по объемам, проценту готовности, отклонениям; наглядные отчеты с картами отклонений и фотографиями дефектов.

Шаг 4. Управление и контроль с помощью программы или приложения.

Финальный этап — интеграция данных в систему управления строительством для принятия решений и координации работ [2].

Как это работает:

- Централизация данных: 3D-модель, отчеты и фотографии загружаются в единую платформу (веб-приложение или десктоп программу) для доступа всех участников проекта (заказчик, подрядчик, проектировщик, надзор).

- Визуализация и мониторинг: ответственные лица в реальном времени видят актуальное состояние площадки на 3D-модели или карте, отслеживают прогресс по датам (таймлапс).

- Постановка задач: на основе анализа дефектов или отклонений в приложении формируются и назначаются задачи исполнителям (например, «устранить просадку в секторе А»).

- Контроль исполнения: после выполнения работ проводится повторный облет дроном, данные обновляются в системе, подтверждается закрытие задачи.

- Документирование: автоматически формируются акты выполненных работ, исполнительные схемы, фотоотчеты с привязкой к координатам.

Результат: прозрачная система управления проектом, сокращение сроков принятия решений, минимизация ошибок и переделок, повышение общей эффективности строительства [3].

Недостатки новых технологий.

Несмотря на очевидные преимущества использования беспилотных летательных аппаратов (БПЛА) в строительстве, их применение имеет ограничения, связанные как с необходимостью соблюдения правил безопасности, так и с особенностями регулирования воздушного пространства.

В строительной отрасли России внедрение дронов (БПЛА) и 3D-сканирования сталкивается с рядом существенных ограничений: нормативно-правовые барьеры; технические ограничения; кадровые проблемы; экономические факторы; организационные сложности; безопасность и риски [3].

Библиографический список

1. Барков, А. С. Применение беспилотных летательных аппаратов в строительстве: внедрение новых технологий и нормативные изменения / А. С. Барков, А. С. Заболотников // Вестник НИЦ «Строительство». — 2025. — Т. 47. — № 4. — С. 144—156.

2. Бузало, Н. А. Применение беспилотных летательных аппаратов при обследовании зданий и сооружений / Н. А. Бузало, Д. Н. Кундрюцков, Р. Р. Пономарев // Строительство и архитектура. — 2022. — № 1. — С. 6—10.

3. Носков, И. В. Дрон-технологии в строительстве — современные решения и возможности / И. В. Носков, К. И. Носков, С. В. Тиненская, С. А. Ананьев // Вестник Евразийской науки. — 2020. — № 5.

УДК 691

Г. А. Стенин,
3 курс, направление подготовки «Строительство»
Научный руководитель — **Е. Ю. Микова,**
кандидат технических наук, доцент
(Сыктывкарский лесной институт)

СТРОИТЕЛЬСТВО ЗДАНИЙ 3D-ПРИНТЕРОМ В УСЛОВИЯХ СЕВЕРА

Особенности технологии в северных условиях.

Материалы. Используются бетоны с особыми характеристиками: морозостойкость, теплоизоляционные свойства, удобоукладываемость и вязкость. В качестве «чернил» могут применяться цемент, усиленный стекловолокном, ячеистый бетон со специальными добавками для быстрого схватывания. Для повышения энергоэффективности в смесь добавляют пластификаторы, диамитовые шарики (для шероховатости поверхностей), фиброволокно (для армирования бетона) [2].

Температурный режим. При строительстве в условиях сильных морозов могут потребоваться дополнительные меры, например, обогрев материалов и принтера (как в случае с проектом в Лабытнанги, где для работы в условиях -40 °C над стройкой возвели специальный шатер) [2].

Энергоэффективность. Высокая энергоэффективность материалов позволяет оптимизировать энергопотребление: здание может не требовать отопления в весенний и осенний периоды.

Особенности конструкции. Фундамент, перекрытия и крыша часто возводятся традиционным способом, а стены, мебель и элементы декора создаются с помощью 3D-принтера [2].

Преимущества технологии.

Скорость возведения. Строительство может быть ускорено в 1,5—4 раза по сравнению с традиционными методами. По некоторым оценкам, стоимость строительства может уменьшиться на 30 %.

Сокращение отходов. Строительная смесь экструдируется по слоям в нужном количестве, что минимизирует количество строительного мусора.

Гибкость проектирования. Технология позволяет создавать сложные формы и архитектурные решения [1].

Проблемы и ограничения.

Отсутствие нормативной базы. По состоянию на 2023 год для массового внедрения строительных 3D-принтеров требовалась разработка нормативной документации.

Слоистость конструкции. Несмотря на развитие технологии, полностью избавиться от слоистости пока невозможно.

Высокая стоимость оборудования. Строительные 3D-принтеры достаточно дороги, что делает технологию более экономичной при строительстве кварталов, а не отдельных домов [1].

Необходимость ручного труда. Некоторые работы (например, установка коммуникаций) могут требовать дополнительных ручных работ.

Примеры реализации в северных регионах.

Лабытнанги (Ямало-Ненецкий автономный округ). В 2023 году компания «Газпром нефть» совместно с компанией 3D4Art построила там первое в Заполярье здание с помощью 3D-печати. Это была зона отдыха для сотрудников производственной базы. Здание площадью 80 м² было возведено из пенобетона, с печатью стен, мебели и элементов декора. Благодаря энергоэффективности материалов здание не требовало отопления в весенний и осенний периоды [3].

Сферический коттедж WonderDom. Напечатан в 2024 году в экопарке «Ясно Поле» в Тульской области по проекту российского архитектора Тотана Кузембаева. Внутри здания — две спальни, просторная гостиная, два санузла и кухня. Отель рассчитан на восемь человек. При строительстве использовался микс бетона и арболита [3].

Библиографический список

1. Шестакова, Е. Б. 3D-печать : аддитивные технологии в строительстве : учебное пособие / Е. Б. Шестакова. — Москва : Ай Пи Ар Медиа, 2022. — 112 с.

2. Беляева, С. В. Инновационные строительные материалы и 3D-принтинг : учебное пособие / С. В. Беляева, В. А. Бабочкина, А. В. Чемодурова. — Санкт-Петербург : СПбПУ, 2023.

3. Мухаметрахимов, Р. Х. Аддитивная технология возведения зданий и сооружений с использованием строительного 3D-принтера / Р. Х. Мухаметрахимов, И. М. Вахитов // Известия КГАСУ. — 2017. — № 4 (42).

СЕКЦИЯ «ЦИФРОВАЯ ТРАНСФОРМАЦИЯ ЛЕСОПРОМЫШЛЕННОГО КОМПЛЕКСА: НОВЫЕ МАТЕРИАЛЫ И АДАПТИРОВАННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ПРОИЗВОДСТВЕ»

УДК 691.116

Р. М. Домашкин,
1 курс, направление подготовки
«Технология лесозаготовительных
и деревообрабатывающих производств»
Научный руководитель — **М. Н. Кочева,**
старший преподаватель
(Сыктывкарский лесной институт)

ГИБКАЯ ФАНЕРА В ДЕРЕВЯННОМ ДОМОСТРОЕНИИ: СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ПОРОД И АДАПТИРОВАННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Гибкая фанера является востребованным материалом в мебельной и судостроительной промышленности, а также в архитектурном дизайне благодаря способности принимать криволинейные формы без предварительного пропаривания (рис. 1). Однако ее производство традиционно опирается на жесткие регламенты (фиксированное давление, температура, время выдержки), которые не учитывают естественную вариабельность древесины: различия в плотности, влажности, ориентации годичных колец. Это приводит к двум проблемам: либо завышенным запасам прочности (и потерям материала), либо к микрорасслоениям при изгибе [1].



Рис. 1. Гибкая фанера

Цифровая трансформация предлагает принципиально иной подход — «адаптированные технологии». В отличие от автоматизации, которая просто исполняет предписанные операции, адаптация означает, что сенсорная сеть и алгоритмы машинного обучения непрерывно анализируют состояние заготовки и корректируют параметры обработки индивидуально для каждого листа.

Сегодня мы вступаем в новую эру — эру адаптированных технологий. Цифровая трансформация позволяет управлять не просто станком с ЧПУ, а физико-химическими свойствами самого материала в реальном времени.

