

Систематизация показателей зеленого строительства на новых арктических территориях

А.Н. Егоров, С.И. Стоумов

Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет

Аннотация: Зеленое строительство и строительство на арктических территориях представляют собой два важных направления современного строительства, каждое из которых сталкивается с уникальными вызовами. В статье систематизирован мировой опыт в обоих направлениях, представлен обзор лучших практик, технологий и методов. Приведены примеры успешных проектов, демонстрирующих эффективность использования современных технологий для устойчивого развития в арктических регионах. Предложена система критериев, позволяющая оценивать уровень зеленого строительства на арктических территориях.

Ключевые слова: зеленое строительство, технологии, энергосбережение, арктические территории, ресурсосбережение, минимизация отходов, возобновляемые источники энергии, система критериев.

Зеленое строительство фокусируется на устойчивом развитии, минимизации воздействия на окружающую среду и повышении энергоэффективности. В то же время, строительство на арктических территориях требует адаптации к экстремальным климатическим условиям и соблюдения экологических норм, чтобы не нанести ущерб хрупким экосистемам. Интеграция этих подходов позволяет обеспечить устойчивое развитие территорий, комфортные условия проживания в арктических зонах.

Принципы и технологии зеленого строительства

Зеленое строительство основывается на нескольких ключевых принципах: обеспечения устойчивого развития территорий, энергоэффективности, использования возобновляемых источников энергии, оптимальном умном управлении ресурсами, обеспечения комфортности жизнедеятельности (качества воздуха внутри помещений и т.п.) Применение современных теплоизоляционных материалов, таких, как аэрогели, вакуумные панели и др., позволяет значительно снизить теплопотери и

повысить энергоэффективность зданий. Возобновляемые источники энергии, такие, как солнечные панели, ветрогенераторы и геотермальные системы, играют важную роль в снижении зависимости от традиционных энергоресурсов и уменьшении углеродного следа зданий. Умные системы управления зданиями (BMS) позволяют оптимизировать потребление энергии, контролировать климатические условия и обеспечивать высокий уровень комфорта при минимальных затратах [1].

Энергоэффективные материалы играют ключевую роль в зеленом строительстве. Аэрогели и вакуумные панели обеспечивают отличную теплоизоляцию при минимальной толщине, что особенно важно в условиях ограниченного пространства. Эти материалы помогают значительно снизить затраты на отопление и охлаждение зданий, что способствует уменьшению выбросов парниковых газов. Современные здания часто проектируются с использованием многослойных конструкций, где каждый слой выполняет специфическую функцию, будь то теплоизоляция, звукоизоляция или защита от влаги [2].

Возобновляемые источники энергии, такие как солнечные панели и ветрогенераторы, также играют важную роль в зеленом строительстве. Солнечные панели могут быть установлены на крышах зданий или на специальных подставках, обеспечивая бесперебойное снабжение энергией в течение всего года. Ветрогенераторы могут быть интегрированы в ландшафтный дизайн территорий, обеспечивая дополнительный источник энергии в ветреные дни. Геотермальные системы позволяют использовать тепло земли для обогрева и охлаждения зданий, что значительно снижает потребление традиционных энергоносителей [2].

Умные системы управления зданиями (BMS) представляют собой еще одну важную технологию в зеленом строительстве. Эти системы позволяют автоматически регулировать освещение, отопление, вентиляцию и

кондиционирование воздуха в зависимости от внешних условий и потребностей пользователей. Например, система может снизить уровень освещения в помещениях, где нет людей, или увеличить подачу свежего воздуха в зонах с высокой концентрацией CO₂. Это позволяет не только экономить энергию, но и создать более комфортные условия для проживания и работы [3].

