

Огородников Сергей Николаевич

ПРИНЦИПЫ ФОРМИРОВАНИЯ МОДУЛЬНЫХ ЖИЛЫХ СИСТЕМ
В УСЛОВИЯХ КРАЙНЕГО СЕВЕРА

2.1.12. Архитектура зданий и сооружений. Творческие концепции архитектурной
деятельности

АВТОРЕФЕРАТ

диссертации на соискание учёной степени кандидата архитектуры

Москва 2026 г.

Работа выполнена на кафедре архитектуры и реставрации (архитектуры, реставрации и дизайна) инженерной академии Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Российский университет дружбы народов имени Патриса Лумумбы» (РУДН)

Научный руководитель:	Воличенко Ольга Владимировна доктор архитектуры, доцент, профессор кафедры архитектуры и реставрации (кафедры архитектуры, реставрации и дизайна) Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Российский университет дружбы народов имени Патриса Лумумбы».
Официальные оппоненты:	Ильвицкая Светлана Валерьевна доктор архитектуры, профессор, заведующая кафедрой архитектуры Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Государственный университет по землеустройству» Кизилова Светлана Анатольевна кандидат архитектуры, доцент кафедры основ архитектурного проектирования Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Московский архитектурный институт (государственная академия)»
Ведущая организация:	Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Сибирский федеральный университет»

Защита состоится «15» сентября 2026 г. в 10:00 часов на заседании диссертационного совета ПДС 2022.018 созданного на базе ФГАОУ ВО «Российский университет дружбы народов имени Патриса Лумумбы» по адресу: г.Москва, ул. Миклухо-Маклая, д.6.

С диссертацией можно ознакомиться в Учебно-научном информационном библиотечном центре ФГАОУ ВО РУДН им. П. Лумумбы (УНИБЦ РУДН) по адресу: 117198, г. Москва, ул. Миклухо-Маклая, д. 6 и на сайте.

<https://www.rudn.ru/science/dissovet>

Автореферат разослан «__» _____ 2026 г.

Ученый секретарь
диссертационного совета

Гарькин Игорь Николаевич

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы исследования представляет несомненный теоретический и практический интерес, так как арктические территории имеют огромное значение для экономики страны и всего мира не только благодаря запасам природных ресурсов, но и как стратегически важная транспортно-коммуникационная система, включающая морские, речные, сухопутные и воздушные пути сообщения и их инфраструктурные объекты. Строительство в северных регионах России имеет большие перспективы, способствуя устойчивому развитию страны, поддержанию энергетической безопасности и улучшению международной конкурентоспособности.

Особый толчок в развитии региона должен дать северный морской путь. Данный проект является флагманом национальной программы «модернизация транспортной инфраструктуры» и подтверждён указом Президента РФ №512 Об утверждении морской доктрины Российской Федерации¹ от 31.06.2022 г.

Помимо Крупного стратегического проекта развития северного морского пути², предусмотрены также национальные проекты направленные на улучшение инфраструктуры региона. В указе Президента РФ от 26.10.2020 о Стратегии развития Арктической зоны Российской Федерации и обеспечения национальной безопасности на период до 2035 года³ регламентируется борьба с депопуляцией, создание благоприятных условий для наращивания человеческого капитала и повсеместного улучшения качества жизни, как в городах так и в сельских и других населенных пунктах, посредством качественного переустройства антропогенной среды, включая развитие транспортной и социальной инфраструктур, реновацию жилищного фонда и наращивание темпов его строительства, реализацию проектов благоустройства. Данные задачи формируют особые вызовы для слаборазвитых регионов, формируя запрос на переосмысление логистических цепочек и методов строительства.

Развитие инфраструктуры и промышленности на этих территориях является стратегическим приоритетом для национальной экономики, что подтверждается указом Президента № 164 об Основах государственной политики Российской Федерации в Арктике на период до 2035 года⁴ от 05.03.2020 г. Модульные строительные системы могут сыграть ключевую роль в обеспечении быстрого и экономичного освоения этих ресурсов, сокращая затраты и временные рамки строительства.

¹ Об утверждении морской доктрины Российской Федерации: Указ Президента РФ от 31.06.2022 г. №512

КонсультантПлюс: справочно-правовая система. URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_423278/;

² Комплексный план модернизации и расширения магистральной инфраструктуры на период до 2024 года в части федерального проекта «Северный морской путь»: Распоряжение Правительства РФ от 30.09.2018 г. № 2101-п // КонсультантПлюс: справочно-правовая система. URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_308743/ (дата обращения: 09.02.2025 г.)

³ О Стратегии развития Арктической зоны Российской Федерации и обеспечения национальной безопасности на период до 2035 года : Указ Президента РФ от 26.10.2020 г. № 645 // КонсультантПлюс: справочно-правовая система. URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_366065/ (дата обращения: 15.01.2024 г.)

⁴ Об Основах государственной политики Российской Федерации в Арктике на период до 2035 года: Указ Президента 05.03.2020 г. № 164 // КонсультантПлюс: справочно-правовая система. URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_347129/ (дата обращения: 10.01. 2025 г.).

Освоение северных территорий связано не только с экономическими интересами, но и с улучшением условий жизни для населения, проживающего в этих регионах, причем особое внимание уделяется вопросам экологии, что также подчеркивает актуальность поднимаемых проблем. Благодаря национальной программе «Экология», включающей 10 федеральных проектов, срок реализации, которых с 2019 по 2030 г., в нашей стране были организованы 24 новые особо охраняемые природные территории, а на уже действующих 236 проходит работа по защите окружающей среды и сохранению биоразнообразия. Регион Крайнего Севера является перспективным и приоритетным направлением развития Российской Федерации, что подкрепляется многочисленными государственными и национальными программами, с этой точки зрения актуальность исследования в области жилой архитектуры не вызывает сомнения. Модульные системы могут стать одним из ведущих способов освоения данной территории и способствовать развитию туризма.

Государственный национальный проект, направленный на развитие внутреннего туризма «Туризм и индустрия гостеприимства» (2021–2024 г.) стимулируют развитие объектов туристической инфраструктуры. В 2024 г. Правительство РФ приняло решение продолжить программу по поддержке строительства быстровозводимых модульных отелей: увеличить объемы финансирования и размер субсидии, а также расширить географию реализации. Всего по итогам конкурсных отборов поддержана реализация 636 инвестиционных проектов в 61 регионе на 14,5 тыс. номеров. Не смотря на интерес государственных и частных лиц в данном направлении, существует ряд сложностей с адаптацией существующих модульных решений к условиям Крайнего Севера.

Модульные системы могут создавать комфортные, экологически устойчивые жилые и производственные пространства. Повышение уровня комфорта и условий проживания на Крайнем Севере будет способствовать снижению миграции населения из региона. Но в противовес большим перспективам развития северных регионов актуальность исследования подкрепляется существующими проблемами. В первую очередь это маятниковая миграция населения, связанная с большим количеством вахтовых сотрудников, что влияет на качество жилого фонда. Низкая развитость инфраструктуры так же затрудняет развитие региона и сказывается на доступных материалах и качестве финального продукта. Отсутствие строительных практик приводит к низкому уровню усадебного и дачного домостроения несмотря на высокий спрос со стороны местного населения.

Актуальность данной проблемы определяется необходимостью: усовершенствования качества архитектурно-строительных конструкций; решения логистических и экономических трудностей; повышением туристической и инвестиционной привлекательности региона; решения вопросов расселения в результате маятниковой миграции; повышения уровня жилой среды и комфорта возводимого жилья.

Несмотря на востребованность жилых модулей на Крайнем Севере, сложные логистические цепочки делают экономически нецелесообразным использование образцов, разработанных для средней полосы России, не приспособленных к суровому северному климату. Даже качественные модели не отражают национальной

идентичности края, уникальные исторические и культурные характеристики региона не включаются в систему формирования среды застройки населенных мест, снижая тем самым степень туристической привлекательности. В свете этих факторов, разработка и применение модульных жилых систем для Крайнего Севера представляет собой актуальную и востребованную область исследований.

Степень разработанности темы по освоению и проектированию модульных систем для Крайнего Севера охватывает несколько научных направлений, таких как климатология, география, экология, социология, строительство и архитектура. В существующей литературе подробно исследованы как исторические подходы, так и современные технологии строительства зданий в условиях сурового климата.

Экстремальные климатические условия Крайнего Севера, характеризующиеся низкими температурами, высокой относительной влажностью, сложным аэродинамическим режимом, вечной мерзлотой грунта и т.д. освещены в работах отечественных и зарубежных ученых. *Физико-механические свойства мерзлых грунтов* и их влияние на устойчивость строительных объектов описаны в трудах П. П. Мельникова, М. И. Сумгина, В. И. Гребенеца, Сабитова Л. С. *Общие вопросы влияния суровых условий Севера на среду обитания* рассматривали такие известные географы, как И. С. Гурвич, Г. М. Лаппо, Е. В. Перцик, Ф. П. Литке, В. А. Русанов, Г. Я. Седов, О. Ю. Шмидт, И. Д. Папанин, А. П. Карпинский, М. М. Сомов, А. Н. Чилингаров, Н. Н. Урванцев, Р. Л. Самойлович и др.

