

Вестник Томского государственного  
архитектурно-строительного университета.  
2025. Т. 27. № 2. С. 79–94.

ISSN 1607-1859 (для печатной версии)  
ISSN 2310-0044 (для электронной версии)

Vestnik Tomskogo gosudarstvennogo  
arkhitekturno-stroitel'nogo universiteta –  
Journal of Construction and Architecture.  
2025; 27 (2): 79–94.  
Print ISSN 1607-1859  
Online ISSN 2310-0044

НАУЧНАЯ СТАТЬЯ

УДК 725.34

DOI: 10.31675/1607-1859-2025-27-2-79-94

EDN: JEOZWX

## ОСОБЕННОСТИ АРХИТЕКТУРНЫХ РЕШЕНИЙ АРКТИЧЕСКИХ ПОРТОВ СЕВЕРНОГО МОРСКОГО ПУТИ

**Инга Константиновна Глушкина**

*Центральный научно-исследовательский и проектный институт  
Министерства строительства и жилищно-коммунального хозяйства  
Российской Федерации («ЦНИИП Минстроя России»), г. Москва, Россия*

**Аннотация.** Актуальность исследования. Стратегические государственные задачи по дальнейшему освоению Арктики предполагают новый этап арктического строительства и реконструкции портов и городов Северного морского пути. Архитектурная задача состоит в консолидации новых и традиционных подходов, совершенствовании методов проектирования для создания комфортных условий для человека и минимизации антропогенного воздействия на окружающую среду.

В настоящей статье рассматриваются архитектурные аспекты, способствующие формированию комфортных и безопасных условий в проектируемых зданиях и сооружениях портовой инфраструктуры Северного морского пути, а также перспективные формы арктической портовой архитектуры. Изложена специфика создания архитектурных объектов в Арктике и рассмотрены следующие принципы арктической архитектуры: устойчивость, компактность, связи, инновации, модульность, адаптивность, а также применение архитектурных инструментов: свет, цвет, текстура, форма. Рассмотрен фактор строительства на вечной мерзлоте, формирующий требования к несущим структурам и фундаментам.

**Цели исследования.** Проведение оценочного и сравнительного анализа арктических условий и архитектурных факторов, определение ключевых проективных принципов и эффективных методов.

**Материалы и методы.** Исследование базируется на изучении природно-климатических условий Арктики, формирующих требования к архитектурным решениям портовых зданий и сооружений для арктических портов Северного морского пути. Применен метод анализа архитектурных принципов и инструментов для решения возникающего комплекса задач. Проведен сравнительный оценочный анализ зарубежного опыта.

**Результаты.** Комплексное рассмотрение архитектурных аспектов арктических портов с учетом инженерных, экологических и психофизиологических факторов с целью формирования единого подхода к архитектурному проектированию комфортной и безопасной среды для человека в Арктике.

**Ключевые слова:** архитектурное проектирование арктических портов, Северный морской путь, устойчивое развитие, среда обитания, планировка зданий и сооружений в Арктике, арктическая архитектура

**Для цитирования:** Глушкина И.К. Особенности архитектурных решений арктических портов Северного морского пути // Вестник Томского государственного архитектурно-строительного университета. 2025. Т. 27. № 2. С. 79–94. DOI: 10.31675/1607-1859-2025-27-2-79-94. EDN: JEOZWX

## ORIGINAL ARTICLE

**ARCHITECTURE DESIGN OF ARCTIC PORTS  
OF NORTHERN SEA ROUTE****Inga K. Glushkina***Central Research and Design Institute of the Ministry of Ministry  
of Construction, Housing and Utilities of the Russian Federation,  
Moscow, Russia*

**Abstract.** This article examines architectural aspects that contribute to the formation of comfortable and safe conditions of buildings of the port infrastructure of the Northern Sea Route as well as promising Arctic port architecture. The article describes architectural objects in the Arctic and considers the following principles of Arctic architecture: sustainability, compactness, connections, innovations, modularity, adaptability; and the use of architectural tools: light, color, texture, shape. Construction in permafrost conditions is also considered, which forms the requirements for load-bearing structures and foundations. In addition, the paper studies the foreign experience in and approaches to Arctic port architecture.