Примеры успешного зеленого строительства включают в себя The Crystal в Лондоне, оснащенное солнечными панелями, системой рекуперации тепла и водосборной системой для использования дождевой воды. Это здание является ярким примером комплексного подхода к устойчивому строительству, где каждая деталь направлена на минимизацию воздействия на окружающую среду. В Лондоне также применяются в практике строительства энергетические сваи, обеспечивающие использование геотермальной энергии. Bosco Verticale в Милане известно своим вертикальным озеленением, которое улучшает качество воздуха и обеспечивают естественное охлаждение, снижая потребность в кондиционировании. Это здание демонстрирует, как интеграция природных элементов в архитектуру может улучшить экологические характеристики зданий. Также одним из примеров зеленого строительства служит «Лахта Центр», который получил высшую экологическую оценку LEED Platinum. В «Лахта Центр» были применены кинетические полы, система повторного использования очищенной воды, математическое моделирование окружающей среды, максимальное естественное освещение, лифты с системой регенерации энергии, льдохранилище для систем вентиляции и кондиционирования, интеллектуальный фасад.

Строительство на арктических территориях

Арктические территории характеризуются экстремально низкими температурами, сильными ветрами, длительными периодами полярной ночи

и наличием вечной мерзлоты. Эти условия предъявляют особые требования к строительным материалам, конструкциям и технологиям. Для строительства на вечной мерзлоте используются свайные технологии, методы, предотвращающие таяние грунта и обеспечивающие надежность зданий. В условиях низких температур важную роль играют высокоэффективные теплоизоляционные материалы, такие, как экструдированный пенополистирол и пенополиуретан. Здания проектируются с учетом аэродинамических форм, уменьшающих ветровое давление и снеговые нагрузки, скатных крыш с малыми углами наклона, предотвращающих накопление снега.

Строительство на вечной мерзлоте требует особого подхода к проектированию фундаментов. Свайные фундаменты являются наиболее эффективным решением. Экструдированный пенополистирол и пенополиуретан обеспечивают высокоэффективную теплоизоляцию, что позволяет значительно снизить теплопотери и улучшить энергоэффективность зданий. Аэродинамические формы зданий помогают уменьшить ветровое давление и снеговые нагрузки, что способствует улучшению их устойчивости в условиях сильных ветров и снегопадов [4].

Помимо этого, для обеспечения устойчивости зданий и сооружений в условиях арктического климата важно учитывать особенности грунтов и ландшафта. Например, использование свайных фундаментов требует точных геотехнических исследований для определения глубины залегания мерзлоты и ее структуры. Это позволяет выбрать оптимальные материалы и технологии для строительства, обеспечивающие надежность, долговечность и безопасность объектов. Также важна правильная ориентация зданий относительно преобладающих ветров и солнечного света, что помогает минимизировать теплопотери и улучшить энергоэффективность.

Примеры арктического строительства включают Тикси в Якутии, где используются свайные фундаменты, высокоэффективные теплоизоляционные материалы и автономные системы жизнеобеспечения, что позволяет обеспечить комфортные условия проживания в экстремальном климате. В Тромсё, Норвегия, применяются передовые технологии строительства, включая теплоизолированные коммуникации и системы мониторинга состояния зданий. Эти технологии позволяют обеспечить надежность и долговечность построек в условиях арктического климата, а также минимизировать эксплуатационные затраты.

Интеграция зеленого строительства в практику возведения зданий и сооружений на арктических территориях

Зеленое строительство и строительство на арктических территориях могут быть эффективно интегрированы, используя общие принципы устойчивого развития, энергосбережения и адаптации к климатическим условиям. Гибридные системы энергоснабжения, включающие в себя солнечные панели, ветрогенераторы и геотермальные установки, позволяют обеспечить стабильное энергоснабжение в арктических условиях при минимальном воздействии на окружающую среду. Применение экологически чистых и энергоэффективных материалов, таких, как возобновляемые изоляционные материалы и материалы с низким уровнем вредных выбросов, способствует созданию устойчивых и комфортных условий проживания [5].

Проект "Арктический остров" в Швеции включает строительство жилых и коммерческих зданий с использованием технологий зеленого строительства и адаптированных к арктическим условиям решений. Эти здания оснащены гибридными системами энергоснабжения, которые включают солнечные панели и ветрогенераторы, что позволяет обеспечить надежное энергоснабжение даже в условиях длительной полярной ночи. В проекте предусмотрено использование материалов с высоким

коэффициентом теплоизоляции, что позволяет снизить теплопотери и улучшить энергоэффективность зданий. Также особое внимание уделяется вопросам водоснабжения и водоотведения, с использованием систем сбора и повторного использования дождевой воды [6].