Ключевое изменение происходит на этапе проектирования. Ведущие производители внедряют системы машинного зрения и цифровых двойников для анализа текстуры и влажности каждого листа шпона.

Специальный сканер строит 3D-модель заготовки, прогнозируя, как именно поведет себя фанера под давлением пресса.

Результаты показывают, что алгоритм автоматически корректирует направление нанесения клея или угол обрезки, адаптируя технологический процесс под конкретный лист древесины, а не под усредненный ГОСТ [2].

Традиционный горячий пресс — цифровая трансформация превращает его в управляемый биореактор (рис. 2).

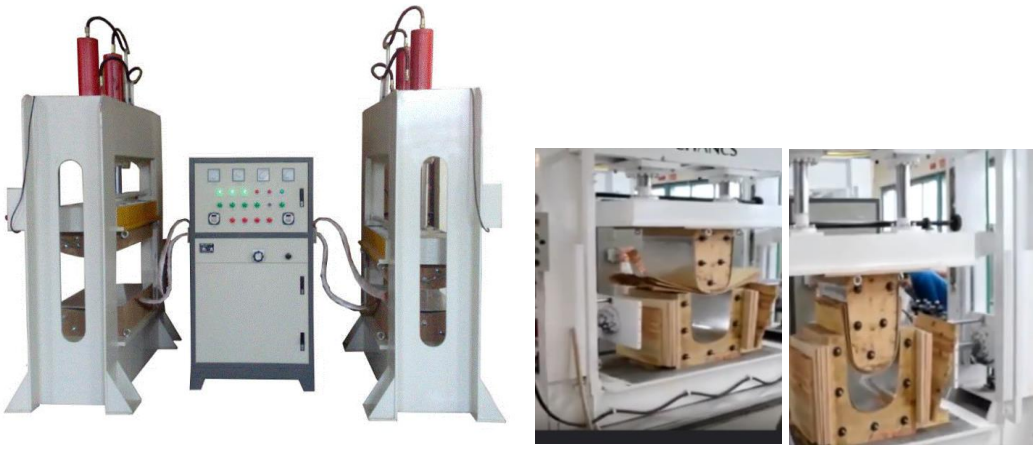


Рис. 2. Гидравлический пресс VP-20/10TH, VP-12/08TH
для производства гнутоклееных изделий

Современные гидравлические прессы оснащаются сетью датчиков (температура, давление, акустическая эмиссия). В режиме реального времени система отслеживает момент, когда фенолформальдегидный клей начинает полимеризоваться [3].

Технология адаптации показывает, что, если датчик слышит (по ультразвуку) начало микро-расслоения, контроллер за доли секунды снижает давление и увеличивает температуру на локальном участке.

В итоге коэффициент полезного использования материала достигает 98%, а радиус изгиба готового листа может быть в 5 раз меньше стандартного без потери прочности.

Мало сделать гибкий лист — нужно его раскроить. Новое поколение программного обеспечения использует адаптивные траектории резака.

Если обычный ЧПУ режет «по шаблону», то адаптивная система получает данные о внутренних напряжениях в листе (например, после влажностной обработки). Станок самостоятельно меняет скорость подачи и глубину фрезеровки в зависимости от того, идет ли нож по касательной к волокнам или поперек. Это исключает «вырывание» шпона на сложных криволинейных деталях.

Для архитектурных проектов (например, сложные фасады или элементы яхт) критична идентичность партий. Цифровая платформа присваивает каждому листу гибкой фанеры QR-код, в котором зашита вся «история»:

1. Породный состав древесины.
2. Режим сушки.
3. Карта распределения давления при склейке.

Это позволяет архитектору загрузить паспорт материала в модель здания и точно рассчитать деформации под нагрузкой через 10 лет эксплуатации.

Адаптированные технологии не превращают гибкую фанеру в пластик; они усиливают ее уникальное свойство — анизотропию. Цифровая трансформация здесь выступает не как замена человеческому труду, а как инструмент «тонкой настройки» сложного биоматериала [4].

Будущее за тем, что мы называем «умным деревом» — материалом, который сам «рассказывает» станку, как его гнуть, и корректирует цифровой алгоритм под свою природную изменчивость.

Библиографический список

1. Гибкая фанера : свойства и область применения // 4ne.ru. — URL: http://www.4ne.ru/stati/derevoobrabotka/gibkaya-fanera-svojstva-i-oblast-primene-niya.html (дата обращения: 20.04.2026).

2. Техническая документация : Цифровые технологии обработки древесины. — URL: [ссылка на azimutblag.ru] (дата обращения: 20.04.2026).

3. Коммерческая документация : Гидравлический пресс VP-20/10TH для производства гнутоклееных изделий / КАМИ. — URL: [ссылка на коммерческий сайт] (дата обращения: 20.04.2026).

4. Стаутмайстер, Т. Адаптивное управление участками гибких автоматизированных производств в деревообработке / Т. Стаутмайстер, С. П. Трофимова // Деревообработка : технологии, оборудование, менеджмент XXI века : труды VII Международного Евразийского симпозиума / под науч. ред. В. Г. Новоселова ; Министерство образования и науки Российской Федерации, Уральский государственный лесотехнический университет, Уральский лесной технопарк. — Екатеринбург, 2012. — С. 150—155.

УДК 674.8(470.13)

И. А. Коданев,
3 курс, направление подготовки
«Технология лесозаготовительных
и деревообрабатывающих производств»
Научный руководитель — **М. Н. Кочева,**
старший преподаватель
(Сыктывкарский лесной институт)

ОПТИМИЗАЦИЯ ПАРАМЕТРОВ ТЕРМООБРАБОТКИ ДРЕВЕСИНЫ С ЦЕЛЬЮ УЛУЧШЕНИЯ ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК НА ПРИМЕРЕ ПРЕДПРИЯТИЯ ООО «СЕВЛЕСПИЛ»

Древесина, будучи возобновляемым и экологичным материалом, обладает рядом недостатков, таких как гигроскопичность, подверженность биологическому поражению и недостаточная стабильность геометрических размеров. Традиционные методы защиты (антисептирование) не всегда экологичны и эффективны в долгосрочной перспективе.

Инвестирование и расширение бизнеса в области глубокой деревопереработки — дело не только высокоприбыльное, но и чрезвычайно актуальное, поскольку внутренний рынок явно нуждается в увеличении производства целого ряда продуктов, в частности: пиломатериалов специального назначения, товаров углубленной переработки древесины, мебели в различных ценовых диапазонах.

Альтернативой выступает термическая модификация — высокотемпературная обработка древесины (от 160 до 240 °С) в среде перегретого пара или инертного газа, позволяющая изменить свойства материала по всей толщине без применения химии [1].

ООО «СевЛесПил» является лидером лесопиления в регионе с годовой производительностью 250 000 м³ пиломатериалов и собственным сушильным комплексом. Компания ориентирована на экспорт в страны Европы, Азии и Северной Африки, где спрос на термодревесину стабильно высок.

Цель исследования — установление влияния термомодифицирования на прочность, а также правомерность расчета конструкций из таких материалов по нормативным и временным сопротивлениям при сжатии вдоль волокон для породы сосны в соответствии с требованиями ТКП 45-5.05-146-2009.

Термомодификация древесины представляет собой специальную технологию ее термической обработки (рис. 1). Древесина в специальной установке проходит сушку в течение 12 суток до влажности 4—6 %.

Затем установка под компьютерным управлением переходит в режим термомодификации древесины.



Рис. 1. Термокамера «КИТ13»

Древесина нагревается до 200 °С, в результате чего сгорают сахар и углеводы, разрушается лигнин. При этом происходит уплотнение древесины, умирают споры грибов, закупориваются клетки древесины.

Методом сканирующей электронной микроскопии были выявлены следующие изменения в структуре древесины, являющиеся результатом термомодифицирования:

- стенки ранних трахеид уменьшились в 2 раза;
- на тангенциальном срезе выявлено расплавление стенок окаймленных пор;
- около сердцевинного луча уменьшились мелкие окаймленные поры.

Сравнительный анализ структуры древесины сосны до и после термомодифицирования представлен на рисунках 2—7 [2].