**Purpose:** To study the Arctic conditions and architecture, determining key design principles and effective methods.

**Research findings:** The study is based on the natural and climatic conditions of the Arctic, which form the requirements for architectural solutions of Arctic port buildings of the Northern Sea Route.

**Methodology:** The analysis of architectural principles and tools for solving the emerging set of problems. A comparative analysis of foreign experience. A comprehensive review of architectural aspects of Arctic ports, taking into account engineering, environmental and psychophysiological factors in order to form a unified approach to the architectural design of a comfortable and safe environment in the Arctic.

**Value:** Strategic state tasks for further development of the Arctic imply a new stage of Arctic construction and reconstruction of ports and cities. The architectural task is to consolidate new and traditional approaches and improve design methods to create comfortable conditions for people and minimize anthropogenic impact on the environment.

**Keywords:** architectural design, Arctic ports, Northern Sea Route, sustainable development, living environment, Arctic architecture

**For citation:** Glushkina I.K. Architecture Design of Arctic Ports of Northern Sea Route. Vestnik Tomskogo gosudarstvennogo arkhitekturno-stroitel'nogo universiteta – Journal of Construction and Architecture. 2025; 27 (2): 79–94. DOI: 10.31675/1607-1859-2025-27-2-79-94. EDN: JEOZWX

**Введение**

Форма определяется функцией – архитектурная парадигма, предложенная Л. Салливаном в конце XIX в., в условиях Арктики дополняется необходимостью соответствовать суровому климату, ограниченным ресурсам и отсутствию регулярного снабжения. В настоящей статье анализируются архитектурные аспекты, способствующие формированию комфортных и безопасных условий в проектируемых зданиях и сооружениях портовой инфраструктуры Северного морского пути (Севморпуть, СМП), а также перспективные формы арктической портовой архитектуры. Изложена специфика создания архитектурных объектов в Арктике и рассмотрены следующие принципы арктической архитектуры: устойчивость, компактность, связи, инновации, модульность, адаптивность, а также применение архитектурных инструментов: свет, цвет,

текстура, форма. Рассмотрен фактор строительства на вечной мерзлоте, формирующий требования к несущим структурам и фундаментам.

### Порты Северного морского пути

Развитие национального приоритета в Арктической зоне в условиях обостряющейся глобальной конкуренции приобретает важнейшее экономическое, логистическое, транспортное значение<sup>1</sup>. Северный морской путь в настоящее время играет значимую роль в условиях прямых экономических выгод эксплуатации коммерческого транспортного коридора для перевалки грузов и осуществления международного грузового транзита [1].

Не меньшее, а даже большее значение СМП имеет для развития отечественной Арктики, освоения ресурсного потенциала и обеспечения экономической стабильности и безопасности региона в целом. В данном контексте арктические порты Севморпути выступают не только опорными точками транспортного коридора, но и играют важнейшую роль в пространственном развитии арктических территорий. Отправные точки СМП: Мурманск, Кандалякша, Архангельск, Находка и Владивосток – включены в разветвленную железнодорожную транспортную сеть страны, остальные порты выполняют либо локальную функцию, либо соединены с глубинными территориями посредством меридионально текущих великих сибирских рек. При этом вопрос развития арктических территорий, обеспечения поставок и снабжения приобрел новую актуальность во внешнеполитических условиях последних лет, что зафиксировано в Транспортной стратегии России до 2030 года<sup>2</sup>. Нарботки по использованию комбинированной транспортной модели [2] претворяются в реальность, и важность развития железнодорожного сообщения в северной и приполярной зонах в сочетании с потенциалом СМП подтверждается на самом высоком уровне<sup>3</sup>. Расширение присутствия в Арктическом регионе, в том числе через активизацию производительных сил и наращивание экономического потенциала, зафиксировано в ключевых стратегических документах: Стратегии развития Арктической зоны до 2035 года<sup>4</sup>, Программе социально-экономического развития Арктики<sup>5</sup> и Морской доктрине<sup>6</sup>.