Проблемам освоения ресурсов Северных земель посвящены труды советских и российских географов: Г. А. Агранат, изучал экономические, климатические и культурные составляющие региона; С. В. Славин установил критерии определения границ Крайнего Севера; О. П. Литовка, Ж. А. Зайончковская анализировали социально-экономические вопросы; П. А. Горшков ресурсный потенциал. *Вопросы энергоэффективности освещали:* Ю.А. Табунщиков, А. Ловинс, В. Файст, К. Янг, Х. А. Бенаи и др.

С начала XX века активное исследование территорий Крайнего Севера велось в двух противоположных направлениях. Первая группа учёных продвигала идеи капитального строительства и постоянного пребывания человека в северных регионах, в то время как их оппоненты были сторонниками вахтового освоения Севера. *К сторонникам капитального освоения Крайнего Севера можно отнести* известного градостроителя Э. П. Путинцева, внёсшего особый вклад не только в научные и теоретические исследования, но и в практическое применение своих исследований; экономиста Г. П. Лузина который одним из первых стал продвигать идею северного морского пути как источник благосостояния Крайнего Севера; свой вклад также внесли: С. В. Апарин, А. Г. Аганбегян, В. А. Агранат, Н. В. Суханов, И. Л. Криницкая, Е. А. Калеменева, М. Е. Славин, Н. Н. Кристанов и др. *Сторонникам вахтового метода* были Н. Г. Хайруллина, Э. Я. Фейгина, В. М. Агапкин, Н. Ю. Гаврилова, С. Г. Симонов и др. А. Д. Хайтун, П. С. Сапожников, А. Д. Чудновский опираясь на специфику освоения северных территорий России разработали концепцию вахтового метода освоения природных ресурсов Севера; А. Н. Силин исследовал эффективность вахтово-экспедиционной схемы организации работ; С. Г. Симонов изучал особенности ритмов жизнедеятельности северян, работающих вахтовым методом, и их влияние на социальную структуру регионов.

Проблемы строительства поселений в экстремальных условиях привлекали пристальное внимание архитекторов и градостроителей. М. Г. Ганопольский анализировал модели расселения, организацию труда и взаимодействие между вахтовыми рабочими и местным населением, предлагая концептуальные подходы к устойчивому развитию северных территорий; С. П. Литенкова исследовала процессы формирования социальной и культурной среды в условиях индустриального освоения севера, А. П. Борисов изучал культурные аспекты северных поселений, Ю. Д. Брусникин, Л. Г. Назарова, С. Д. Митягин занимались градостроительными принципами, также общими вопросами освоения северных регионов занимались: Л. К. Панов, М. Е. Вайтенс, А. В. Махровская, Т. И. Алексеева, Т. М. Паланова, В. М. Пивкин, В. М. Мякиненков, З. Г. Новотельнова, К. И. Морозова, Б. М. Полуй, П. П. Поздняков, И. Т. Дендерин, В. А. Пунтус, Ю. И. Блинов, Г. В. Куликов, К. Г. Туралысов, Э. А. Миленина, Ю. Б. Хромов, Р. И. Хамецкий, А. И. Шипков, Т. Н. Чистяков, И. Г. Лежава, К. К. Карташова, Н. Н. Алексеев и др.

Среди наших современников данную тему исследуют: К. А. Лыткин, который акцентирует внимание на взаимосвязи архитектуры и природы, С. А. Галеев занимается формообразованием и исследованием новых материалов, Н. А. Сапрыкина исследует модульные и мобильные конструкции, также данные вопросы изучают: О. М. Благодетелева, М. Джул, П. Дикенсон, Г. Локкен, Н. Прессман, А. Уилсон, М. Уайт, О. Фрей, М. Сафди и др.

В исследованиях модульных жилых систем начиная со второй половины XX века особое внимание уделяется энергоэффективности зданий и использованию инновационных материалов для утепления. Исследуются архитектурные формы, которые помогают уменьшить теплопотери и повысить энергосбережение. *Вопросы логистики и компактности были исследованы* Ю. П. Афанасьевым, который был одним из основоположников блочного домостроения в СССР, Н. В. Сухановым, изучающим автоматизацию и управление технологическими процессами, Т. С. Моргуновой и др. В зарубежной практике наиболее интересные разработки можно выделить у Р. Б. Фуллера, К. Танге, Д. Стирлинга, Х. Бенедетти и др.

Вопросы модульного домостроения исследовали: В. Г. Шухов чьи инженерные разработки дали толчок блочным элементам, А. И. Лешкевич, его разработки позволили создать здания которые собирались из стандартных модулей, Ю. Н. Кедровский занимался временными модульными зданиями, схожие исследования проводили: А. И. Кузнецов, М. В. Посохин, Н. А. Лазарев, А. В. Боков, Н. А. Сапрыкина, А. В. Розенберг, С. А. Чобан, А. Н. Комов, В. С. Кузьмин, Е. В. Асс. *На международном уровне данной темой занимались:* Ле Корбюзье, который вывел на новый уровень проектирование жилых единиц и блочных конструкций, Ж. Пруве, К. Ваксманн, В. Гропиус, М. Сафди, К. Курокава, Ш. Бан, Ф. Отто, Н. Фостер, Б. Ингельс, К. Икеда, А. Аравена, Ф. Старк, К. Морке-Йенсен.

Немаловажную для Крайнего Севера тему *национальной идентичности и исторического наследия исследовали:* Н. Н. Воронин, О. В. Воличенко с акцентом на преобладание архитектурных особенностей и этнических мотивов; А. Н. Лаврентьев, Б. А. Рыбаков, Т. В. Вавилонская и др.

Среди архитектурных бюро и проектных институтов, наибольшую заинтересованность в модульном домостроении проявляет проектное бюро

«Моспроект-2» которое разрабатывает проекты, включающие элементы сборного и индустриального строительства, «Архитектурное бюро АБГ» – занимается проектированием как жилых, так и общественных зданий с использованием сборных конструкций и модульных систем, «ООО Строительный Альянс» – компания, которая разрабатывает проекты модульных и сборных жилых домов, активно внедряя в своей практике принципы индустриального домостроения, «ТехноНИКОЛЬ» компания, разрабатывающая решения для индустриального строительства, включая модульные здания.

Среди зарубежных фирм можно выделить: katerra – одна из крупнейших американских компаний, занимающихся разработкой модульных и сборных зданий, Lendlease – международная компания, которая также активно занимается строительством с использованием модульных и сборных конструкций, Algeco – европейская компания, специализирующаяся на модульных зданиях, Icon – компания, занимающаяся 3D-печатью зданий и модульным строительством, BIG (Bjarke Ingels Group) – международное архитектурное бюро, которое разрабатывает проекты, использующие модульные и сборные технологии, ZEDfactory – архитектурное бюро, которое разрабатывает экологически чистые и энергоэффективные модульные дома с использованием возобновляемых источников энергии.

По количеству исследований и разработок в сфере модульного домостроения можно обратить внимание на растущую актуальность данной темы, применение модульных конструкций в работах вышеперечисленных научных деятелей и архитектурных бюро ограничивается не только труднодоступными регионами на Земле, но и рассматривается как самый оптимальный вариант для колонизации других планет. Однако среди отмеченных работ отсутствуют комплексные исследования совмещающее в себе модульное домостроение и адаптивность к суровым климатическим условиям; слабое внимание уделено логистике в труднодоступные регионы; материалы и конструкции, используемые в перечисленных исследованиях, требуют актуализации и систематизации.

В рамках данного исследования, модульные жилые системы представляют собой совокупность архитектурных и инженерных решений, формирующих жилую среду посредством применения унифицированных пространственных модулей высокой заводской готовности, интегрирующих климатические, этнические и историко-культурные детерминанты региона строительства в единую систему.

Объектом исследования являются модульные жилые системы, предназначенные для эксплуатации в условиях Крайнего Севера, включая их конструктивные особенности, материалы, способы соединения модулей и методы монтажа на местности.

Предмет исследования – принципы объемно–пространственного формирования модульных жилых систем в условиях Крайнего Севера, обеспечивающих повышение их энергоэффективности и устойчивости.

Цель исследования – *выявить* принципы формирования модульных жилых систем и методы энергоэффективного строительства, *сформулировать* практические рекомендации для районов Крайнего Севера.

Поставленная цель исследования обусловила решение следующих **задач**:

1. **Проанализировать исторический опыт** проектирования и выделить основные периоды освоения Крайнего Севера согласно архитектурно-градостроительным особенностям.

2. **Выполнить оценку потенциала модульных жилых систем** с точки зрения энергоэффективности, автономности, адаптивности и эффективности строительства и эксплуатации в условиях сурового климата, ограниченной инфраструктуры и труднодоступности территорий.

3. **Изучить особенности физико-климатических условий Крайнего Севера** и дать оценку их влияния на строительные и эксплуатационные характеристики зданий; минимизировать негативное влияние климатических условий и их последствий.

4. **Выявить принципы и методы строительства модульных жилых систем** в условиях Крайнего Севера на основе физико-климатических и исторических особенностей региона.

5. **Разработать практические рекомендации по проектированию модульных систем** для эффективной реализации принципов энергоэффективности и устойчивости в северных регионах (на примере Норильска).