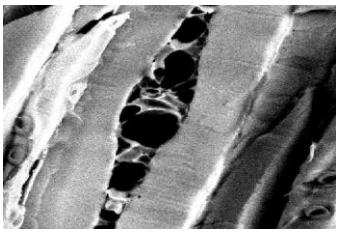


Рис. 2. Сердцевинный луч с горизонтальным смоляным ходом и окаймленные поры древесины сосны на тангенциальном разрезе

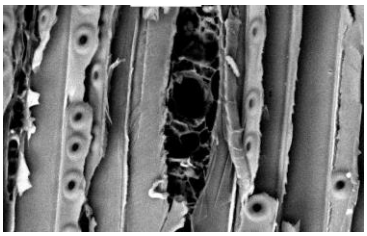


Рис. 3. Сердцевинный луч с горизонтальным смоляным ходом и окаймленные поры термомодифицированной древесины сосны на тангенциальном разрезе

Очевидно, что такие изменения в структуре термомодифицированной древесины в значительной степени повлияли на ее физико-механические свойства, влагостойкость и влагопоглощение.

Древесина является гигроскопичным материалом. Ее влагосодержание находится в пределах 10 % при температуре 20 °С и относительной влажности 65 % [3].

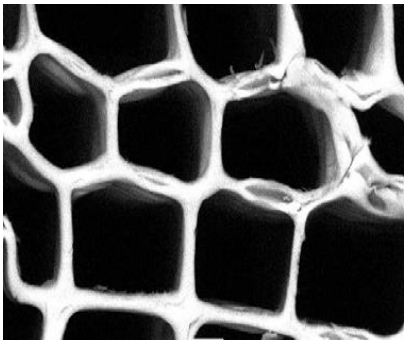


Рис. 4. Ранние трахеиды древесины сосны на поперечном разрезе

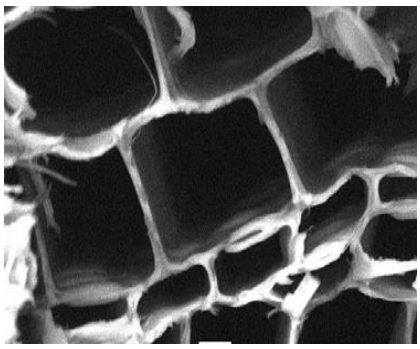


Рис. 5. Ранние трахеиды и клетки сердцевинного луча термомодифицированной древесины сосны на поперечном разрезе

Влажность термомодифицированной древесины в течение года может составить около 5 % при постоянных температуре и давлении, что можно объяснить уменьшением толщины клеточных стенок и изменением структуры окаймленных пор.

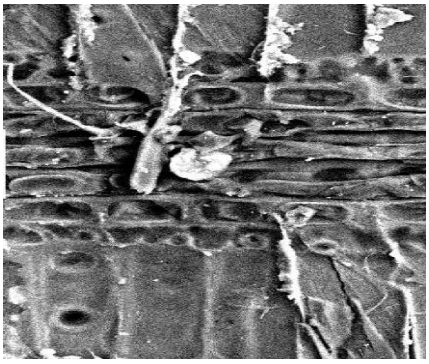


Рис. 7. Сердцевинный луч и мелкие окаймленные поры древесины сосны на радиальном разрезе

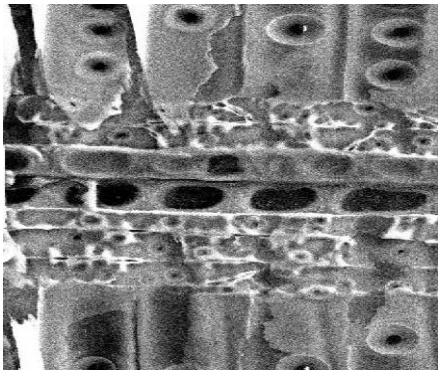


Рис. 7. Сердцевинный лучи мелкие окаймленные поры термомодифицированной древесины сосны на радиальном разрезе

Следует отметить, что экономичнее применять малоценные породы, так как их эксплуатационные свойства после модифицирования превосходят свойства дорогих пород.



Рис. 8. Термомодифицированная древесина из массива

Выводы.

В работе исследовано влияние процесса термомодификации на свойства древесины породы сосна.

С помощью электронного микроскопа показаны значительные изменения в структуре древесины. Стенки ранних трахеид уменьшились в 2 раза, на тангенциальном срезе выявлено расплавление стенок окаймленных пор, около сердцевинного луча уменьшились мелкие окаймленные поры. Данные структурные изменения вызвали изменение физико-механических свойств термомодифицированной древесины.

Анализ показал, что предел прочности древесины при сжатии вдоль волокон для образца породы сосна уменьшился на 20,3—32,3 %, но данные значения находятся в пределах нормативных ограничений. Установлено, что влажность и влагопоглощение термомодифицированной древесины находятся в пределах нормативных ограничений.

Образцы подвергались термической обработке при температуре 160–230 °С в течение 12—18 ч, а затем испытывались на сжатие в соответствии с требованиями ГОСТ 16483.10-73 [4].

Исследования показали, что предел прочности при сжатии вдоль волокон образцов термомодифицированной древесины сосны на 32,3 % ниже среднестатистических показателей необработанной древесины и имеет фактическое значение предела прочности 31,12 МПа. Однако данное значение находится в пределах нормативных ограничений для древесины сосны по ТКП 45-5.05-146-2009.

Данные исследования хорошо согласуются с исследованиями других авторов для других пород деревьев.

Также было определено влагопоглощение термомодифицированной древесины по ГОСТ 21523.6-77. Установлено, что фактическое водопоглощение термомодифицированной древесины сосны за 24 ч составило 1,7 %, что находится в пределах нормативных ограничений (2 %).

В ходе работы проведен анализ физико-механических свойств термомодифицированной древесины на примере сосны, ее преимуществ (биостойкость, стабильность, экологичность) и ограничений (хрупкость, чувствительность к УФ-излучению).

ООО «СевЛесПил» обладает всеми необходимыми ресурсами технологии термической модификации древесины: собственное качественное сырье (северная ель и сосна), высокоточное лесопильное оборудование, мощная энергетическая база на биотопливе и отлаженные каналы сбыта на экспортных рынках.

Оптимизация параметров обработки (дифференциация на «щадящий» и «жесткий» режимы) позволит выпускать продукцию с прогнозируемыми физико-механическими характеристиками, отвечающую требованиям как европейских, так и азиатских потребителей.

Библиографический список

1. ГОСТ 24329-80. Древесина модифицированная. Способы модифицирования. — Москва : Изд-во стандартов, 1980. — 7 с.

2. ГОСТ 16483.0-89. Древесина. Общие требования к физико-механическим испытаниям. — Москва : Изд-во стандартов, 1989. — 10 с.

3. Разумов, Е. Ю. Математическая модель процесса термомодифицирования древесины труднопропитываемых пород в жидкости / Е. Ю. Разумов, Е. А. Белякова, Р. Р. Сафин // Вестник Казанского государственного технологического университета. — 2011. — № 16. — С. 233—240.

4. ГОСТ 16483.20-72. Метод определения водопоглощения : дата введения 01.06.1984 // СПС «КонсультантПлюс» (дата обращения: 10.02.2026).

УДК 674.093.2

А. И. Михеев,
4 курс, направление подготовки
«Технология лесозаготовительных
и деревообрабатывающих производств»
Научный руководитель — **С. Г. Ганапольский,**
кандидат технических наук, доцент
(Сыктывкарский лесной институт)

ОЦЕНКА ЛЕСОПИЛЬНЫХ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПОТОКОВ ПО РЯДУ КРИТЕРИЕВ

На современном этапе развития промышленности России, в частности Кировской области, необходимо увеличение удельного веса деревообработки. Данное требование может быть реализовано применением передовых машин и технологий в деревообрабатывающей промышленности. Кроме того, оно обеспечивается внушительными запасами сырья (общий запас деловой древесины по Кировской области составляет 1210,6 млн м^3).

Одной из важных характеристик, влияющих на развитие лесопромышленного комплекса, является оптимальная структура технологических схем лесопильных потоков, применяемых на предприятиях различных мощностей и назначения.