Проект "Polar Dawn" в Канаде предусматривает строительство жилых комплексов в арктической зоне с использованием гибридных систем энергоснабжения и экологически чистых материалов. В рамках проекта используются инновационные методы утепления зданий, которые позволяют значительно сократить затраты на отопление. Также предусмотрены системы автономного энергоснабжения, включающие солнечные панели и ветрогенераторы, что позволяет обеспечить стабильное энергоснабжение даже в отдаленных районах. Эти проекты демонстрируют, как интеграция зеленых технологий и адаптация к арктическим условиям могут обеспечить устойчивое развитие и высокое качество жизни в экстремальных климатических условиях.

Экологические и социальные аспекты

Зеленое строительство и строительство на арктических территориях требуют особого внимания к экологическим аспектам, которые включают в себя минимизацию выбросов парниковых газов, сохранение биологического разнообразия и предотвращение загрязнения почвы и водоемов. Учет интересов местных сообществ и коренных народов является важным аспектом при реализации строительных проектов в арктических регионах. А именно, создание рабочих мест, улучшение условий жизни и обеспечение социальной приемлемости проектов [7, 8].

Примеры социальных инициатив включают программу «Арктическое развитие» в Гренландии, направленную на защиту окружающей среды и улучшение условий жизни коренных народов. Эта программа включает меры по сохранению экосистем, обеспечению устойчивого развития и созданию

инфраструктуры, учитывающей интересы местных сообществ. В рамках программы предусмотрены образовательные и культурные мероприятия, направленные на сохранение традиционного образа жизни и культурного наследия коренных народов. Проект "Северный дом" в Финляндии направлен на строительство экологически чистых и энергоэффективных жилых и общественных зданий для коренных народов Севера с использованием местных строительных материалов, конструкций и технологий, адаптированных к арктическим условиям. Эти проекты подчеркивают важность социальной ответственности и экологической устойчивости в строительстве на арктических территориях [9].

Особое внимание в таких проектах уделяется вопросам адаптации современных технологий к традиционному укладу жизни местных сообществ. В том числе делается акцент на целесообразности использования местных строительных материалов, которые не только способствуют сохранению культурного наследия, но и обладают высокой устойчивостью к экстремальным климатическим условиям. Необходимо также обратить внимание на поддержку традиционных методов ведения хозяйства и ремесел, что позволяет местным жителям сохранять свою идентичность, свою культуру, а также обеспечивать устойчивое развитие своих сообществ [10].

Особенности проектирования инфраструктуры для арктических территорий

Проектирование инфраструктуры для арктических территорий требует особого внимания к устойчивости к экстремальным климатическим условиям. Дороги и мосты должны быть спроектированы так, чтобы выдерживать сильные ветра, низкие температуры и постоянные изменения в уровне снега и льда. Применение новых строительных материалов, устойчивых к морозам и коррозии, позволяет повысить долговечность и

надежность этих объектов. Также важно учитывать сезонные изменения уровня воды, что требует гибких и адаптивных решений в проектировании мостов и переправ. Морская инфраструктура, такая как порты, должна быть адаптирована к суровым условиям ледового покрова и переменным уровням воды. Энергетическая инфраструктура включает в себя как традиционные, так и возобновляемые источники энергии, чтобы обеспечивать бесперебойное снабжение энергией даже в условиях экстремально низких температур и суровых погодных условий [11].

Примеры крупных инфраструктурных проектов включают проект "Арктический LNG" в России, который включает строительство завода по производству сжиженного природного газа на арктическом побережье. Этот проект использует передовые технологии теплоизоляции и защиты от мороза, что позволяет обеспечивать надежное и безопасное производство и транспортировку газа в условиях Крайнего Севера. Развитие порта Кируна в Швеции является важным транспортным узлом для арктических регионов Швеции. Его модернизация включает внедрение устойчивых технологий строительства, таких как использование материалов с высокой морозостойкостью и технологий защиты от льда, что позволяет обеспечить стабильное функционирование порта в течение всего года. Транспортный коридор "Северный морской путь" в России включает строительство и модернизацию портов, создание ледокольного флота и развитие береговой инфраструктуры. Использование инновационных технологий и материалов, а также интеграция принципов устойчивого развития позволяют минимизировать воздействие на окружающую среду и обеспечить надежность и безопасность транспортировки грузов.