6. **Разработать концептуальную модель адаптивных модульных жилых систем для Крайнего Севера** на основе интеграции данных исследования и методических рекомендаций.

Гипотеза исследования. Внедрение модульных жилых систем способно повысить уровень условий проживания в регионах Крайнего Севера, и в других труднодоступных районах. Принципы формирования модульных систем, предлагаемых для условий Крайнего Севера, разрабатываются на основе комплексного подхода, акцентируя внимание на экологических и историко-культурных факторах региона. Особое внимание при этом уделяется разработке методов устойчивого развития, автономности их функционирования, продуманности логистических решений и использованию этнокультурных особенностей для выявления аутентичности места. Энергоэффективные модульные системы в условиях Крайнего Севера могут сформировать новый тип модульных туристических баз и вахтовых поселков. Разработанные архитектурно-планировочные, логистические, объемно-пространственные принципы, можно использовать в практической деятельности, а также как основу для проведения дальнейших научных исследований. Предлагаемая экспериментальная модель будет иметь полную ресурсную автономность, логистическую обоснованность и легкость сборки, уникальный архитектурный облик с учётом местных традиций. Дополнительным преимуществом модуля станет его мобильность и простота транспортировки и сборки.

Границы исследования. Территория Крайнего Севера достаточно обширна, занимая около 70 процентов от всей площади России. Поэтому для более глубокого исследования был выбран участок, расположенный на севере Красноярского края в пригороде города Норильска. Он включен в перечень районов, отнесенных к территориям Крайнего Севера, и характеризуется суровыми климатическими условиями, низкими температурами, электромагнитными возмущениями и вечной мерзлотой.

Временные рамки исследования ограничиваются современным опытом модульного домостроения начиная с конца XX столетия, когда началось интенсивное

освоения северных регионов с применением современных материалов и подходов, вплоть до настоящего времени.

Научная новизна исследования ориентирована на разработку основных принципов модульного домостроения и заключается в следующем:

- *предложена* периодизация исторического опыта строительства в условиях Крайнего Севера;

- *разработаны* новые планировочные и конструктивные принципы модульных жилых систем для условий Крайнего Севера;

- *изучены* логистические особенности региона и их влияние на архитектуру и строительство;

- *разработаны* принципы адаптации модульных конструкций для транспортировки и быстрой сборки без использования тяжёлой строительной техники в условиях ограниченного доступа к площадке строительства и материалам, что особенно важно для удалённых территорий;

- *выработаны* принципы вариативности архитектурных решений, позволяющие изменять планировочные и визуальные характеристики модульного жилого комплекса;

- разработана комплексная теоретическая модель модульной жилой системы, интегрирующая климатические, этнические и историко-культурные детерминанты региона строительства в единую систему проектирования, обеспечивающую вариативность пространственных решений за счет полиморфной компоновки стандартизированных модулей.

Таким образом, исследование вносит значительный вклад в модернизацию подходов к строительству в северных регионах, предлагая эффективные и устойчивые решения для освоения Крайнего Севера.

Теоретическая и практическая значимость исследования заключается в систематизации существующего опыта модульного домостроения для северных регионов; обобщением современных и исторических архитектурно-композиционных принципов модульного домостроения; разработкой и апробацией комплексного подхода проектирования модульных блоков. Результаты исследования актуализируют представления об объекте изучения в таких областях, как архитектура и градостроительство.

Практическая значимость состоит в потенциале применения результатов исследования для проектирования, строительства и эксплуатации жилых объектов в условиях Крайнего Севера; разработке региональных и государственных программ развития северных территорий; лекционных и методических материалов; дальнейших исследований в области градостроительства и архитектуры северных регионов, а также проведения семинаров и практических занятий.

Методология и методы исследования направлены на системное изучение особенностей строительства в условиях Крайнего Севера, опираясь на комплексный подход, включающий использование различных методов для получения всесторонней и объективной картины. В ходе научного исследования использовались историко-культурные методы, системно-структурный и сравнительный анализ, методы экспертных оценок, методы обобщения и абстрагирования, моделирования и другие.

На основе *системно-структурного метода* раскрывается влияние внешних и внутренних взаимосвязей между природными, социальными, экономическими и техническими факторами, влияющими на проектирование и строительство на Крайнем Севере. С помощью *методов архитектурной климатологии* были определены территориальные особенности, оказывающие влияние на выбор строительных материалов, технологий и архитектурных форм. Проведена оценка логистических проблем, связанных с доставкой материалов в удалённые регионы.

Социо-демографические методы позволили проанализировать влияние специфичных условий северных регионов на население и особенности их социального обустройства. Проведенный анализ, выявил достоинства и недостатки стационарного и мобильного способов освоения региона и влияние их на качество жизни местного населения. *Историко-культурные методы* анализа позволили изучить накопленный опыт освоения и строительства в северных регионах России и осмыслить влияние культурных и исторических традиций на развитие архитектурных решений.

При оценки технических аспектов строительства в условиях многолетней мерзлоты и экстремальных температур использовались *конструктивно-инженерные методы анализа*, позволяющие разработать решения, направленные на обеспечение устойчивости зданий. С помощью *экологических методов* проводилось изучение воздействия строительных работ на окружающую среду. В условиях арктических регионов, где природа особенно чувствительна к изменениям, необходимо учитывать факторы экологии и разрабатывать решения, минимизирующие вредное влияние на экосистемы. *Архитектурно-планировочные методы* позволили исследовать практическую эффективность проектируемых зданий в условиях Крайнего Севера. Была поставлена задача оценить функциональность и пригодность проектируемых конструкций для повседневного использования.

Применение комплексной методологии позволяет не только детально изучить все аспекты строительства на Крайнем Севере, но и предложить практические рекомендации, направленные на улучшение качества жизни и повышение эффективности использования ресурсов в условиях сурового климата.

Положения, выносимые на защиту:

- архитектурно-планировочные особенности и этапы развития традиционных жилищ в условиях Крайнего Севера;
- особенности современных архитектурно-планировочных решений жилых объектов в условиях Крайнего Севера;
- принципы обеспечения автономности, адаптивности и энергетической независимости модульных жилых систем;
- рекомендации по проектированию, строительству и эксплуатации модульных жилых систем в условиях Крайнего Севера;
- теоретико-экспериментальная модель проектирования модульных жилых систем.

Степень достоверности и апробация результатов исследования. Материалы диссертационного исследования, общая концепция, результаты и практические рекомендации неоднократно презентовались и обсуждались на научных семинарах и международных научно-практических конференциях, таких как: международная

конференция «Культура. Наука. Производство» (Норильск, 24 апреля 2020 г.); III межрегиональная конференция отделений ВООПИК Сибирского федерального округа «Проблемы сохранения историко-культурного наследия и пути их решения в современных условиях» (Томск, 15 мая 2019 г.); VI Международная научно–практическая конференция (Уфа, 19 ноября 2021 г.); Качество жизни: архитектура, строительство, транспорт, образование (Иваново, 27 марта 2025 г.); Современные проблемы развития Европейского Севера (Ухта, 29 мая 2025 г.); In The World Of Science and Education (Тараз, Казахстан, 20 октября 2024 г.); Science and modernity (Бишкек, Кыргызстан, 7 мая 2025 г.).

Проектные предложения, внедряющие модель модульной жилой системы занимали призовые места в ряде международных конкурсов, таких как: Urban adaptation (Aalto university, Финляндия) конкурсный проект «Зерно» (январь 2020 г.; 2 место); New spatial reality of cities post COVID–19 (Скопье, Северная Македония) конкурсный проект «Панацея» (май 2021 г.; 1 место); Electric Autonomy (Канада) конкурсный проект «VIM» (ноябрь 2021 г.; почётное упоминание).

Результаты исследования широко обсуждались специалистами и учёными научно-исследовательского института физики Земли им. О. Ю. Шмидта, геоэкологии имени Е. М. Сергеева, архитектуры и дизайна Сибирского федерального университета, Московского архитектурного института, Российского научного фонда «Пространственная адаптация жилища к процессам деградации вечной мерзлоты», лаборатории геоэкологии Севера, географического факультета МГУ имени М. В. Ломоносова.

Представленные автором научные результаты исследования нашли отражение в научных публикациях в соответствии со списком научных трудов. Предложены наиболее эффективные архитектурные решения модульных жилых систем для условий Крайнего Севера. Предлагаемые модели, проектные предложения, конструктивные схемы и архитектурно – планировочные решения, были зарегистрированы в Федеральном Институте Промышленной Собственности.

Соответствие научной специальности. Тема исследование соответствует следующим направлениям специальности 2.1.12:

1. Особенности формирования архитектурной образности, формообразования и стилеобразования исторической и современной архитектуры России и других стран.
2. Социально-культурные, экологические, экономические и функциональные аспекты исторического развития мирового и российского градостроительства, архитектуры, средового дизайна, ландшафтного искусства.
3. Технические закономерности, конструктивные и планировочные особенности в историческом и современном архитектурно-строительном искусстве.