Определяющим фактором при выборе технологического оборудования, способного обеспечить конкурентноспособность изготавливаемой продукции, является экономическая эффективность процесса обработки. При этом важное значение играет ряд показателей, которые следует учитывать при проектировании технологических линий в реальных условиях производства.

С целью оптимизации структурно-технологических схем проведен сравнительный анализ линий получения обрезных пиломатериалов на базе различных дереворежущих станков. Лесопильные линии были разделены по типу головного оборудования (таблица 1). Линии оценивались по наиболее важным техническим характеристикам (критериям): производительность, качество получаемых пиломатериалов (средняя шероховатость), занимаемая площадь, необходимость установки дополнительного оборудования (окорочные станки, сортировка). Полученные данные сведены в таблицу 2.

Таблица 1. Классификация лесопильных линий по типу головного оборудования

Тип головного оборудования	№ линии	Оборудование, входящее в линию
Фрезерно-брусующие	1	Linck VP22 (2 шт), Linck VP (2 шт), Linck DV, Linck MK, Торцовочный станок
	2	Термит 150 ФП, Термит 150 МП, Термит 150 ГО, Торцовочный станок

	3	АРКОС – 658С, АРКОС – 655С, Торцовочный станок
Круглопильное	4	Бурсус 360, Фаворит – 200, ДКО – 55, Торцовочный станок
	5	БАРС, Торцовочный станок
	6	UH 500, Торцовочный станок
Ленточнопильное	7	Гравитон МЛК, Гравитон СПГ, Гравитон СКО, Торцовочный станок
	8	ТехАрсенал TA4DUNH, HGD2M – 250, HYMY – 400, HY2G – 120, Торцовочный станок
Лесопильные рамы	9	Рама 2Р75 – 1, Рама 2Р75 – 2, Ц2Д – 5А, Торцовочный станок

Таблица 2. Технические характеристики оборудования

№ линии	Производительность "Q", $м^3$/2 смены	Качество получаемого пиломатериала (средняя шероховатость) "$R_{m\,max}$", мкм	Занимаемая площадь "S", $м^2$	Необходимость установки	
				сортировочной линии "СЛ"	окорочного станка "ОС"
1	430,0	700	1728	Да	Да
2	68,2	600	540	Да	Нет
3	57,0	700	432	Да	Нет
4	261,2	500	1080	Да	Да
5	31,4	500	360	Нет	Нет
6	24,2	500	360	Нет	Нет
7	131,9	750	576	Да	Да
8	91,4	600	1080	Нет	Да
9	69,4	650	1440	Да	Да

По результатам технологических расчетов и экспертных оценок были получены рабочие и комплексные значения оценочных критериев. Данные для сравнения структурно-технологических схем приведены в таблице 3.

Экспертные оценки проводились специалистами, обладающими необходимым уровнем знаний в данной отрасли и знанием методик проведения экспертизы.

Эксперты оценивали единичные показатели в баллах в виде парных сравнений предпочтительности объектов оценки.

Для численной оценки критериев рассматривались пиловочные бревна длиной 6 м, вершинным диаметром 20 см (порода — сосна, влажность — 60 %).

Весовые критерии определялись в зависимости от их приоритета. Комплексные оценки, по численному значению которых производился сравнительный анализ структурно-технологических схем были получены последовательным перемножением относительных показателей и весовых критериев.

Также, для сравнительного анализа, построен лепестковый график (см. рис.), на радиальных осях которого откладывались относительные показатели критериев оценки. Каждая из радиальных осей, по мере удаления от центра графика показывает степень совершенства структурно-технологической схемы по определенному критерию.

Таблица 3. Значения критериев оценки

Критерии оценки	Размерность	Вес критерия	Дифференциальная оценка																	
			абсолютные показатели									относительные показатели								
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	эталон	1	2	3	4	5	6	7	8	9	эталон
Q	$м^3$/2 смены	0,3	430,00	68,20	57,00	261,20	31,40	24,20	131,90	91,40	69,40	430,00	1,00	0,16	0,13	0,61	0,07	0,06	0,31	0,21	0,16	1,00
$R_{m\,max}$	мкм	0,3	700,00	600,00	700,00	500,00	500,00	500,00	750,00	600,00	650,00	500,00	0,71	0,83	0,71	1,00	1,00	1,00	0,67	0,83	0,77	1,00
S	$м^2$	0,2	1728,0	540,00	432,00	1080,0	360,00	360,00	576,00	1080,0	1440,0	360,00	0,21	0,67	0,83	0,33	1,00	1,00	0,63	0,33	0,25	1,00
ОС	балл	0,1	1,00	5,00	5,00	1,00	5,00	5,00	1,00	1,00	1,00	5,00	0,20	1,00	1,00	0,20	1,00	1,00	0,20	0,20	0,20	1,00
СЛ	балл	0,1	1,00	1,00	1,00	1,00	5,00	5,00	1,00	5,00	1,00	5,00	0,20	0,20	0,20	0,20	1,00	1,00	0,20	1,00	0,20	1,00
Компл. знач.		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,60	0,55	0,54	0,59	0,72	0,72	0,46	0,50	0,37	0,60

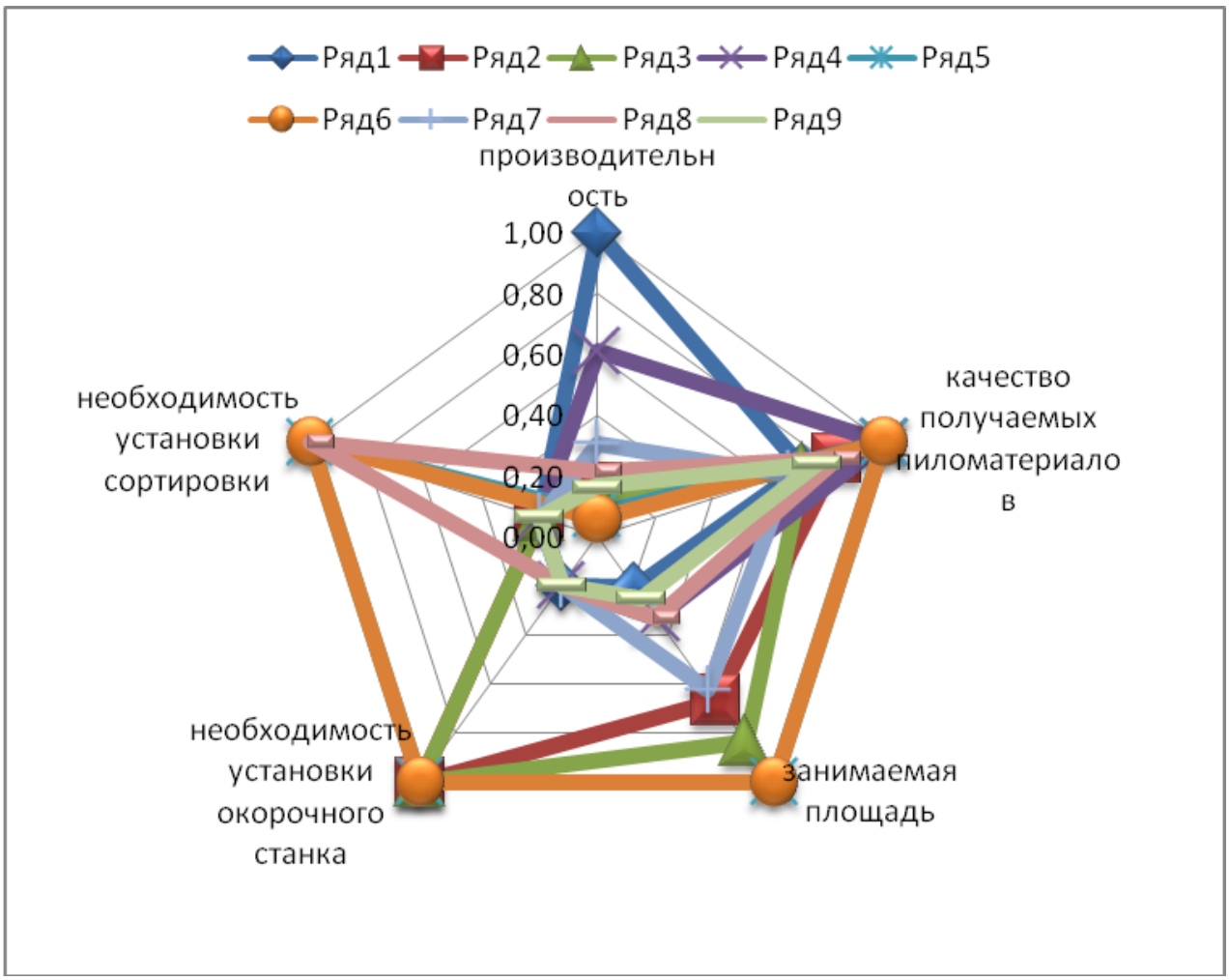


Рис. Диаграмма дифференциальной оценки лесопильных линий

Данные, полученные в таблице 3, и результаты построения диаграммы, позволяют повысить эффективность проектирования структурно-технологических схем лесопильных потоков по наиболее важным критериям для условий конкретного деревообрабатывающего производства.