Инновации в строительных материалах, технологиях и методах для арктических условий

Использование современных теплоизоляционных материалов, таких как наноматериалы и аэрогели, позволяет значительно улучшить теплоизоляционные характеристики зданий и сооружений в арктических условиях. Эти материалы обладают высокой эффективностью и долговечностью, что делает их идеальными для использования в экстремальных климатических условиях. Современные системы мониторинга состояния конструкций включают использование датчиков и систем автоматизированного контроля, которые позволяют отслеживать состояние зданий и сооружений в реальном времени. Это особенно важно в условиях арктических регионов, где экстремальные климатические условия могут быстро повлиять на состояние конструкций. Технологии 3D-печати становятся все более популярными для строительства в экстремальных условиях, включая арктические регионы. Использование 3D-принтеров позволяет создавать сложные конструкции с высокой точностью и минимальными затратами времени и ресурсов, что особенно полезно для строительства зданий, сооружений, объектов инфраструктуры [12].

Примеры инновационных решений включают использование наноматериалов для создания сверхтонких и эффективных теплоизоляционных покрытий. Эти материалы не только обеспечивают высокую теплоизоляцию, но и обладают высокой стойкостью к механическим повреждениям и воздействию агрессивных сред. Также активно применяются композитные материалы, которые обладают легкостью и прочностью, что позволяет создавать конструкции, устойчивые к экстремальным климатическим условиям и механическим нагрузкам [13].

Современные системы мониторинга состояния конструкций позволяют оперативно выявлять и устранять возможные дефекты и повреждения, что

значительно повышает безопасность и долговечность зданий и сооружений. Эти системы включают в себя различные датчики, которые отслеживают параметры, такие как температура, влажность, механические напряжения и деформации. Информация с датчиков передается в автоматизированные системы управления, которые анализируют данные и выдают рекомендации по проведению ремонтных и профилактических работ.

Роль международного сотрудничества в развитии арктических регионов

Международное сотрудничество играет ключевую роль в развитии арктических регионов. Совместные научные исследования и обмен знаниями позволяют разрабатывать и внедрять передовые технологии и методы строительства, адаптированные к условиям Арктики. Международные партнерства позволяют привлекать инвестиции и технологии для реализации крупных инфраструктурных проектов в арктических регионах. Примеры таких проектов включают строительство энергетической и транспортной инфраструктуры, развитие портов и создание устойчивых систем жизнеобеспечения. Обмен передовым опытом и технологиями между странами способствует ускорению развития арктических регионов и минимизации воздействия на окружающую среду. Международные конференции и форумы, посвященные вопросам устойчивого строительства на арктических территориях, способствуют трансферу знаний [14].

Примеры международного сотрудничества включают проекты, такие как «Арктический круг», в рамках которого проводится обмен передовыми практиками и технологиями между странами Арктического региона. Эти проекты направлены в первую очередь на разработку и внедрение устойчивых технологий строительства, адаптированных к условиям арктических территорий, в том числе на повышение уровня жизни и безопасности местных сообществ [15].

В результате анализа отечественного и зарубежного опыта строительства в суровых климатических условиях Арктического региона выявлен ряд критериев, проведено их обобщение или систематизация, и, соответственно, они могут быть применены для оценки зеленого строительства, связанного с развитием арктических территорий (таблица 1).