Структура и объем работы. Диссертация состоит из введения, трёх глав, заключения, библиографического списка и приложений включающих таблицы и рисунки, упорядоченных согласно логике представления материала в тексте.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Во введении раскрывается актуальность и степень разработанности исследования. Обосновывается научная новизна темы исследования, выдвигается

рабочая гипотеза, определяются границы исследования, объект, предмет, цель и задачи исследования, решение которых обеспечит достижение поставленной цели. Представлены положения, выносимые на защиту, теоретическая и практическая значимость работы.

В первой главе «Состояние и опыт организации модульных жилых систем в условиях Крайнего Севера» *выявляются* основные причины и условия, стимулирующие необходимость разработки и внедрения модульных жилых систем на Крайнем Севере. Проблемы освоения региона обусловлены суровыми климатическими условиями, изоляцией районов проживания, сложностями доставки материалов и обеспечения комфортных условий для жизни людей. В советское время Север стал стратегической территорией не только для добычи природных ресурсов, но и для размещения крупных промышленных объектов, в том числе горнодобывающих комбинатов, нефтегазовых станций и транспортных узлов. Строительство в сложных условиях субарктического климата и трудной транспортной доступности предопределило возникновение острой потребности в быстровозводимых жилых зданиях из модульных блоков.

На основании государственных программ и современных исследований *отмечена* необходимость применения для Крайнего Севера модульных систем в следующих направлениях строительства: *вахтовые поселения* – являются приоритетным типом освоения труднодоступных локаций вблизи крупных месторождений, в настоящий момент не отвечают современным стандартам комфорта и требуют пересмотра и модернизации; *научные станции* – являются не менее важным драйвером роста арктических территорий, модульные системы позволяют повысить качество научных объектов и оптимизировать логистические цепочки; *городской жилой фонд* – свойственная региону маятниковая миграция ставит под вопрос привычные системы расселения в северных городах, модульные поселения способны оптимизировать экономические и социальные проблемы обеспечив городскую ткань гибкостью, необходимой для адаптации к новым условиям освоения региона; *частное домостроение* – в настоящий момент полностью отсутствует типология частных поселений и усадеб, особенно остро запрос на данную типологию отмечен в крупных городах Крайнего Севера, в качестве альтернативы, люди достраивают гаражи и складские сооружения, пытаясь сформировать пространство для отдыха. Применение модульных систем позволит удовлетворить растущий спрос на быстровозводимое жилье повысив уровень качества строительства.

На основе проведенного историческо-архитектурного анализа были *выделены пять* основных этапов в развитии жилой архитектуры в условиях Крайнего Севера:

- *первый этап* до 1930 г. иллюстрирует доиндустриальное развитие Севера, данный период характеризуется строительством традиционных жилищ (чумы, яранги, балок), использование местных материалов, отсутствием инженерных систем и сезонным характером строительства;

- *второй этап* с 1930 по 1950 гг. связан с началом активного освоения северных земель, обозначенного изменениями в советской и международной политике и интересом к ресурсной базе Крайнего Севера. Характеризуется началом массового строительства посёлков для нужд геологоразведки, угледобычи, военной

инфраструктуры. Поселки застраивались типовыми деревянными и щитовыми домами, конструкции и материал которых не были рассчитаны на использование их в климате арктических пустынь и тундры. Архитектура служила инструментом для обозначения присутствия государства в регионе;

– *третий этап* – с 1960 по 1980 гг. характеризуется стремлением устранить ошибки, допущенные на предыдущем этапе. В это время происходило глубокое изучение и исследование особенностей региона, оказывающих прямое воздействие на архитектуру и градостроительство. Были разработаны первые нормативы строительства в условиях вечной мерзлоты, а также рекомендации по теплоизоляции и ориентации зданий с учётом солнечного и ветрового режима;

– *четвёртый этап* – с 1990 по 2010 гг. характеризуется спадом строительства, свёртыванием программ по развитию севера, снижением финансирования и деградацией инфраструктуры, строительством индивидуальных архитектурных проектов для поддержания жизнедеятельности регионов, отсутствием масштабных и комплексных проектов освоения севера;

– *пятый этап* – с 2010 г. по настоящее время, определяется возрождением интереса к Арктике, но с более прагматичным и сбалансированным подходом в сравнении с третьим этапом. Для последнего этапа характерен переход к концепции устойчивого развития, энергоэффективности и адаптивной архитектуре, возрождение интереса к модульным, мобильным и трансформируемым системам, использование BIM-технологий, пассивного и активного энергосбережения, применение альтернативных источников энергии, учёт не только климатических факторов, но и социокультурных.

Выявлены наиболее эффективные приемы строительства каждого этапа (компактность и обтекаемость форм, приподнятые над землёй основания, мобильность, модульность, простота строительства). *Определяются* архитектурные особенности отечественного и зарубежного опыта.

Установлено, что в условиях Крайнего Севера модульное жилье имеет глубокие корни, уходящие в традиционный опыт северных народов, веками приспособившихся к экстремальным природным условиям. Задолго до появления промышленного домостроения, коренные народы севера применяли типологии жилища отвечающие всем базовым принципам модульности: лёгкость конструкций, быстрота сборки, возможность транспортировки и мобильность, адаптивность к климату. *Проанализированы* такие традиционные жилища как: *чум* – который является образцом сборно-разборной конструктивной системы; *яранга* – сочетающая в себе устойчивость и обтекаемость конструкций с компактной организацией внутреннего пространства; *иглу* – имеющий уникальную структура входа, расположенную ниже жилой части здания, тем самым предотвращая попадание холодного уличного воздуха в обитаемую часть; *балок* – жилище размещённое на полозьях и являющееся уникальным примером не только мобильности но и транспортабельности; *балаган* – жилище иллюстрирующее симбиоз природного и рукотворного.

Выявлены общие принципы свойственные указанным типам традиционных жилищ, которые легли в основу современного модульного домостроения: *блочность и модульность* конструкций, позволяющая быстро возводить жилище или перемещать

на новое место; *обтекаемость форм* для минимизации ветровых нагрузок; *компактность* формы с эргономичными планировочными решениями; *мобильность* для перемещения объект без потери качества, сегодня используется при проектировании передовых научных станций; *деление по температурным режимам*, прием позволяющий оптимизировать энергообеспечения здания за счёт создания буферных зон в виде тамбуров или пространственной градации, когда объекты с пониженным температурным режимом (гаражи, хозблоки) размещаются на нижних уровнях, а с повышенным (жилые помещения, кухня) на верхних.

Установлено, что модульное строительство в северных регионах – это продолжение и развитие традиционных приемов возведения жилья и поселений коренных народов Севера. Современные технологии лишь индустриализировали и вывели на новый уровень принципы пространственно-конструктивной организации и художественно-образного формирования, присущие исконному жилищу оленеводов.

Изучены новейшие технологии и конструкции модульных систем, которые применяются в настоящее время для жилищного строительства в арктических и экстремальных условиях. Проанализирован современный отечественный и зарубежный опыт строительства модульных систем в условиях Крайнего Севера.

Выявлено что, блочность и панельное домостроение ставшие отличительной чертой отечественного опыта строительства в северных условиях, были вынужденной, но эффективной стратегией освоения Крайнего Севера. Такой подход позволял в кратчайшие сроки собирать здания из типовых элементов, предварительно изготовленных на заводах в более развитой центральной и южной части страны, сокращая время строительства и повышая качество финального продукта.

Выявлены 5 основных направлений развития современного отечественного опыта проектирования жилых систем в условиях Крайнего Севера:

1. *Научные станции* – яркий пример высокотехнологичного жилья в экстремальных условиях. Критерии автономности, энергоэффективности и компактности приобретают для них первоочередное значение. Отличительной особенностью является большой масштаб объектов строительства, финансовые вложения и высокая технологичность архитектурных решений. В качестве примера можно привести современные российские научные станции «Восток» и «Снежинка».

2. *Базы отдыха и туризма* – их архитектура должна привлекать внимание, сочетая не только современные инженерные решения, но и эстетические характеристики. Модульность в данном случае позволяет быстро адаптироваться под сезонный спрос и доступность. Характерен небольшой масштаб объектов, капсульность и уникальный дизайн с учётом культурных особенностей региона. Расположенная на Эльбрусе высокогорная база Leargus является ярким примером сочетания технологичности и современного дизайна.

3. *Частное домостроение* – в последние годы отмечается рост интереса к индивидуальному модульному жилью, в ряде случаев применяются гибридные решения, сочетающие современные элементы с традиционными строительными материалами. Семейный дом от ЗОВ.architect и «Тополь 27» примеры сочетания культурных особенностей и комфорта.

4. *Объекты оборонной инфраструктуры* – в настоящий момент можно выделить военную базу «Арктический трилистник» где в связи с геополитической

значимостью и репутационными интересами на Крайнем Севере, учтены не только утилитарные аспекты, но и эстетические.

5. *Конкурсные проекты по развитию северных посёлков* – категория, которая в последние годы получила самое активное развитие, так как конкурсные проекты зачастую предлагают самые смелые и интересные решения. Приведённые проекты предлагают концепции трансформируемого жилья, общественных пространств и интеграции застройки с природной средой. Архитекторы предлагают подход, где жильё и социальная инфраструктура раскрывают культурный код территории.