<sup>1</sup> Из выступления Президента Российской Федерации В.В. Путина на церемонии спуска на воду атомного подводного крейсера «Пермь». 27 марта 2025 г., г. Мурманск. URL: <http://www.kremlin.ru/events/president/transcripts/76556>

<sup>2</sup> Транспортная стратегия Российской Федерации до 2030 года с прогнозом на период до 2035 года. Утверждена Распоряжением Правительства Российской Федерации от 27 ноября 2021 года № 3363-р. URL: <http://government.ru/docs/43948> (дата обращения: 18.02.2025).

<sup>3</sup> Поручение Президента Российской Федерации по итогам совещания с членами правительства 16.08.2023 ускорить рассмотрение вопроса о строительстве Северо-Сибирской железнодорожной магистрали.

<sup>4</sup> Стратегия развития Арктической зоны Российской Федерации и обеспечения национальной безопасности на период до 2035 года. Утверждена Указом Президента Российской Федерации от 20.10.2020 г. № 645. URL: [http://www.scrf.gov.ru/security/economic/Arctic\\_stratery](http://www.scrf.gov.ru/security/economic/Arctic_stratery) (дата обращения: 18.02.2025).

<sup>5</sup> Государственная программа Российской Федерации «Социально-экономическое Развитие Арктической зоны Российской Федерации». Утверждена постановлением Правительства Российской Федерации от 30 марта 2021 г. № 484. URL: <http://government.ru/docs/all/133682> (дата обращения: 18.02.2025).

<sup>6</sup> Морская доктрина Российской Федерации. Утверждена Указом Президента Российской Федерации от 31.07.2022 г. № 512. URL: <http://www.kremlin.ru/acts/bank/48215> (дата обращения: 18.02.2025).

Карта Севморпути охватывает более 70 портов и перевалочных баз, большинство из которых находится в арктической и приполярной зонах. В Западную Арктику Росморречфлота<sup>7</sup> входят морские порты: Архангельск, Варандей, Витино, Диксон, Дудинка, Кандалакша, Мезень, Мурманск, Нарьян-Мар, Онега, Сабетта, Хатанга; в восточную – порты: Анадырь, Беринговский, Владивосток, Восточный, Зарубино, Находка, Ольга, Певек, Посъет, Провидения, Тикси, Эгвекинот (рис. 1).



Рис. 1. Порты СМП Восточной и Западной Арктической зоны<sup>8</sup>  
Fig. 1. NSR ports of the Eastern and Western Arctic zone

Порты Западной Арктической зоны, за исключением Дудинки, Нарьян-Мара и Хатанги, имеют круглогодичную навигацию и осуществляют ее поддержку, а также обеспечивают вывоз добываемых минеральных ископаемых и углеводородов. При этом, за исключением Мурманска и Кандалакши, порты имеют значительные ограничения по заходу и обслуживанию крупнотоннажных судов.

Порты Восточной Арктической зоны большей частью расположены в отдаленных районах, не имеющих сухопутных транспортных коммуникаций с основными транспортными артериями страны, и выполняют функцию снабжения близлежащих территорий и перевалку грузов. Основное развитие эти порты получили в 1940–50-е гг. для решения военно-стратегических задач. За исключением приморских портов, они не имеют круглогодичной навигации. Для данной зоны также характерны круглогодичные низкие температуры, ледовая обстановка, необходимость ледокольного обеспечения. В целях обслуживания СМП эти порты нуждаются в проведении мероприятий по реконструкции и модернизации [3]. На передний план выходят: возможность круглогодичной эксплуатации, ледовое обеспечение, организация аварийно-спасательного обеспечения в радиусе до 200 морских миль. Кроме того, представляется перспективным обеспечить возможности портов по обработке и хранению международных транзитных грузов, включая аварийное хранение, а также по бункеровке, снабжению и обслуживанию судов. Порты Приморья, специализировавшиеся в советское время на накоплении и обработке грузов для «северного завоза», а также выпол-

<sup>7</sup> Федеральное агентство морского и речного транспорта Министерства транспорта Российской Федерации (Росморречфлот), <https://morflot.gov.ru> (дата обращения: 18.02.2025).