Таблица 1

Критерии, характеризующие уровень зеленого строительства на арктических территориях

Код	Уровень
1	2
1	Энергоэффективности
1.1	Использование высокоэффективных теплоизоляционных материалов в практике строительства
1.2	Применение технологий для снижения потребления энергии
1.3	Внедрение систем автоматического управления энергопотреблением
2	Использования возобновляемых ресурсов
2.1	Применение древесины, камня и других устойчивых материалов
2.2	Участие в программах по повторному использованию материалов
2.3	Установка систем солнечной, геотермальной и ветряной энергетики
3	Управления отходами
3.1	Разработка системы сортировки и переработки строительных отходов
3.2	Минимизация обилия отходов за счет оптимизации процессов строительства
3.3	Обучение персонала методам экологичного обращения с отходами
4	Качества воздуха внутри помещений
4.1	Использование экологически чистых отделочных материалов

1	2
4.2	Обеспечение вентиляции и циркуляции воздуха, рекуперации
4.3	Установка систем очистки воздуха
5	Сохранения водных ресурсов
5.1	Внедрение технологий для экономии воды в сантехнических системах
5.2	Использование систем дождевой воды
5.3	Применение водосберегающих садов и озеленения
6	Ландшафтного восприятия
6.1	Интеграция зданий в природный ландшафт
6.2	Использование местных растений для озеленения
6.3	Учет местных экосистем при проектировании
7	Климатических адаптаций
7.1	Инженерные решения для защиты от сильных ветров и снегопадов
7.2	Применение многоуровневой теплоизоляции для защиты от холода
7.3	Проектирование с учетом климатических изменений
8	Долговечности и ремонтпригодности
8.1	Использование современных строительных технологий, таких как процесс 3D-печати конструкций
8.2	Подбор МТР и конструкций, обеспечивающих долговечность зданий
8.3	Разработка методов ремонта и модернизации зданий с использованием 3D-печати
9	Устойчивости к мерзлоте
9.1	Использование свайных технологий с учетом видов грунтов и глубины залегания сплошной вечной мерзлоты
9.2	Применение методов, направленных против подмораживания, оттаивания

1	2
9.3	Проведение геотехнического мониторинга
10	Экологической безопасности
10.1	Оценка воздействия строительства на местную экосистему
10.2	Разработка мер по защите биологического разнообразия
10.3	Учет миграционных путей животных и мест обитания
11	Использования местных материалов
11.1	Приоритетное использование местных природных ресурсов
11.2	Снижение углеродного следа при транспортировке материалов
11.3	Поддержка местных производителей
12	Энергетической автономии
12.1	Внедрение местных источников возобновляемой энергии
12.2	Системы аккумуляции энергии для стабильного энергообеспечения
12.3	Интеграция умных сетей для управления энергетическими ресурсами
13	Социальной ответственности
13.1	Учет интересов местного населения при разработке проектов
13.2	Сотрудничество с местными сообществами и организациями
13.3	Обучение и привлечение местных трудовых ресурсов в строительную сферу жизнедеятельности

Выводы

Мировой опыт зеленого строительства на арктических территориях показывает, что успешная реализация проектов возможна при условии комплексного подхода, включающего использование передовых технологий, адаптацию к местным условиям и учет экологических и социальных факторов. Интеграция принципов устойчивого развития в строительные проекты позволяет создать комфортные и безопасные условия для проживания и работы, минимизируя негативное воздействие на окружающую

среду и поддерживая экономическое и социальное развитие арктических регионов. Строительство в условиях Арктики требует от специалистов постоянного поиска инновационных решений и применения передовых технологий. Успех зависит от способности интегрировать знания и опыт различных стран, учитывая при этом уникальные особенности и потребности арктических территорий.

Примеры успешных проектов демонстрируют, что интеграция зеленых технологий и адаптация к арктическим условиям могут обеспечить устойчивое развитие и высокое качество жизни в экстремальных климатических условиях. Международное сотрудничество, совместные научные исследования и обмен передовым опытом играют ключевую роль в развитии арктических регионов, способствуя распространению знаний и лучших практик. Применение инновационных строительных материалов, конструкций, технологий, методов, использование возобновляемых источников энергии, умных систем управления зданиями позволяют создать условия для устойчивого развития и обеспечения высокого уровня жизни в Арктике. Разработанная в процессе проведения исследований система критериальных показателей позволяет оценивать уровень зеленого строительства на арктических территориях, обеспечивая их устойчивое развитие.