Проанализированы международные проекты в сфере модульного строительства, ориентированные на туристические и исследовательские базы в условиях экстремального климата. *Выведены* особенности архитектурного подхода к созданию жилых и туристических объектов за пределами России, в регионах с аналогичными климатическими условиями – Арктике, приполярных зонах Канады, Скандинавии, Аляске, Норвегии и Гренландии.

Отмечено, что в международной практике наибольший интерес в области модульных систем сконцентрирован в частном домостроении, отельных комплексах и научных станциях. В сравнение с отечественным опытом, *отмечено* отсутствие крупных комплексных проектов по реновации существующих поселений. *Проанализированы* такие жилые комплексы как: Дома PAN-tretoppfytter, Manshausen, Svart, Treehotel, Sacromonte Shelters.

Отмечены страны – Китай, Индия, Бельгия, Нидерланды, Бразилия. для которых не характерен северный климат, но имеющих арктические и антарктические станции. Был выполнен анализ ряда станций (Команданте Феррас, Принцесса Елизавета, Конкордия, Neumayer–Station III, Халли–6, Амундсен – Скотт, Чан Бого, Тайшань, Куньлунь, Bharati), на основании которого были *выявлены основные принципы* характерные для зарубежного строительства: полная автономность, ориентация на экологические методы энергообеспечения, применение альтернативных источников энергии, модульность для упрощения строительства и логистики, мобильность и применение гидравлических опор-фундаментов, узнаваемый дизайн.

На основе исторического, современного отечественного и международного опыта, *выявлены* следующие подходы к строительству жилых объектов в экстремальных условиях:

1. *Модульность* конструкций позволяет упростить сборку объектов и повысить качество строительства за счёт предварительного изготовления элементов.

2. *Автономность* объектов является важным условием при проектировании в труднодоступных местах, международный опыт демонстрирует широкое применение солнечных батарей и ветровых турбин.

3. *Обтекаемые формы* здания с учётом ветровых потоков, позволяющие уменьшить ветровую нагрузку и избежать снежных заносов.

4. *Приподнятые свайные фундаменты*, помогающие предотвратить таяние многолетней мерзлоты.

По результатам первой главы рассмотрены причины и условия, обусловившие необходимость модульного домостроения на Крайнем Севере. Выявлены основные этапы его развития – от традиционных жилищ коренных народов до современных

технологий устойчивой архитектуры. Проанализирован отечественный и международный опыт, показавший, что модульные системы применяются в научных станциях, вахтовых поселениях, туризме, частном и городском домостроении. Установлено, что ключевыми принципами остаются мобильность, автономность, энергоэффективность и адаптивность конструкций.

Во второй главе «Принципы формирования модульных жилых систем в условиях Крайнего Севера» проанализированы ключевые архитектурно-планировочные и конструктивные подходы, которые определяют проектирование устойчивое к суровому климату жилья, в арктических и приарктических регионах. *Выделено 8 принципов* влияющих на архитектуру модульных жилых систем: архитектурно-планировочные, принцип модульности, климатические, градостроительные, конструктивные, логистический, принципы автономности и принцип аутентичности.

Архитектурно-планировочные принципы, основаны на планировочных решениях модульных зданий, включая удобство внутреннего пространства, оптимизацию размещения и коммуникаций, а также принципы проектирования модульных поселений.

Отмечено, что принцип модульности позволяющий формировать здания из унифицированных элементов, которые можно компоновать в различные конфигурации, позволяет адаптировать структуру под разные функции, от индивидуального жилья и туристической базы до объектов научной и оборонной инфраструктуры. Данная гибкость планировочных решений позволяет учитывать разнообразие северных ландшафтов и варьировать масштабы поселения без потери эффективности. Модульные жилища могут легко адаптироваться к изменяющимся требованиям, что особенно важно в условиях маятниковой миграции, вахтового труда и туристической активности на севере. Транспортируемость, позволяет учитывать сезонные изменения, изменение числа проживающих, функциональное переопределение пространств, придавая гибкость архитектурным и планировочным решениям.

Принцип модульности принимается за ключевой для строительства на удалённых территориях, в виду повышения качества строительства, упрощения логистических цепочек и ускоренного времени строительства. В результате анализа климатических и логистических факторов *аргументирована* структура жилища, состоящего из повторяемых, транспортабельных, универсальных элементов, допускающих быстрое производство, компактную транспортировку и сборку на месте, с минимальными трудозатратами и высоким качеством финального продукта.

Проанализированы климатические факторы и их влияние на формирование архитектуры модульных жилых систем в условиях Крайнего Севера. Особое внимание уделено устойчивости к экстремальным температурным режимам, ветровым нагрузкам и снежным заносам.

Выделены следующие климатические принципы, которые влияют на проектирование в условиях Крайнего Севера:

– *грунты и вечная мерзлота*, здания не могут опираться на нестабильный грунт поэтому в подобных условиях используются облегчённые фундаменты на сваях или

опорах, минимизирующие тепловое воздействие на грунт и обеспечивающих продуваемость фундамента;

- *низкие температуры* требуют: особого подхода к теплоизоляции – использование утеплённых многослойных ограждающих конструкций; а также компактной формы зданий, минимизирующей площадь теплопотерь;

- *сильные ветры и штормы* являются причиной избегания выступающих объёмов и углов, применяются обтекаемые, аэродинамичные формы корпусов, а конструкции и фундаменты должны иметь прочное крепление и высокую устойчивость для противостояния стихиям;

- *снежные бури и туманы* создают проблему ориентирования в пространстве, что решается через цветовую навигацию, а также благодаря использованию световых маяков и сигналов, вмонтированных в конструкции зданий или расположенных по территории поселения;

- *полярные ночи* и недостаток солнечного света в течение длительного времени негативно влияют на психологическое состояние человека – в архитектуре должны использоваться тёплые цвета и природные материалы, как в интерьере, так и во внешней отделке, создавая эмоционально поддерживающую среду;

- *обилие снега* также влияет на планировочные решения – формируются высокие входы или трапы, защищённые от заносов; форма зданий проектируется обтекаемой и продуваемой, чтобы не допускать скоплений снега на кровле и у фасадов.

Проанализирован отечественный и международный опыт градостроительства в условиях Крайнего Севера, на основе чего были *сформулированы* ключевые выводы. *Установлен* адаптивный характер северного градостроительства, где на первое место выходят энергоэффективность, комфорт и соответствие локальному контексту.

Выведены следующие градостроительные принципы:

- *компактность*, отсутствие сквозных и широких городских улиц и крупных архитектурных ансамблей;

- *учёт климатологии*, ориентация планировочной структуры поселения согласно розе ветров и снежным заносам;

- *создание буферных зон* за счёт рельефа и озеленения для защиты от бурь и ветров; *формирование ветрозащитного фронта* за счёт жилой застройки.

Выявлены конструктивные принципы, применимые к модульным жилым объектам на арктических территориях:

- *модульность*, является главной конструктивной особенностью, поэтому использование блоков, изготовленных в заводских условиях, которые легко транспортируются, собираются и демонтируются, приобретает особенное значение для труднодоступных районов, где доставка и монтаж должны быть максимально оперативными;

- *простота сборки*, использование сухого монтажа, позволяет сократить сроки строительства, избежать «мокрых» процессов при отрицательных температурах и обеспечить быструю эксплуатационную готовность зданий. Для простоты монтажа и транспортировки предусматривается разделение модуля на секции;

- *теплоэффективность и герметичность* конструкций предполагает многослойную теплоизоляцию, минимизацию мостов холода. Вся техническая

инфраструктура интегрируется непосредственно в модуль. В конструкциях предусматриваются скрытые каналы для коммуникаций и технологические ниши.

Конструктивные принципы модульных систем для севера опираются на максимальную адаптивность и автономность: они должны быть легко собираемыми, устойчивыми к экстремальным условиям и способными обеспечить комфортное пребывание человека в отрыве от развитой инфраструктуры.

Установлено, что слабо развитая инфраструктура и изолированность края от развитых промышленных центров сказывается на доступности строительных материалов, стоимости строительства и на логистических цепочках. В результате анализа логистических маршрутов, *выявлено* что грузовые контейнеры наиболее доступный способ доставки грузов на север с точки зрения экономики и логистики.

Несмотря на неоспоримые преимущества данного метода транспортировки, *выявлен* недостаток, влияющий на архитектурные характеристики финального продукта в виде габаритных ограничений, оказывающий прямое влияние на размеры перевозимых грузов.

Выведен логистический принцип стандартизации размеров модулей согласно габаритным размерам контейнера (2,5 м* 2,5 м* 12,0 м), что позволяет оптимизировать транспортировку и использовать доступные методы доставки, грузовой транспорт, поезда, вертолеты и грузовые суда.

Проанализированы технологии и подходы, обеспечивающие жизнедеятельность модульных жилых систем в полностью или частично автономном режиме. Основной акцент делается на энергообеспечении, водоснабжении, утилизации отходов и системах жизнеобеспечения.