Библиографический список

1. Чубинский, А. Н. Методология проектирования технологических процессов лесопиления : учебное пособие для студентов / А. Н. Чубинский, А. А. Тамби, А. И. Шейнов. — Санкт-Петербург, 2012.

2. Белозеров, И. Л. Технологический расчет лесопильных потоков : учебное пособие / И. Л. Белозеров и др. — Владивосток : Изд-во ДВГТУ, 2009.

3. Гоберман, В. А. Технология научных исследований — методы, модели, оценки : учебное пособие / В. А. Гоберман, Л. А. Гоберман. — 2-е изд., стер. — Москва : МГУЛ, 2002. — 390 с.

УДК 694

И. С. Плесовский, Г. М. Прозоров,
2 курс, направление подготовки
«Технология лесозаготовительных
и деревообрабатывающих производств»
А. И. Рочев,
3 курс, направление подготовки
«Технология лесозаготовительных
и деревообрабатывающих производств»
Научный руководитель — **М. Н. Кочева,**
старший преподаватель
(Сыктывкарский лесной институт)

КАРКАСНЫЕ МОДУЛИ: ТЕХНОЛОГИЯ ДЕРЕВЯННОГО ДОМОСТРОЕНИЯ

Долгое время в сознании отечественного обывателя словосочетание «каркасный дом» было неразрывно связано с дачной постройкой, утепленной минеральной ватой и затянутой дешевым сайдингом. Однако за последние пять лет рынок деревянного домостроения совершил тектонический сдвиг.

Технология каркасных модулей перестала быть уделом бюджетного сегмента и превратилась в триумф инженерии, архитектурной эстетики и энергоэффективности.

Сегодня мы говорим не просто о каркасе, а о модульных префабрикатах — домах, рожденных в цехах заводской точности, а не на строительной площадке под дождем и снегом.

Классический каркасный дом всегда был синонимом «человеческого фактора». Нарушение геометрии, неправильная перевязка узлов, «мостики холода» в местах примыканий — эти проблемы преследовали технологию из-за низкой квалификации бригад [1].

Модульная технология меняет философию процесса. Дом разбивается на несколько объемных блоков (модулей), которые изготавливаются в заводских условиях (рис. 1).

Раскрой пиломатериалов (обычно камерной сушки) и листовых материалов (OSB-3, фанера) производится на станках с ЧПУ. Погрешность измеряется в десятых долях миллиметра.

В отличие от стройплощадки, в цеху (рис. 2) можно контролировать влажность древесины, температуру склеивания и герметизацию швов на каждом этапе [2].

Модуль приезжает на участок с уже смонтированными инженерными системами (встроенная разводка электрики, вентиляции, водоснабжения), чистовой отделкой стен и потолков, а зачастую и с установленными окнами.



Рис. 1. Типичная схема модульного дома из 4 модулей

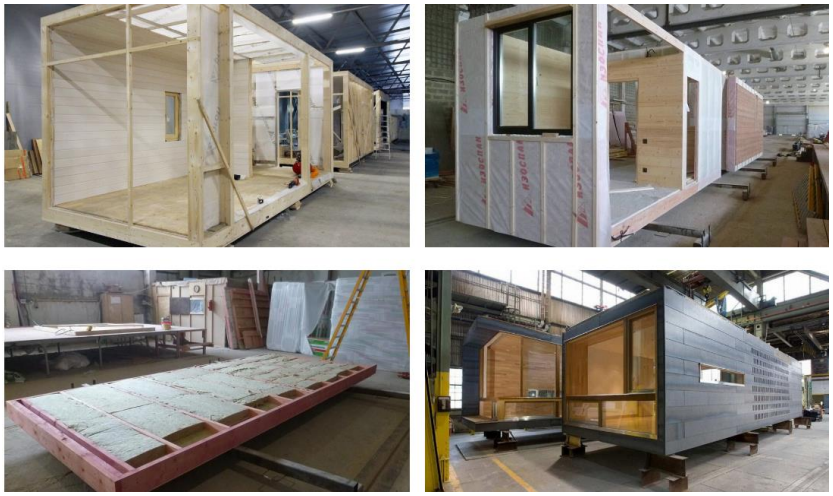


Рис. 2. Цех по производству модульных домокомплектов

Главный страх покупателя каркасного дома — это «термос», который не дышит и гниет. Современная модульная технология решает это за счет грамотного паро- и ветрозащитного контура [3].

В профессиональных модульных домах используется принцип двойного каркаса или сбалансированного пирога:

1. Силовой каркас: выполняется из строганной доски камерной сушки (обычно сечением 44×195 мм или 44×145 мм), что исключает усадку и «поведение» древесины внутри стен.

2. Ветрозащита: внешняя обшивка плитами ОСБ с обязательным вентзазором между плитой и фасадной отделкой.

3. Утепление: использование двух слоев утеплителя (часто это эковата или плотная каменная вата) со смещением швов, что полностью перекрывает

«мостики холода». Нормативный показатель теплосопротивления (R) для таких стен достигает 4—6 м² °С/Вт, что соответствует нормам пассивного дома [4].

4. Пароизоляция: герметичный внутренний контур (мембрана), проклеенный в нахлестах специальными бутилкаучуковыми лентами, которые гарантируют защиту утеплителя от намокания со стороны помещения.

Для того чтобы увидеть разницу, достаточно сравнить два объекта: дом, построенный «классическим» фахверковым методом на участке, и модульный дом заводского изготовления (см. таблицу).

Таблица. Сравнительная характеристика

№ п/п	Характеристика	Традиционный каркас (стройплощадка)	Каркасные модули (завод)
1.	Сроки монтажа	3—12 месяцев (зависит от погоды)	1—3 дня (монтаж краном)
2.	Сезонность	Зависимость от осадков и температуры	Производство круглый год
3.	Качество	Зависит от квалификации бригады	Стабильно высокое (ISO контроль)
4.	Усадка	До 3—5% (при использовании сырой древесины)	Отсутствует (камерная сушка)
5.	Смета	Риск удорожания из-за пересорта материалов	Фиксированная (цена дома известна на старте)

Существует стереотип, что модульный дом — это обязательно квадратная коробка с односкатной крышей. Современные заводы домостроения разрушают этот миф [5].

Технология позволяет комбинировать модули:

- использование консольных выносов перекрытий;
- модули могут иметь разную высоту, что позволяет реализовать сложные двускатные, вальмовые или многоуровневые крыши;
- заводская точность изготовления проемов позволяет использовать тяжелые алюминиевые или алюмодеревянные системы остекления без риска перекоса проема.

Современный каркасный модуль — это один из самых экономичных домов в эксплуатации:

- стена площадью 150—200 м² прогревается от нуля до комфортной температуры системой отопления за 2—3 часа. Это идеальный вариант для сезонного проживания (режим «дача — выходного дня») и для круглогодичного использования;
- при условии использования обработанных антисептиками материалов и качественных мембран срок службы каркасного модуля составляет 75—100 лет [6].

Ключевой момент — организация правильного вентилируемого фасада, который защищает несущую конструкцию от внешней влаги.

Покупая модульный дом, важно отличать настоящий заводской продукт от кустарного производства под названием «бытовка» [7].

1. Требуйте подтверждения использования камерной сушки. Естественная влажность в закрытой конструкции модуля приведет к появлению грибка и расшатыванию узлов в первые 2—3 года.