Литература

1. Чубик М.П. «Зеленые» технологии и их роль в ситуации ресурсного кризиса // Материалы V Всероссийской научно-практической конференции «Трансформация научных парадигм и коммуникативные практики в информационном социуме» (22-23 ноября 2012 года, ФГБОУ ВПО «НТТПУ», г. Томск). URL: lib.tpu.ru/fulltext/c/2012/C26/068.pdf (дата обращения 03.10.2024).

2. Лебедева М.А. Состояние и перспективы развития возобновляемой энергетики в регионах Крайнего Севера России // Проблемы развития территории. 2021. Т. 25. № 4. С. 139-155.

3. Ходачек И.А., Дельва К.И., Галустов К.А. Умные города на Крайнем Севере: сравнительный анализ Архангельска, Будё, Мурманска и Тромсё// Городские исследования и практики. 2020. Т. 5. № 1. С. 57–79. DOI: 10.17323/usp51202057-79.

4. Тамбовцева Т.Т., Терешина М.В. Управление отходами: международный опыт в контексте циклической экономики. Стратегии и инструменты экологически устойчивого развития экономики. Сборник трудов XV Международной научно-практ. конференции Российского общества экологической экономики. 2019. С. 216-221.

5. Тимофеев М.Ю. Рец. на .кн.: Российская Арктика в поисках интегральной идентичности: коллективная моногр. / отв. ред. О. Б. Подвинцев. - М. : Новый хронограф, 2016. С. 208.

6. Инженерно-строительный вестник Прикаспия: научно-технический журнал / Астраханский государственный архитектурно-строительный университет. Астрахань: ГАОУ АО ВО «АГАСУ», 2022. № 4 (42). С. 46–54.

7. Федорова О. И. Методы формирования общественно-рекреационных пространств в климатических условиях Арктики // Наука, образование и экспериментальное проектирование. Труды МАРХИ. 2017. С. 339–341.

8. Чернов С.Н., Чернова Т.И. Результаты реализации в Арктике государственных программ по ограничению выбросов парниковых газов // Вестник Томского государственного университета. Право. 2024. № 51. С. 149– 162. doi: 10.17223/22253513/51/12.

9. Благодетелева О. М. Вопросы формирования искусственной среды обитания в условиях Крайнего Севера // Экологические проблемы северных регионов и пути их решения: Материалы VI Всероссийской научной

конференции с международным участием (10–14 октября 2016 г., Апатиты). Апатиты: Изд. Кольского научного центра РАН, 2016. С. 312–317.

10. Черешнев И.В. Экологическая архитектура малоэтажного городского жилища: учебное пособие. Санкт-Петербург: Лань, 2020. С. 256.

11. Краснопольский Б. Х. Северо-арктические территории Дальнего Востока: влияние инфраструктурных факторов на процессы трансформации пространственного развития региона. Экономика региона, 20 (2), с. 556-573. DOI: 10.17059/ekon.reg.2024-2-14.

12. Кричевский С.В. Эволюция технологий, «зеленое» развитие и основания общей теории технологий. Журнал «Философия и космология», 2015, № 14. стр.120-139. URL: cyberleninka.ru/article/n/evolyutsiya-tehnologiy-zelyonoe-razvitie-i-osnovaniya-obschey-teorii-tehnologiy-9 (дата обращения 09.10.2024).

13. Артахинова А. Н., Кощеев В. А. Развитие инновационных подходов к повышению энергоэффективности зданий в условиях Крайнего Севера // Корпоративное управление и инновационное развитие экономики Севера: Вестник Научно-исследовательского центра корпоративного права, управления и венчурного инвестирования Сыктывкарского государственного университета. 2021. Т. 1. Вып. 4. С. 414—425. DOI: 10.34130/2070-4992-2021-1-4-414.

14. Организация экономического сотрудничества и развития. Окружающая среда. URL: oecd.org/ecolog.html (дата обращения 29.10.2024).