Выведены принципы автономности, которые позволяют сделать модульные системы в северном климате независимыми от централизованных инженерных сетей:

- использование возобновляемых источников энергии, таких как ветрогенераторы, солнечные панели, гибридные системы с дизель-генераторами, а также накопители энергии;
- использование современных систем очистки талой воды, незамерзающих ёмкостей, автономных систем водоподготовки и фильтрации. Применение замкнутых циклов водооборота;
- интеграция инфракрасных панелей, тепловых насосов, систем рекуперации тепла и энергоэффективной теплоизоляции;
- минимизация теплопотерь и обеспечения устойчивости работы систем отопления при экстремальных морозах;
- применение сухих и биотуалетов, локальных очистных станций, которые не требуют подключения к канализации и эффективно работают при отрицательных температурах, септиков.

Отмечена важность использования местной айдентики при строительстве современных объектов, формирования взгляда на архитектуру как на форму культурного взаимодействия с окружающей средой, укоренённую в многовековом опыте выживания и быта.

Выведен принцип аутентичности и важности использования в архитектурных решениях культурного кода региона, что создаёт чувство принадлежности, психологического комфорта и уважения к местным сообществам. Использование

ярких цветовых решений, традиционных орнаментов, мотивов природы помогает укрепить культурную связь с местом. Модульное домостроение в арктических регионах должно быть чувствительным к культурному контексту, историческому наследию, и направленным на поддержку устойчивого и гармоничного развития арктических территорий.

Отмечена важность учёта психофизических особенностей человека при проектировании модульного жилья, в условиях изоляции, полярной ночи и стрессовых природных явлений. Особое внимание уделяется колористике, освещённости, интуитивной организации пространства, созданию визуального уюта, способного снижать психологическую нагрузку на человека. Использование цветовых акцентов и визуальной навигация, становится важным принципом повышения комфорта жилой среды.

По результатам второй главы выведена систематизации принципов формирования модульных жилых систем для Крайнего Севера. Проанализированы семь ключевых групп принципов: градостроительные, конструктивные, логистические, автономности, культурные и архитектурно-планировочные. Особое внимание уделено адаптации зданий к экстремальным условиям, вопросам энергоэффективности, транспортируемости и автономного жизнеобеспечения. Отмечена важность стандартизации размеров модулей, применения возобновляемых источников энергии и интеграции инженерных систем. Принцип аутентичности подчеркивает необходимость культурной идентичности и психологического комфорта. Выделенные принципы формируют основу устойчивого и гибкого проектирования северного жилья.

В третьей главе «Концепция модульной жилой системы для Крайнего Севера Российской Федерации» на основе ранее проанализированных природных, градостроительных, конструктивных, культурных и технологических особенностей региона, предложена теоретико-экспериментальная модель модульной жилой системы. Основное внимание направлено на создание гибкой, мобильной и автономной модульной системы, способной эффективно функционировать в условиях многолетней мерзлоты, обладающей автономностью и адаптируемостью к различным сценариям расселения, от временных научных и туристических баз до коттеджных поселков и частного жилья. Учтены логистические и культурные особенности региона.

В концепции, определяющей механизм формирования модульных жилых систем в условиях Крайнего Севера заложены методы и принципы направленные на качественную перестройку системы – создание устойчивой и гибкой архитектуры.

Таким образом, архитектурное формирование модульных систем складывается под влиянием композиционно-планировочных требований (функциональность), художественно-выразительных средств (эстетика) и конструктивно-технологических предписаний (устойчивость). Каждый из критериев уточняется и подробно описывается группой принципов, разработанных для условий Крайнего Севера.

Приведены примеры релевантности исследования и проектных предложений, которые подтверждаются призовыми местами в отечественных и международных архитектурных конкурсах, публикациями в научных изданиях, участием в конференциях, запатентованными разработками, и рецензиями профессионалов в

области модульных конструкций и домостроения. Апробация подтверждает и иллюстрирует, что предложенные принципы не теоретическая гипотеза, а действенный набор инструментов для устойчивого проектирования в условиях Крайнего Севера и приравненных к нему территорий.

Сформулирован ряд рекомендаций для проектирования модульных жилых систем в условиях Крайнего Севера, основанный на проведенном анализе, представленном в первой и второй главе исследования. Приведенный набор рекомендаций, может служить руководством для архитекторов и проектировщиков, работающих в условиях Крайнего Севера для обеспечения более высокого уровня строительства и комфорта жилых объектов.

С точки зрения градостроительной организации модульных жилых систем выделены следующие рекомендации:

- включения районов с модульным жильём в городскую структуру для повышения гибкости жилищного фонда;
- формирование ветрозащитного буфера за счёт озеленения и фасадов;
- компактное расположение объектов комплекса с оптимальными маршрутами;
- расположение объектов и входов в здания согласно сторонам света и розе ветров.

Рекомендации объемно-пространственной организации заключаются в следующем:

- использование модульных конструкций позволяющих выполнить большую часть работ в заводских условиях, снижая зависимость от погоды и предоставляя наилучшее качество потребителю, снижая экономические затраты;
- применение аэродинамических форм и приподнятых входов, чтобы избежать снежных заносов и повысить устойчивость зданий;
- применение сборных конструкций, соответствующих габаритам грузовых контейнеров (2,5х2,5х12м), для упрощения доставки и сборки

Рекомендации архитектурно-планировочной организации заключаются в следующем:

- гибкость планировочных решений и их способность трансформироваться в зависимости от состава и потребностей жителей;
- обоснованность и соответствие планировочных решений требованиям эргономики и безопасности;
- использование компактной и трансформируемой мебели;
- размещение тепловых тамбуров в зоне входа, для сохранения тепла в помещении.

Рекомендации по использованию конструктивных решений заключаются в следующем:

- использование приподнятых фундаментов обеспечивает продуваемость основания, защищая конструкцию от разрушений и позволяя избежать таяния многолетней мерзлоты;
- внедрение конструкций для крепления солнечных панелей и ветрогенераторов в каркас здания;

- в качестве теплоизоляции рекомендуется использовать полиизоцианурат, аэрогель или вакуумные панели, так как приведённые материалы имеют наилучшие характеристики теплопроводности, веса и толщины необходимого слоя;

- использование лёгких материалов позволяющих монтировать элементы без привлечения тяжёлой техники, повышая безопасность и скорость сборки, что стоит учитывать при разбивке модулей на составные элементы и подборе материалов;

- применяемые материалы должны быть устойчивы к загрязнению и не требовать сложного ухода, самоочищающиеся покрытия, снижают затраты на обслуживание, повышая долговечность объектов.

Рекомендации по повышению энергетической эффективности зданий в условиях Крайнего Севера:

- использование энергоэффективных, компактных форм, позволяющих уменьшить теплотери, куб, цилиндр и шар;

- минимизация площади наружных стен и окон для сохранения тепла;

- использование солнечной и ветровой энергия для обеспечения автономности;

- повторное использование серых вод и фильтрация, и отчистка черных вод;

- повышенная теплоизоляция ограждающих конструкций и использование стеклопакетов с аргоновым наполнителем.

Рекомендации композиционно-художественной организации заключаются в следующем:

- проектирование с учётом культурного наследия коренных народов севера, применение национальных орнаментов, отсылок к формам исторических жилищ и материалам;

- использование цвета и световых указателей в отделке здания для упрощения навигации во время снежных бурь и полярных ночей;

- применение природных цветов и материалов, которые благоприятно влияют на психологическое состояние, формируя более дружелюбную среду.

На основе сформулированных принципов разработана теоретическая модель проектирования модульных систем (Рисунок 1). В качестве основы модели выступает триада базовых качеств жилой архитектуры: *функциональность, устойчивость, эстетика* (Рисунок 2). Каждое из указанных качеств конкретизируется через группы принципов, и разделяется на 6 направлений, которые, в свою очередь, раскрываются посредством архитектурно-строительных приёмов и технических решений:

Функциональность определяется двумя направлениями принципов:

- демографическим (персональные и социальные группы принципов);

- эксплуатационным (принципы энергосбережения и автономности).

Устойчивость базируется на следующих направлениях:

- конструктивное (принципы модульности, сборки и теплоэффективности);

- экологическое (географические, климатические).

Эстетика выражается через:

- композицию (декоративные, объёмные, планировочные);

- культуру (исторические, национальные).

Аргументирована актуальность теоретико-экспериментальной модели не только для территорий Крайнего Севера, но и для иных экстремальных условий и труднодоступных регионов, включая пустыни, засушливый климат и горные

местности. *Проработаны* варианты модификаций дизайна модульной системы для проверки её универсальности в разных культурных регионах. Заложенные принципы могут найти своё применение в колонизации космических объектов.

Выводы третьей главы: предложена концепция модульной жилой системы для Крайнего Севера России, разработанная на основе анализа природных, градостроительных, конструктивных, и культурных факторов. Систематизированы рекомендации по проектированию модульных жилых систем. Предложена теоретико-экспериментальная модель, основанная на принципах гибкости, мобильности и автономности, способная адаптироваться к различным сценариям расселения. Подчеркнута универсальность модели, пригодной не только для Арктики, но и для других экстремальных регионов.

Заключение

Настоящим исследованием выявлены принципы архитектурного формирования модульных жилых систем в условиях Крайнего Севера. Проанализирован исторический и современный опыт строительства в экстремальных северных условиях, определены основные этапы развития архитектуры и градостроительства в арктических условиях, сформулированы основные факторы, влияющие на архитектурно-планировочные решения. Это позволило сделать следующие выводы:

1. *Предложена* периодизация опыта проектирования в условиях Крайнего Севера, разделённая на 5 этапов согласно временным, политическим и экономическим особенностям каждого периода, выявленным на основе анализа исторического контекста.