2. Модуль — это негабаритный груз. В договоре должны быть прописаны условия подъездных путей к участку и возможность работы автокрана.

3. Самый уязвимый элемент. Профессиональные производители используют систему «лабиринтного» стыка с двойным уплотнителем и дополнительным утеплением, чтобы шов между блоками не промерзал [8].

Выводы.

Каркасные модули сегодня — это не просто быстровозводимое жилье. Это вершина индустриального домостроения, где дерево выступает не как «экзотический» материал, а как высокотехнологичный конструктор, прошедший камерную сушку, инженерный расчет и заводскую сборку [9].

Для современного застройщика выбор модульной технологии — это выбор предсказуемости: предсказуемой цены, сроков и энергоэффективности. Это архитектура, которая перестала бояться российского климата и нашла идеальный баланс между «зеленым» трендом на натуральность и требованиями к скорости строительства.

Библиографический список

1. СП 31-105-2002. Проектирование и строительство энергоэффективных односемейных жилых домов с деревянным каркасом / Госстрой России. — Москва : ФГУП ЦПП, 2003. — 112 с.

2. Краузе, Д. Н. Модульное домостроение : от индустриализации к индивидуализации / Д. Н. Краузе // Строительные материалы, оборудование, технологии XXI века. — 2023. — № 4. — С. 28—32.

3. Рыженко, В. И. Каркасное домостроение : конструктивные схемы и узлы / В. И. Рыженко. —Москва : Оникс, 2021. — 256 с.

4. ГОСТ Р 57331-2016. Здания и сооружения деревянные каркасные. Правила проектирования и строительства / Стандартинформ. — Москва, 2016. — 84 с.

5. Калинкин, А. А. Архитектура префабрикации : современные тенденции в деревянном домостроении / А. А. Калинкин // Архитектура и строительство России. — 2024. — № 2. — С. 44—49.

6. Лукаш, А. А. Долговечность каркасных зданий : анализ эксплуатационных характеристик / А. А. Лукаш // Жилищное строительство. — 2022. — № 7. — С. 18—23.

7. Орлов, В. П. Оценка качества заводских каркасных модулей и критерии выбора производителя / В. П. Орлов // Строительная экспертиза. — 2023. — № 5. — С. 12—19.

8. Панасенко, И. М. Теплотехническая безопасность узлов стыковки модульных зданий / И. М. Панасенко // Инженерные системы. — 2023. — № 11. — С. 34—39.

9. Кнабе, Г. Ф. Технология деревянного домостроения : учебник для вузов / Г. Ф. Кнабе. — 3-е изд., перераб. — Москва : Издательство АСВ, 2023. — 408 с.

КРУГЛЫЙ СТОЛ «ЭЛЕМЕНТЫ ДИНАМИЧЕСКОГО ПРОГРАММИРОВАНИЯ И МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ»

УДК 004.85:519.853

Р. В. Ломов,
2 курс, направление подготовки «Информационные системы и технологии»
Научный руководитель — **А. А. Самородницкий,**
кандидат физико-математических наук, доцент
(Сыктывкарский лесной институт)

О ПРИМЕНЕНИИ ДИНАМИЧЕСКОГО ПРОГРАММИРОВАНИЯ В ГЕНЕРАТИВНО-СОСТЯЗАТЕЛЬНЫХ НЕЙРОСЕТЯХ

В работе рассматриваются методы интеграции алгоритмов динамического программирования в процессы обучения генеративно-состязательных сетей (GAN). Основное внимание уделяется ключевым проблемам классических GAN, таким как нестабильность градиентов при генерации дискретных последовательностей и высокая вычислительная сложность при поиске оптимальных траекторий в скрытом пространстве. Анализируются применение уравнений Беллмана в рамках обучения с подкреплением для дискретных GAN и использование алгоритма Витерби. Обосновывается вывод о том, что использование методов динамического программирования в GAN позволяет существенно повысить качество генерации текстов, молекулярных графов и временных рядов.

Постановка задачи. Генеративно-состязательные сети, предложенные Я. Гудфеллоу в 2014 году (см. [1]), совершили прорыв в области генеративного машинного обучения, особенно при работе с данными, имеющими структуру непрерывности (например, изображениями). Однако применение GAN к дискретным структурам (таким как текст, генетический код, молекулярные графы, временные ряды данных и другие) сталкивается с существенным препятствием: операция взятия дискретного токена не дифференцируема. Для преодоления этого барьера исследователи обратились к методам обучения с подкреплением (RL) и динамического программирования (DP). Динамическое программирование, основанное на принципе оптимальности Беллмана [2], предоставляет математический фундамент для эффективной декомпозиции сложных задач генерации в последовательность взаимосвязанных шагов, оптимизирующих выигрыш генератора. Цель работы — проследить новейшие достижения в этой области и определить наличие вопросов, ответы на которые пока не известны.

Напомним, что архитектура генеративно-состязательных сетей содержит две отдельные нейросети, каждая из которых имеет свою структуру, свои параметры и обучается своей задаче. Обучение происходит одновременно. Первый ход делает сеть «Генератор» (как правило, это так называемая развертка). На

входе она получает n-мерный вектор, координаты которого предполагаются случайными числами (например, из набора $\{-1, 0, 1\}$; если обучение состоит в распознании картинки, то эти числа символизируют 3 цвета, в которые «окрашиваются» пиксели). С помощью операции «транспонированная свертка» Генератор преобразует исходный вектор в маленькую матрицу (например, 2×2 или 3×3), затем маленькую матрицу с помощью ядра, содержащего изменяемые при обучении параметры, пошагово увеличивает до матрицы необходимого числа пикселей, то есть генерирует «картинку», которую передает во вторую сеть — «Дискриминатору». Дискриминатор на входе получает картинку (в общем случае это может быть другая информация: текст, звук и так далее) от Генератора. В памяти Дискриминатора есть определенный набор рассматриваемых объектов (картинок) с известными ответами (картинка оригинальная или подделка — да или нет). Дискриминатор работает как классификатор: с помощью маленького «окна» в виде матрицы постепенно свертывает большую матрицу во все более меньшую, используя свои параметры (которые тоже меняются в зависимости от «успехов» в обучении) и учитывая характерные признаки картинки, пока всю входную информацию не превратит в число из отрезка $[0;\ 1]$ (вероятность), по которому он отвечает Генератору «да» или «нет». В зависимости от правильности ответа Генератор и Дискриминатор меняют по установленному алгоритму свои параметры. Такое обучение повторяется очень много раз. В идеальном результате обучения Дискриминатор начнет «распознавать» картинки Генератора с вероятностью 0,5.

Динамическое программирование, марковские процессы и подкрепленное обучение в дискретных генеративно-состязательных нейросетях. Наиболее ярким примером применения методов динамического программирования DP в GAN является архитектура дискретных генеративно-состязательных нейросетей SeqGAN (см. [3]). SeqGAN — это архитектура, которая впервые успешно применила генеративно-состязательные сети для изменения параметров сетей при дискретных данных (например, текста, нот или дискретных временных рядов). Обычная GAN не работает с текстом. Она работает с непрерывными данными, например, изображениями. В GAN Генератор создает данные, а Дискриминатор их оценивает. Чтобы при обучении Генератора и Дискриминатора использовать методы градиентного спуска, соответствующие функции Генератора и Дискриминатора должны быть дифференцируемыми по всем настраиваемым параметрам. Но выбор слова из словаря — это дискретный шаг. Функции превращаются в ступенчатые (кусочно-постоянные). Производную здесь не применить. Далее, Дискриминатор может оценить только полностью сгенерированный текст. Он не может подсказать Генератору в процессе создания строки, какое именно слово испортило весь смысл.

Помогает архитектура SeqGAN. Она объединяет в себе Генератор, Дискриминатор и среду обучения с подкреплением. Здесь Генератор является, как правило, рекуррентной нейросетью (архитектурные блоки LSTM или GRU) и рассматривается как агент в среде обучения с подкреплением RL. Он пошагово предсказывает вероятность следующего слова на основе уже сгенерированных.