<sup>8</sup> URL: [https://morflot.gov.ru/ob\\_agentstve/rukovodstvo/podvedomstvennyie\\_organizatsii/administratsii\\_morskih\\_portov/fgbu-administratsiya-morskikh-portov-zapadnoi-arktiki](https://morflot.gov.ru/ob_agentstve/rukovodstvo/podvedomstvennyie_organizatsii/administratsii_morskih_portov/fgbu-administratsiya-morskikh-portov-zapadnoi-arktiki); [https://morflot.gov.ru/ob\\_agentstve/rukovodstvo/podvedomstvennyie\\_organizatsii/administratsii\\_morskih\\_portov/fgbu-administratsiya-morskikh-portov-primorskogo-kрая-i-vostochnoi-arktiki](https://morflot.gov.ru/ob_agentstve/rukovodstvo/podvedomstvennyie_organizatsii/administratsii_morskih_portov/fgbu-administratsiya-morskikh-portov-primorskogo-kрая-i-vostochnoi-arktiki) (дата обращения: 18.02.2025).

нявшие мультимодальную логистическую функцию обработки всех типов грузов, в полной мере могут выполнять роль ключевых опорных хабов для обеспечения каботажных и международных грузоперевозок по СМП.

С 2010 г. в эксплуатацию введено 5 новых портов: Ванино, Варандей, Мыс Каменный («Ворота Арктики»), Пригородное и Сабетта. В ближайшие несколько лет планируется ввести в строй еще семь портов: Аврора, Индига, Лавна, Бухта Ура, Тулома, Ударник и Утренний (рис. 2).

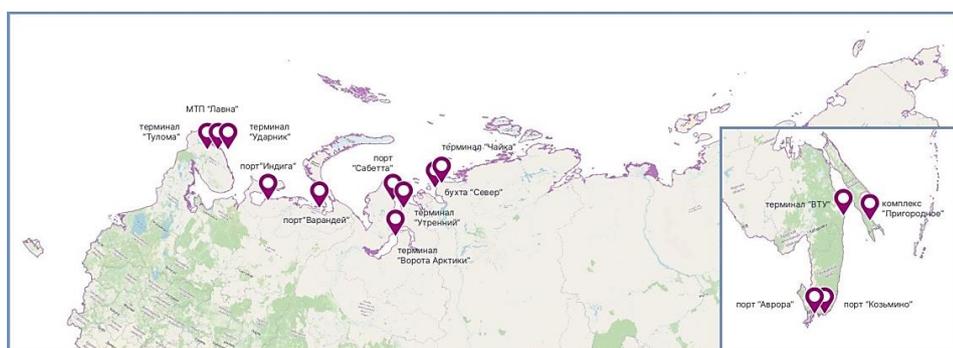


Рис. 2. Новые порты СМП  
Fig. 2. NSR new ports

Высокие (для Арктического региона) темпы строительства портовой инфраструктуры и имеющийся потенциал восстановления и модернизации существующих портов [4] создают новые возможности для архитектурного проектирования портовых и складских комплексов в арктических условиях с учетом использования наилучшего опыта, многолетних наработок и инновационных подходов.

За полярным кругом<sup>10</sup> находятся следующие порты транспортного каркаса СМП: Варандей, Витино, Дудинка, Кандалакша, Мурманск, Нарьян-Мар, Певек, Сабетта, Тикси, Хатанга и Эгвекинот. Высокая широтность положения предъявляет определенные требования к архитектуре зданий и сооружений. Для Заполярья характерны суровые климатические условия: низкая температура в течение большей части года, сильный ветер, значительный снеговой покров. Необходимо также учитывать, что подавляющее большинство северных портов СМП расположены в криолитозоне (т. н. зоне вечной мерзлоты), а порты Мурманск, Кандалакша и Архангельск – в зоне островного распространения многолетнемерзлых пород и грунтов (ММП, ММГ). Строительство в условиях ММП предъявляет целый комплекс требований к архитектурному проектированию зданий и сооружений.

### Архитектура портовых сооружений, особые условия Арктики

Тематика арктического строительства и приполярной архитектуры хорошо изучена отечественными исследователями. Вопросы комплексной портовой архитектуры рассматриваются в работах Н.Е. Зайцева, Н.С. Березы,

<sup>9</sup> URL: <http://geonovosti.terratech.ru> (дата обращения: 18.02.2025).