- первый этап до 1930 г. доиндустриальное развитие Севера;
- второй этап с 1930 по 1950 гг. массовое строительство посёлков;
- третий этап с 1960 по 1980 гг. изучение и исследование особенностей региона;
- четвёртый этап с 1990 по 2010 гг. спад строительства;
- пятый этап с 2010 г. по настоящее время, возрождение интереса к Арктике.

Выявлены наиболее эффективные приемы строительства каждого этапа. Определены сходства и различия отечественного и международного опыта освоения северных территорий.

2. На основе анализа существующего опыта строительства и эксплуатации научных баз и отельных комплексов, выведено что модульные жилые системы имеют большой потенциал и демонстрируют высокую эффективность в экстремальных условиях, так как они могут быть адаптированы под конкретные требования северного климата и имеют оптимальную логистическую цепочку. Модули можно легко транспортировать и собирать на месте, что упрощает строительство в труднодоступных местах с ограниченной инфраструктурой.

3. *Сформулированы* особенности Крайнего Севера, влияющие на проектирование, строительство и эксплуатацию жилых систем в северных регионах. Из климатических факторов выделены: низкие температуры, сильные ветра, снежные бури, туманы, вечная мерзлота, полярные ночи, недостаток солнечного света, обилие снега.

4. *Выявлены* принципы обеспечения автономности модульных зданий, которые включают использование возобновляемых источников энергии таких как ветровые

турбины, солнечные панели, систем автономного водоснабжения и канализации. На основе уже существующих примеров передовых научных станций в арктическом регионе, доказанна эффективность и корректность предложенных решений по использованию солнечных панелей и ветрогенератор в северных регионах.

5. *Выявлены* принципы адаптивности модульных жилых систем в условиях Крайнего Севера. Градостроительные принципы основаны на компактном расположении поселений, формировании ветрозащитных фронтов за счёт расположения зданий и оптимизированными транспортно–пешеходными маршрутами. Конструктивные принципы заключаются в приподнятых основаниях зданий и свайных фундаментах, мобильности, секционности, устойчивости конструкций к ветрам и снежным заносам. К социокультурным принципам отнесены отличительные черты быта коренных народов севера и социальная структура общества, где весомую часть занимают вахтовые рабочие. Логистическая специфика обозначена отсутствием сухопутных связей с центральной и южной частью России и низкой развитостью дорожной сети в регионе, доставка грузов осуществляется преимущественно воздушным транспортом, что накладывает габаритные ограничения на доставляемые грузы.

5. *Систематизированы* рекомендации по проектированию, строительству и эксплуатации модульных жилых систем в условиях Крайнего Севера. Выведенные рекомендации включают в себя такие принципы как: модульность, продуваемость грунта, компактность формы, ветроустойчивость, расположение и ориентацию в пространстве, заметность и навигацию, колористику, логику, обтекаемость формы, автономность, аутентичность, экологичность, быстроту установки, лёгкость в обслуживании и гибкость планировочных решений.

6. *Предложена* теоретико-экспериментальная модель модульной жилой системы для условий Крайнего Севера, разработанная с учётом выведенных рекомендаций. Проектное предложение выполнено для пригорода Норильска и представляет собой модульную жилую систему повышенного комфорта. Разработаны вариации планировочных решений и внешнего вида системы. Предложенная модель является мобильной и трансформируемой, культурный код региона отражён в пирамидальной форме опор и в отсылках к местным узорам и орнаментам, автономность комплекса обеспечивается за счёт применения солнечных батарей и ветрогенераторов, снегоплавильных машин, систем фильтрации воды и септиков. Габаритные размеры модулей и составных сегментов упрощают логику системы от завода до строительной площадки. Продуманные интерьерные решения с учётом эргономики пространства отвечает физиологическим и психоэмоциональным потребностям жильцов. Данная система имеет уникальный дизайн что повышает её привлекательность для туристов.

Рекомендации по применению результатов исследования. Результаты данного исследования могут быть использованы как в научной, так и в образовательной областях. Материалы исследования также могут быть полезны в образовательном процессе высших учебных заведений по направлениям подготовки архитектура и инженерия. Полученные данные могут служить основой для научных исследований в области архитектуры и строительных конструкций. Результаты исследования включены в научные статьи и были представлены на международных

конференциях. Выведенные рекомендации могут быть использованы для проектирования жилых структур в условиях Крайнего Севера и модульного домостроения в труднодоступных регионах. Прорабатываются возможности изготовления экспериментального образца в сотрудничестве с ООО «Главстрой». Научная работа позволит обратить внимание на проблемы освоения северных регионов и даст импульс для дальнейших исследований.

Перспективы дальнейшей разработки темы. В исследовании *раскрыта* важность дальнейшей разработки модульных жилых систем, имеющих перспективы для развития в условиях Крайнего Севера. Такие системы являются не только жизненно важными для изолированных районов, но и имеют потенциал для значительного улучшения качества жизни, за счёт энергоэффективности, экологичности и гибкости. При дальнейшей разработке, данные предложения могут лечь в основу поселений и колоний на других планетах и в прочих экстремальных условиях.

СПИСОК НАУЧНЫХ РАБОТ, ОПУБЛИКОВАННЫХ АВТОРОМ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

В рецензируемых научных изданиях, входящих в перечень ВАК при Минобрнауки России:

1. Принципы планировочных решений модульных жилых объектов / **С. Н. Огородников** // Системные технологии. – 2022. – № 1(42). – С. 232–239. – DOI 10.55287/22275398_2022_1_232.
2. Принципы эффективного строительства и эксплуатации жилых объектов в условиях Крайнего Севера / **С. Н. Огородников**, А. П. Булатов // Архитектура и строительство России. – 2024. – № 1(249). – С. 86–89. (Степень участия автора: исследованы конструктивные особенности модульных жилых объектов в экстремальных климатических условиях и системы жизнеобеспечения)
3. Мобильная модульная система для труднодоступных регионов / О. В. Воличенко, **С. Н. Огородников**, И. Халиль // Биосферная совместимость: человек, регион, технологии. – 2024. – № 2(46). – С. 76–86. – DOI 10.22227/2311–1518.2024.2.76–86. (Степень участия автора: исследованы логистические принципы и их влияние на модульное домостроение в условиях Крайнего Севера, представлены наработки архитектурно-планировочных решений)
4. Потенциал использования старых железнодорожных станций для устойчивого развития городских центров / **С. Н. Огородников**, А. П. Булатов // Архитектура и строительство России. – 2024 – № 3 (251). – С. 82–87. (Степень участия автора: исследованы принципы функционирования логистических узлов и способы их модернизации)
5. Экспериментальная модульная система повышенного комфорта для условий Крайнего Севера / О. В. Воличенко, **С. Н. Огородников** // Academia: архитектура и строительство. – 2025. – № 3. – С. 52-61. – DOI 10.22337/2077-9038-2025-3-52-61.

(Степень участия автора: исследованы принципы автономности модульных жилых объектов и способы обеспечения повышенного комфорта в экстремальных условиях)

6. Способы повышения энергоэффективности модульных жилых систем в условиях Крайнего Севера / **С. Н. Огородников** // АМІТ Архитектура и современные информационные технологии. – 2025. – № 3(72). – С. 182-195. – DOI 10.24412/1998-4839-2025-3-182-195.

Публикации в изданиях, входящих в международную базу данных Scopus:

7. Архитектура жилых систем в условиях Крайнего Севера / О. Воличенко, **С. Огородников**, И. И. А. Абдо // Проект Байкал. – 2024. – Т. 21, № 82. – С. 145–153. – DOI 10.51461/issn.2309–3072/82.2447. (Степень участия автора: исследованы объёмно-планировочные и композиционные принципы модульных жилых систем в условиях Крайнего Севера).

Публикации в других научных изданиях:

8. Принципы формирования туристических центров на северных и арктических территориях России / О. В. Киселева, **С. Н. Огородников** // Культура. Наука. Производство. – 2020. – № 5. – С. 73-80. (Степень участия автора: исследованы мировые и отечественные жилые системы в северных условиях)

9. Принципы формирования городов на северных и арктических территориях / **С. Н. Огородников** // Инновационные научные исследования: теория, методология, тенденции развития: Сборник научных статей по материалам VI Международной научно-практической конференции, Уфа, 19 ноября 2021 года. – Уфа: Общество с ограниченной ответственностью «Научно-издательский центр «Вестник науки», 2021. – С. 201-212.

10. Эффективность модульных систем в развитии туристических кластеров в труднодоступных локациях / **С. Н. Огородников**, А. И. И. Али // In The World Of Science and Education. – 2024. – №. 20 сентябрь ЭН 6. – С. 50–54. (Степень участия автора: исследование преимуществ модульных жилых систем в труднодоступных локациях)

11. Преимущества модульных жилых систем в труднодоступных локациях на примере Крайнего Севера / **С. Н. Огородников** / Сборник III МНПК Science and modernity, 07 мая 2025г. – С. 40–45.