Дискриминатор является сверточной нейросетью (CNN), переобученной на классификацию текстов. Он принимает на вход целую последовательность и возвращает одно число — вероятность того, что этот текст настоящий (из обучающей выборки), а не фейк. Дискриминатор возвращает оценку для полного текста. Она и является «наградой» для Генератора. Задача Генератора — максимизировать эту награду. Чтобы Генератор понимал ценность каждого отдельного слова в процессе генерации, применяется алгоритм поиска по дереву Монте Карло (MCTS), этот алгоритм является стохастическим аналогом динамического программирования: допустим, что Генератор уже написал t слов $x_1, x_2, \dots, x_{t-1}, x_t$, необходимо оценить слово x_t; алгоритм MCTS берет фразу $x_1, x_2, \dots, x_{t-1}, x_t$ и дописывает ее до конца «случайным» образом (m различными способами); все эти m полных вариантов передаются Дискриминатору на оценку; вычисляется средняя оценка, которая и становится наградой за слово x_t.

Пошаговый алгоритм работы SeqGAN выглядит так: 1) предобучение (Генератор обучается на реальном тексте методом максимального правдоподобия, он учится просто копировать человеческий язык; Дискриминатор обучается отличать тексты из реальной выборки от первых «случайных» текстов Генератора); 2) состязательное обучение зациклено до сходимости модели (*генерация:* Генератор создает последовательность токенов от начала до конца; *расчет наград:* для каждого токена в этой последовательности запускается MCTS, и Дискриминатор выставляет промежуточные оценки-награды; *обновление Генератора:* Генератор меняет свои веса с помощью градиентных алгоритмов; если слово привело к высокой награде, вероятность его выбора в будущем увеличивается; *обновление Дискриминатора:* Генератор создает новую порцию фейков; Дискриминатор снова дообучается на множестве реальных текстов и новых фейков, становясь строже).

Алгоритм Витерби и выравнивание латентных пространств. Алгоритм Витерби (см. [4]) и скрытые марковские модели (HMM) — это фундаментальные инструменты последовательного анализа данных. Скрытая Марковская Модель — это статистическая модель, в которой система предположительно является Марковским процессом с ненаблюдаемыми (скрытыми) состояниями. В HMM существует строгое разделение на два пространства: латентное пространство (скрытых состояний, которые нельзя измерить напрямую) и пространство наблюдений (видимых исходов, которые фиксируются). Динамика перехода между состояниями подчиняется марковскому свойству (при известном настоящем будущее не зависит от прошлого), а каждое наблюдение генерируется скрытым состоянием с определенной вероятностью.

Алгоритм Витерби — это алгоритм динамического программирования. Он находит наиболее вероятную последовательность скрытых состояний (называемую путем Витерби), которая привела к наблюдаемой последовательности данных. Другим важным аспектом применения DP в GAN является задача оптимального выравнивания последовательностей в скрытом (латентном) пространстве. При генерации речи или временных рядов (например, TimeGAN [5])

критически важно, чтобы временные шаги сгенерированной последовательности соответствовали реальным распределениям. Применение алгоритма Витерби в слоях Дискриминатора позволяет находить наиболее вероятную последовательность скрытых состояний скрытой марковской модели (HMM), интегрированной в GAN (см. [6]).

В дополнение отметим, что процесс диффузии (поэтапного создания данных из шума) математически формулируется как решение линейного марковского процесса принятия решений (MDP) в работе [7]. Исследование на стыке LLM и состязательных атак проведено в работе [8]. В ней объединены генеративные возможности моделей семейства GPT и архитектура GAN для создания качественного состязательного текста. Такие тексты используются для проверки на прочность систем кибербезопасности и детекторов ИИ-контента.

Таким образом, процитированные алгоритмы объединяют технологии (GAN с динамическим программированием, диффузию с подкрепленным обучением RL и с MDP). Работы 2023—2025 годов имеют очевидную эволюцию от явного усиления математической составляющей (уравнения Беллмана, линейных марковских процессов принятия решений) до интеграции трансформеров. В них много нерешенных еще задач различных объемов и сложности, как для ученых, так и для студентов.

Библиографический список

1. Goodfellow, I. Generative Adversarial Nets / I. Goodfellow, J. Pouget-Abadie, M. Mirza, B. Xu, D. Warde-Farley, S. Ozair, A. Courville, Y. Bengio // Advances in Neural Information Processing Systems. — 2014. — Vol. 27. — P. 2672—2680.

2. Беллман, Р. Динамическое программирование / Р. Беллман. — Москва : Иностранная литература, 1960. – 400 с.

3. Yu, L. SeqGAN : Sequence Generative Adversarial Nets with Policy Gradient / L. Yu, W. Zhang, J. Wang, Y. Yu // Proceedings of the AAAI Conference on Artificial Intelligence. — 2017. — Vol. 31. — No. 1. — P. 2852—2858.

4. Viterbi, A. Error bounds for convolutional codes and an asymptotically optimum decoding algorithm / A. Viterbi // IEEE Transactions on Information Theory. — 1967. — Vol. 13. — No. 2. — P. 260—269. — DOI : 10.1109/TIT.1967.1054010.

5. Yoon, J., Time-series Generative Adversarial Networks / J. Yoon, D. Jarrett, M. van der Schaar // Advances in Neural Information Processing Systems. — 2019. — Vol. 32. — P. 5508—5518.

6. Su, J., Alignment-guided Generative Adversarial Networks for Sequence Generation using Dynamic Programming / J. Su, C. Chen // IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence. — 2023. — Vol. 45. — No. 6. — P. 7112—7125.

7. Wang, Y., High-Fidelity Gen Group. Bellman Diffusion: Generative Modeling as Learning a Linear MDP / Y. Wang, M. Zhang // arXiv preprint arXiv:2410.08412. — 2024. — 22 p.

8. Al-Makhadmeh, Z., Utilizing the GPT language model and GAN to enhance adversarial text generation / Z. Al-Makhadmeh, A. Tolba // Neurocomputing. — 2025. — Vol. 614. — Art. 128910.

УДК 004.032.26:004.85

Г. А. Лялькин,
2 курс, направление подготовки «Информационные системы и технологии»
Научный руководитель — **А. А. Самородницкий,**
кандидат физико-математических наук, доцент
(Сыктывкарский лесной институт)

ГЕОМЕТРИЧЕСКОЕ ГЛУБОКОЕ ОБУЧЕНИЕ: ОБ ОСНОВНЫХ АРХИТЕКТУРНЫХ ПРИНЦИПАХ, ВЫЗОВАХ И ПЕРСПЕКТИВАХ РАЗВИТИЯ ГРАФОВЫХ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ

1. Постановка задачи. Глубокое обучение — это раздел машинного обучения, основанный на использовании многослойных искусственных нейронных сетей. Его суть заключается в способности системы самостоятельно извлекать признаки объектов из входного слоя данных, пропуская их через множество скрытых слоев на слой выходных данных (здесь и далее см. [1]).

К традиционным моделям, заложившим фундамент глубокого обучения, относятся: 1) *многослойный перцептрон* — полносвязная нейронная сеть, в которой каждый нейрон текущего слоя соединен со всеми нейронами следующего слоя; справляется с табличными данными, простыми задачами классификации и регрессии; 2) *сверточные нейронные сети* (революция в компьютерном зрении) используют ядра свертки или, иначе, трафареты в виде малых «окон», которые скользят по изображениям и перемножают сформированные сетью веса со значениями пикселей; в конце концов сеть начинает распознавать паттерны: края, линии, текстуру, углы, круги и так далее в сторону усложнения (см. [2]); 3) *рекуррентные нейронные сети* имеют петли обратной связи — результат обработки предыдущего шага передается на вход для «помощи» в обработке следующего; используется при генерации текста, перевода, звука, для различных прогнозов.

Традиционное машинное обучение долгое время доминировало в областях, где данные имеют регулярную структуру, например, в виде многомерных матриц. Сверточные нейронные сети идеально справляются с изображениями (сетками пикселей), а рекуррентные сети и трансформеры — с последовательностями текста. Другими словами, традиционные нейросети работают с так называемыми евклидовыми данными. Однако реальный мир редко укладывается в жесткие рамки таблиц или строк. Значительная часть фундаментальных данных — от молекулярных связей, социальных и производственных взаимодействий до финансовых транзакций и транспортных потоков — имеет сетевую, нелинейную структуру.