<sup>10</sup> Выше 66°33'44" северной широты.

С.Н. Масленникова, Е.С. Жендаревой, А.Г. Татевосяна, К.В. Селецкой, С.В. Новикова, С.Г. Прохорова-Малясова, Т.О. Сарвута и Ф.В. Перова. Вопросы строительства в Арктической зоне, специальных технологий и материалов освещаются в работах Е.А. Федотовой, Л.А. Дюбановой, Д.К. Таранова, А.Т. Беккера, К.С. Иванова, А.А. Мельниковой, Д.О. Скобелева, Е.Н. Потаповой, Д.Х. Михайлиди, В.В. Рудомазина и А.Г. Алексеева. Наибольший интерес представляет выделение инновационных подходов и методик в целях группировки влияющих факторов и формирования общих требований к портовой архитектуре новых и реконструируемых портов СМП.

При проектировании и строительстве в Арктической зоне необходимо учитывать комплекс факторов, связанный с удаленностью от основных освоенных территорий страны. Транспортная удаленность и сезонность поставок грузов и оборудования, короткий период проведения строительно-монтажных работ в суровых природно-климатических условиях, отсутствие развитой инфраструктуры, необходимость использования специализированного оборудования и технологий – все это требует от архитекторов применения определенных принципов и инструментов и их сочетаний [5], которые будут рассмотрены далее.

На свободу выбора архитектурных форм в арктическом строительстве существенное влияние оказывает и необходимость использования специальных фундаментных структур для многолетнемерзлых грунтов<sup>11</sup>. Свайные фундаменты в текущем моменте представляются оптимальными с точки зрения обеспечения устойчивости конструкций и снижения деформационных нагрузок при колебаниях грунтовой основы [6]. Для зданий и сооружений большой площади возможно использование пространственных несущих ферм с опорой на свайный фундамент (рис. 3).

При проектировании на ММГ толщиной свыше 10 м подполье выполняется свободно продуваемым, а строение поднимается на опорах на высоту снежного покрова в целях предотвращения нагрева (оттаивания) грунта от теплотерь строений. Для ММГ толщиной менее 10 м (слабомерзлые грунты) и зон деградации ММП<sup>12</sup> требуется проведение оттаивания и укрепления грунтов под котлован. Для временных и мобильных сооружений и конструкций могут использоваться насыпные подушки в качестве основания. Среди предлагаемых инновационных решений также можно отметить фундаментные конструкции с функцией теплового насоса [7], которые в отдельных случаях могут успешно конкурировать с вентилируемыми свайными конструкциями. Внедрение инновационных решений и материалов в арктическом проектировании и строительстве направлено на реализацию «устойчивых» проектов и расширение горизонтов освоения арктических территорий [8].

<sup>11</sup> Нормативные требования: СП 25.13330.2020 «Основания и фундаменты на вечномерзлых грунтах» – правила проектирования; СП 497.1325800.2020 «Основания и фундаменты зданий и сооружений на многолетнемерзлых грунтах. Правила эксплуатации»; СП 498.1325800.2020 «Основания и фундаменты зданий и сооружений на многолетнемерзлых грунтах. Требования к инженерной подготовке территории»; СП 496.1325800.2020 «Основания и фундаменты зданий и сооружений на многолетнемерзлых грунтах. Правила производства работ».

<sup>12</sup> Вопросам, связанным с таянием вечной мерзлоты, была посвящена отдельная секция «Как строить и эксплуатировать на многолетней мерзлоте» в рамках II Форума «Арктика – Регионы».



Рис. 3. Свайный фундамент на Ямале<sup>13</sup> (а); жилой дом на забивных бетонных сваях<sup>14</sup> (б); пространственный несущий свайный каркас базы «Арктический трилистник»<sup>15</sup> (в)  
 Fig. 3. Pile foundation on Yamal (a); residential building on driven concrete piles (b); spatial load-bearing pile frame of the Arctic Trefoil base (c)