12. Современные теплоизоляционные материалы для условий Крайнего Севера / **С. Н. Огородников** // Качество жизни: архитектура, строительство, транспорт, образование. – 2025. – С. 271–274.

13. Модульные жилые системы как ответ на маятниковую миграцию Крайнего Севера / **С. Н. Огородников** // Современные проблемы развития Европейского Севера – 2025: Материалы Всероссийской научно-практической конференции, Ухта, 29–30 мая 2025 года. – Ухта: Ухтинский государственный технический университет, 2025. – С. 160-162.

Патенты:

14. Патент на промышленный образец № 148713 Российская Федерация. Модульная жилая система: заявл. 05.12.2024: опубл. 08.08.2025 / **С. Н. Огородников**, О. В. Воличенко; заявитель Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Российский университет дружбы народов имени Патриса Лумумбы».

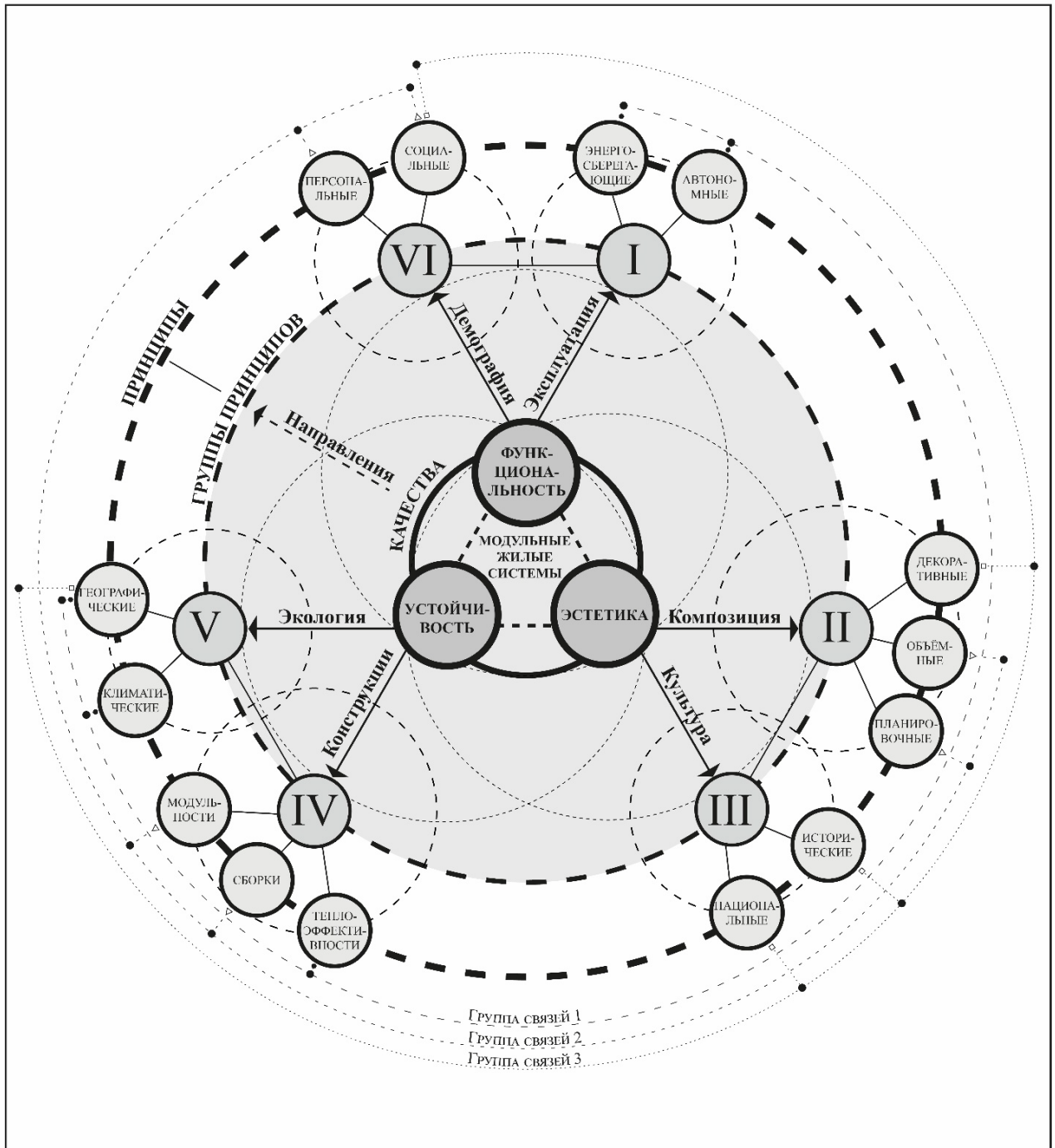
15. Патент на промышленный образец № 148902 Российская Федерация. Треугольная опора для крепления модульных блоков: заявл. 05.12.2024: опубл. 25.08.2025 / **С. Н. Огородников**, О. В. Воличенко; заявитель Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Российский университет дружбы народов имени Патриса Лумумбы».

16. Патент на промышленный образец № 148714 Российская Федерация. Строительный трансформируемый модульный блок на шарнирном креплении без торцевой панели: заявл. 05.12.2024: опубл. 08.08.2025 / **С. Н. Огородников**, О. В. Воличенко; заявитель Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Российский университет дружбы народов имени Патриса Лумумбы».

Приложение А

Автономность		Солнечная энергия		Экологичность	
		Ветровая энергия		Плавление снега	
		Топливный генератор		Фильтрация серых вод	
		Ветровая энергия		Плавление снега	
		Ветровая энергия		Плавление снега	
		Ветровая энергия		Плавление снега	
Трансформиримость		Солнечная энергия		Плавление снега	
		Ветровая энергия		Плавление снега	
		Ветровая энергия		Плавление снега	
		Ветровая энергия		Плавление снега	
		Ветровая энергия		Плавление снега	
		Ветровая энергия		Плавление снега	
Адаптивность		Солнечная энергия		Плавление снега	
		Ветровая энергия		Плавление снега	
		Ветровая энергия		Плавление снега	
		Ветровая энергия		Плавление снега	
		Ветровая энергия		Плавление снега	
		Ветровая энергия		Плавление снега	
Эстетика		Солнечная энергия		Плавление снега	
		Ветровая энергия		Плавление снега	
		Ветровая энергия		Плавление снега	
		Ветровая энергия		Плавление снега	
		Ветровая энергия		Плавление снега	
		Ветровая энергия		Плавление снега	
Логистика		Солнечная энергия		Плавление снега	
		Ветровая энергия		Плавление снега	
		Ветровая энергия		Плавление снега	
		Ветровая энергия		Плавление снега	
		Ветровая энергия		Плавление снега	
		Ветровая энергия		Плавление снега	

Рисунок 1. Систематизация архитектурных принципов



На основе сформулированных принципов разработана теоретическая модель проектирования модульных систем. В качестве основы модели выступает триада базовых качеств жилой архитектуры: **функциональность, устойчивость, эстетика**. Каждое из указанных качеств конкретизируется через группы принципов, и разделяется на 6 направлений, которые, в свою очередь, раскрываются посредством архитектурно-строительных приёмов и технических решений. **Функциональность** определяется двумя направлениями принципов: демографическим и эксплуатационным. **Устойчивость** базируется на конструктивном направлении и экологическом. **Эстетика** выражается через композицию культуру.

Рисунок 2. Теоретическая модель архитектурной организации модульных жилых систем

АННОТАЦИЯ ДИССЕРТАЦИИ
Огородникова Сергея Николаевича
Принципы формирования модульных жилых систем в условиях
Крайнего Севера

Диссертация посвящена исследованию актуальных принципов формирования модульных жилых систем в условиях Крайнего Севера. В работе разрабатывается концепция автономного модульного комплекса адаптированного к экстремальным условиям севера. Рассмотрены теоретические основы и эволюция модульных типологий и развития жилой архитектуры севера, сформулированы актуальные вызовы в срезе архитектурного проектирования и определены основные принципы архитектурно-планировочных решений, направленных на создание устойчивых к суровому климату жилых систем.

В рамках исследования разработана теоретическая концепция архитектурно-планировочного подхода, позволяющая проектировать модульные системы способные функционировать в условиях Крайнего Севера. На основании предложенной концепции сформирован ряд рекомендаций и продемонстрирован пример практического применения выведенных принципов при проектировании.

ABSTRACT OF THE DISSERTATION
Ogorodnikov Sergei Nikolaevich
Principles of Formation of Modular Residential Systems in the Conditions of
the Far North

The dissertation is devoted to the study of relevant principles for the formation of modular residential systems in the conditions of the Far North. The research develops the concept of an autonomous modular complex adapted to the extreme conditions of the northern regions. The theoretical foundations and the evolution of modular typologies and the development of northern residential architecture are examined; current challenges in the context of architectural design are identified; and the key principles of architectural and planning solutions aimed at creating residential systems resilient to severe climatic conditions are defined.

Within the framework of the study, a theoretical concept of an architectural and planning approach is developed, enabling the design of modular systems capable of functioning in the conditions of the Far North. Based on the proposed concept, a set of recommendations is formulated, and an example of practical application of the derived principles in the design process is demonstrated.