Термин «неевклидовы структуры» в связи с нейросетями относят обычно к геометрическому глубинному обучению. Данные представляют собой графы — множества из вершин-узлов и ребер-связей (гладких линий, не обязательно

прямолинейных), или 3D-меши в компьютерной графике*, состоящие из вершин-узлов (точек в трехмерном пространстве), ребер-связей (гладких линий, соединяющих некоторые вершины) и граней — замкнутых гладких поверхностей, образованных ребрами (в простых случаях — это плоские треугольники или четырехугольники, но могут быть и кривые поверхности, например, эллипсоид или тор). Почему такие структуры являются «неевклидовыми»? У каждой вершины может быть свое, разное количество смежных вершин (соседей). «Расстояние» между вершинами может определяться не по прямой, а по поверхности, которой эти вершины принадлежат (по геодезическим линиям). Графовые нейронные сети реализуют принцип геометрического глубокого обучения, позволяя обучаться на структурах, где количество соседей узла переменно, а топология нелинейна. Одно из первых практических предложений по обработке направленных ациклических графов с помощью нейросетей дано в работе [3]. Там же появилась идея агрегации информации от соседних узлов.

В настоящей работе рассматриваются основы механизма передачи сообщений и архитектуры графовых нейросетей как основных инструментов в методах геометрического глубокого обучения.

2. Графовые нейросети. Основная задача, проблемная для традиционных моделей нейросетей, заключалась в том, в каком виде подать нерегулярную структуру на вход нейросети. Одним из решений стали графовые нейросети (GNN) и их ключевой принцип — MP (передача сообщений). Механизм передачи сообщений состоит из 3 этапов: 1) *сбор сообщений* — для каждого узла и для каждого его соседа вычисляется «сообщение», которое может быть просто вектором признаков соседа или некоторой функцией, зависящей от вектора признаков соседа или свойств связи узла с соседом; 2) *агрегация* — сообщения, полученные для узла от всех его соседей объединяются в один вектор с использованием симметричных относительно соседей функций (например, сумма, среднее, максимум; среди соседей не устанавливается порядковой идентификации); 3) *обновление* — полученные два вектора (признаков самого узла и агрегированных сообщений соседей) объединяются в один с помощью матрицы обучаемых весов и функции активации (например, положительной срезки).

Механизм меняет за один шаг (из 3 этапов) исходные данные каждого узла на обобщенные данные этого узла и соседей первого внутреннего слоя. На следующем шаге можно заменить полученные данные каждого узла на обобщенные данные этого узла и соседей из первого и второго внутренних слоев, и так далее, переходя к более дальним соседям. В результате можно получить матрицу, строками которой будут соответствующие узлам графа обобщенные векторы, содержащие информацию о каждом самом узле и о всех связях с другими узлами графа.

В работе [4] анализируется точность различных структур графовых нейросетей для задачи классификации вершин графа и, в частности, приводится

---

* См. учебное пособие: Меженин, А. В. Технологии разработки 3D-моделей / А. В. Меженин. – Санкт-Петербург : Университет ИТМО, 2018. – 100 с.

с библиографическими ссылками классификация графовых нейронных сетей. Выделяются следующие категории GNN:

1) *рекуррентные графовые нейросети* — исторически первое направление в области GNN; узлы сети обмениваются сообщениями с соседями до тех пор, пока информация не перестает существенно меняться;

2) *графовые сверточные нейросети* — это архитектуры, которые адаптируют классическую операцию свертки (применяемую в обработке изображений) для данных со сложной, нерегулярной структурой связей — графов; применяются для классификации узлов, предсказания связей, классификация графов целиком;

3) *графовые автоматические кодировщики* — это архитектуры нейросетей, которые учатся компактно представлять структуру графа в виде векторов (эмбеддингов — цифровых кодов смысла); они состоят из *энкодера* (часто это графовая сверточная нейросеть, на входе — матрица смежности и матрица признаков узлов, на выходе мы получаем матрицу эмбеддингов, где вектор каждого узла содержит информацию о его свойствах и соседях) и *декодера* (задача которого восстановить граф из матрицы эмбеддингов; например, если векторы двух узлов похожи, то декодер предскажет наличие ребра, инцидентного этим узлам; близость векторов «предсказывает» скалярное произведение;

4) *графовые нейросети внимания* — это современный тип архитектур нейронных сетей, предназначенный для работы с данными, представленными в виде графов (связей между объектами); их главное отличие от классических графовых сетей заключается в том, что они не считают всех соседей узла одинаково важными, вместо простого усреднения характеристик соседних узлов сеть обучается назначать каждому соседу свой «вес» или коэффициент внимания; для стабильности обучения часто используется многоголовое внимание, что позволяет модели использовать разные аспекты связей;

5) *пространственно-временные графовые нейронные сети* — это современная архитектура, предназначенная для данных, которые меняются как во времени, так и в пространстве; например, внутренние органы человека и их состояние зависят от соседей и от предыстории.

3. Другие современные архитектуры графовых нейросетей и выводы. *Генеративные графовые нейросети* — это направление в глубоком обучении, где нейросеть учится создавать новые структуры (графы), похожие по своим свойствам на обучающую выборку. В отличие от обычных графовых сетей, которые только анализируют готовые связи, генеративные модели создают их «с нуля». *GraphRNN* — это первая масштабируемая глубокая авторегрессионная модель для генерации реалистичных графов (см. [5]). До GraphRNN модели пытались генерировать весь граф целиком (сразу всю матрицу смежности). Это плохо работало для больших сетей. Ученые предложили другой подход: представить генерацию графа как последовательность решений (на каждом этапе решается вопрос о добавлении нового узла, а после добавления нового узла сеть решает, с какими из существующих узлов его соединить).

Диффузионные модели для графов берут разрозненные узлы и постепенно находит все их связи. Но это не уменьшает вычислительной сложности. Одной из основных признана модель DiGress (см. [6]).

Большие графовые модели — это новое, но быстро развивающееся направление. По аналогии с большими языковыми моделями их обучают на колоссальных объемах данных, чтобы они могли решать задачи на графах, которых «не видели» во время обучения. Основной принцип работы — преобразование графа в последовательность «токенов», с которой могут работать большие языковые модели.

Выводом данной работы можно назвать своеобразную визуализацию того, что геометрическое глубокое обучение бурно развивается в теоретическом плане и быстро находит применение в различных практических сферах деятельности людей. Здесь достаточно много нерешенных проблем, которые интересны не только ученым. Многие вопросы понятны и доступны для осмысления обучающимся.

Библиографический список

1. Гудфеллоу, Я. Глубокое обучение / Я. Гудфеллоу, И. Бенджио, А. Курвилль; пер. с англ. — Москва : ДМК Пресс, 2018. — 652 с. — DOI: 10.5555/3086952.

2. Skillbox Media / К. Копалова о паттерне на дизайнерском. – URL: https://skillbox.ru/media/design/chto-takoe-pattern-prostymi-slovami/

3. Sperduti, A. Supervised neural networks for the classification of structures / A. Sperduti, A. Starita // IEEE Transactions on Neural Networks. — 1997. — V.8. — № 3. — P. 714—735. — DOI: 10.1109/72.572108.

4. Мурзин, М. В. Методы построения графовых нейронных сетей / М. В. Мурзин, И. А. Куликов, Н. А. Жукова // Изв. СПбГЭТУ «ЛЭТИ». — 2024. — Т. 17. — № 10. — С. 40—48. — DOI: 10.32603/2071-8985-2024-17-10-40-48.

5. You, J. GraphRNN : Generating Realistic Graphs with Deep Auto-regressive Models / J. You, R. Ying, X. Ren, W. L. Hamilton, J. Leskovec // Proceedings of the 35th International Conference on Machine Learning. Stockholm, Sweden, PMLR 80, 2018. — P. 1—12. — URL: https://arxiv.org/pdf/1802.08773.

6. Vignac, C. DiGress : Discrete Denoising Diffusion for Graph Generation / C. Vignac, I. Krawczuk, A. Siraudin, B. Wang, V. Cevher, P. Frossard // Published as a conference paper at ICLR 2023. — URL: https://arxiv.org/pdf/2209.14734.