**Принцип устойчивости** ставится Н. Зайцевым в основу перспективных архитектурных концепций арктических портов в западной формуле «устойчивого развития» (англ. sustainability) [9]. Данное направление очень часто связано с подменой понятий в сторону т. н. «зеленых технологий» и снижения выбросов (carbon footprints). В классическом понимании модель «устойчивого развития» предполагает минимизацию используемых при строительстве дефицитных ресурсов, а также максимальное снижение эксплуатационного потребления энергоресурсов и материалов, в том числе за счет применения технологий замкнутого цикла. Режим **ресурсоэкономии** на всех стадиях жизненного цикла зданий и архитектурных сооружений полностью отвечает суровым условиям арктического расположения портов СМП с учетом ограниченных логистических возможностей. Применение **возобновляемых и замкнутых технологий** в арктической архитектуре также рекомендуется в рассматриваемых Н.Е. Зайцевым наработках Королевского архитектурного института Канады (RAIC) и в применяемой рейтинговой системе «устойчивости» LEED<sup>16</sup> с балльной оценкой по шести критериям: а) устойчивое планирование территории; б) охрана водных ресурсов и водосбережение; в) энергоэффективность и применение альтернативной энергетики; г) сохранение материалов; д) качество создаваемой среды; е) внедрение инноваций в архитектуре и проектировании. Ключевым принципом «устойчивости» в экологическом преломлении должен стать подход нанесения минимального вреда хрупким и уязвимым арктическим экосистемам.

При проектировании портовых зданий и сооружений для арктических условий представляется важным рассмотреть все имеющиеся возможности внедрения технологий самообеспечения на основе местных ресурсных возможностей. При этом, учитывая критические параметры окружающей среды в зим-

<sup>13</sup> URL: <https://rcmm.ru/ekonomika-i-biznes/51902-vechnaja-merzlota-taet-ustoit-li-severnoy-zhiloj-fondpered-globalnym-potepleniem.html>

<sup>14</sup> URL: [https://yandex.ru/maps/10940/vorkuta/geo/privokzalnaya\\_ulitsa/1493629880/?l=stv%2Csta&ll=64.025131%2C67.471777&panorama%5Bdirection%5D=277.665542%2C-5.494253&panorama%5Bfull%5D=true&panorama%5Bpoint%5D=64.024128%2C67.469722&panorama%5Bspan%5D=98.390661%2C60.000000&z=14.28](https://yandex.ru/maps/10940/vorkuta/geo/privokzalnaya_ulitsa/1493629880/?l=stv%2Csta&ll=64.025131%2C67.471777&panorama%5Bdirection%5D=277.665542%2C-5.494253&panorama%5Bfull%5D=true&panorama%5Bpoint%5D=64.024128%2C67.469722&panorama%5Bspan%5D=98.390661%2C60.000000&z=14.28)

<sup>15</sup> URL: <https://structure.mil.ru/structure/forces/air/media/photo/gallery.htm?id=25668@cmsPhotoGallery>

<sup>16</sup> Leadership in Energy and Environmental Design – добровольная система сертификации зданий для оценки энергоэффективности и экологичности проектов устойчивого развития.

ний период, любые применяемые «возобновляемые» экологичные энергоисточники должны иметь дублирующие резервные системы на основе наиболее надежных и отработанных, хотя и не столь «зеленых» решений.

**Принцип компактности:** оценивая перспективы архитектурного проектирования в Арктике, А. Татевосян акцентирует внимание на консолидированном планировочном подходе к проектированию зданий и сооружений в составе функциональных групп [10]. Комплексная планировка обитаемой среды и рабочей функции способствует рациональному распределению и зонированию функциональных элементов среды. Согласно такому подходу, в случае невозможности размещения функциональных зон и элементов в составе одного строения, локализация уплотненных групп строений в Арктической зоне снижает воздействие негативных факторов внешней среды, таких как ветер и снег. Компактное размещение групп строений позволяет повысить безопасность перемещения между ними обслуживающего персонала в экстремальных условиях, таких как снежный буран. При компактном размещении строений требуется меньше тепловых и энергетических коммуникаций, что в свою очередь способствует ресурсосбережению.