15. Яценко О.Ю., Беспятова Е.Б. Образование и право, 2021, № 11. Развитие Арктики в национальных проектах, с.24-29. DOI: 10.24412/2076-1503-2021-11-24-29.

References

1. Chubik M.P. Materialy V Vserossijskoj nauchno-prakticheskoj konferencii «Transformacija nauchnyh paradigm i kommunikativnye praktiki v

informacionnom sociume» (22-23 november 2012, FGBOU VPO «NTTPU», t. Tomsk). URL: lib.tpu.ru/fulltext/c/2012/C26/068.pdf (Date accessed 03.10.2024).

2. Lebedeva M.A. Problemy razvitiya territorii. 2021. V. 25. № 4. pp. 139-155.

3. Hodachek I.A., Del'va K.I., Galustov K.A. Gorodskie issledovaniya i praktiki. 2020. V. 5. № 1. pp. 57–79. DOI: 10.17323/usp51202057-79.

4. Tambovceva T.T., Tereshina M.V. Sbornik trudov HV Mezhdunarodnoj nauchno-prakt. konferencii Rossijskogo obshhestva jekologicheskoy jekonomiki. 2019. pp. 216-221.

5. Timofeev M.Ju. Rec. na kn.: Rossijskaja Arktika v poiskah integral'noj identichnosti: kollektivnaja monogr. Otv. red. O. B. Podvincev. M.: Novyj hronograf, 2016. P. 208.

6. Inzhenerno-stroitel'nyj vestnik Prikaspija: nauchno-tehnicheskij zhurnal. Astrahanskij gosudarstvennyj arhitekturno-stroitel'nyj universitet. Astrahan': GAOU AO VO «AGASU», 2022. № 4 (42). pp. 46–54.

7. Fedorova O. I. Nauka, obrazovanie i jeksperimental'noe proektirovanie. Trudy MARHI. 2017. pp. 339–341.

8. Chernov S.N., Chernova T.I. Vestnik Tomskogo gosudarstvennogo universiteta. Pravo. 2024. № 51. pp. 149–162. doi: 10.17223/22253513/51/12.

9. Blagodeteleva O. M. Materialy VI Vserossijskoj nauchnoj konferencii s mezhdunarodnym uchastiem (10–14 october 2016 t. Apatity). Apatity: Izd. Kol'skogo nauchnogo centra RAN, 2016. pp. 312–317.

10. Chereshev I.V. Ekologicheskaya arhitektura maloetazhnogo gorodskogo zhilishcha: Uchebnoe posobie [Ecological architecture of a low-rise urban dwelling: a textbook]. Sankt-Peterburg: Lan', 2020. P. 256.

11. Krasnopol'skij B. H. Jekonomika regiona, 20 (2), pp. 556-573. DOI: 10.17059/ekon.reg.2024-2-14.



12. Krichevskij S.V. Jevoljucija tehnologij, «zelenoe» razvitie i osnovanija obshhej teorii tehnologij. Journal «Philisofia i cosmologia», 2015, № 14, pp.120-139. URL: cyberleninka.ru/article/n/evolyutsiya-tehnologiy-zelyonoe-razvitie-i-osnovaniya-obschey-teorii-tehnologiy-9 (Date accessed 09.10.2024).

13. Artahinova A. N., Koshheev V. A. Vestnik Nauchno-issledovatel'skogo centra korporativnogo prava, upravlenija i venchurnogo investirovanija Syktyvkarskogo gosudarstvennogo universiteta. 2021. V. 1. Vyp. 4. pp. 414—425. DOI: 10.34130/2070-4992-2021-1-4-414.

14. Organizacija jekonomicheskogo sotrudnichestva i razvitija. Okruzhajushhaja sreda [Organization for Economic Cooperation and Development. Environment]. URL: oecd.ru/ecolog.html (Date accessed 29.10.2024).

15. Jacenko O.Ju., Bepjatova E.B. Obrazovanie i pravo 2021, № 11. Razvitie Arktiki v nacional'nyh proektah, pp.24-29. DOI: 10.24412/2076-1503-2021-11-24-29.

Дата поступления: 6.10.2024

Дата публикации: 21.11.2024