**Принцип связей:** предложенной концепции «устойчивого развития» в целом соответствуют наработки ЛенЗНИИЭП<sup>17</sup> в области **крипто-климатических комплексов** [11], выполненные еще в СССР. Речь идет о создании архитектурных систем **замкнутого микроклимата**, совмещающих общественные, жилые, производственные и вспомогательные помещения, объединяемые в единый комплекс или соединяемые закрытыми переходами. В полной мере концепция крипто-климатического комплекса реализована в «Арктическом трилистнике» [12] (база на острове Земля Александры, архипелаг Земля Франца-Иосифа) и новом комплексе российской антарктической научной станции «Восток». Применительно к портовой архитектуре, где не всегда имеется возможность обеспечения консолидированного расположения всего комплекса зданий и строений, целесообразно проведение их группировки и соединения крытыми изолированными от внешней среды переходами. В отечественной практике в масштабах городского квартала такое решение отработано с конца 1970-х гг. на примере г. Удачный в Якутии (рис. 4). Практика подтвердила обоснованность таких решений в суровых условиях якутского Приполярья, в то же время необходимо отметить их высокую ресурсоемкость, что ограничило их распространение в северной градостроительной практике в течение последних 40 лет. Однако объединение жилых и административных зданий и социальных объектов крытыми отапливаемыми общественными зонами в рамках квартала планируется к внедрению в новой комплексной застройке г. Якутска в ближайшие 3–5 лет<sup>18</sup>.

Принцип инноваций в высокой степени востребован для решения двух ключевых проблем арктической архитектуры – теплопотерь и энергозатрат. Применение современных теплоизоляционных материалов в сочетании с архитек-

<sup>17</sup> Ленинградский зональный научно-исследовательский институт типового и экспериментального проектирования.

<sup>18</sup> Презентовано в рамках Российской строительной недели 2025, 11–14 марта 2025 г., Москва, секция «Основные аспекты совершенствования практик градостроительной деятельности в регионах», доклад «Структурные компоненты национального проекта "Инфраструктура для жизни"».

турными решениями позволяет достичь повышения теплоэффективности на новом уровне. В качестве примера решения такой задачи через архитектурную форму можно привести концепцию отказа от прямого «холодного угла» в планировке здания. Отход от прямоугольных форм в сторону полигональных или замещение углов радиусными формами позволяет отказаться от холодных, температурно нагруженных стыков и улучшить равномерность теплораспределения внутри помещений. Использование экструзионных самонесущих теплоизоляционных материалов, а также наносимых вспененных изоляций дает архитекторам большую свободу в проектировании и работе с формами. Оптимизация внешних форм зданий и сооружений с учетом негативных факторов внешней среды также может способствовать повышению качества проектов, снижению влияния ветровых нагрузок и связанных с ними теплопотерь. Рациональному сохранению тепловой энергии способствует устройство входных групп «шлюзового типа». Сокращению энергопотребления и поддержанию благоприятного микроклимата способствует также обязательное применение систем приточно-вытяжной вентиляции с теплоконвекторами.



Рис. 4. Станция «Арктический трилистник»<sup>19</sup> (а); объединение крытыми переходами в масштабе городского квартала, г. Удачный<sup>20</sup> (б)

Fig. 4. Arctic Trefoil station (a); unification by covered passages on the scale of a city block in Udachny (b)

**Принцип модульности:** реализация смелых и современных архитектурных проектов и изготовление всех элементов конструкций «на местах» не представляется возможным ввиду ограниченности местной ресурсной базы и крайней ограниченности технологического обеспечения и производительных сил. Задачу решает использование технологий модульного и крупноузлового строительства. Изготовление основных модулей и сооружений производится на «большой земле», а в местах назначения – в Арктической зоне – осуществляется сборка и монтаж. При этом, применительно к арктическим портам СМП, в условиях, когда не требуется доставка таких конструкций вглубь материковой зоны, размеры и форма готовых модулей ограничиваются только возможностями средств разгрузки непосредственно в портах [13]. Для складских и технических сооружений применяются сборные стальные конструкции с тепло-

<sup>19</sup> URL: <https://mil.ru/files/files/arctic/Arctic.html>

<sup>20</sup> URL: <https://gorodarus.ru/udachnyj.html>

изоляционной обшивкой из сэндвич-панелей, набирает обороты использование технологии ЛСТК<sup>21</sup> (рис. 5).

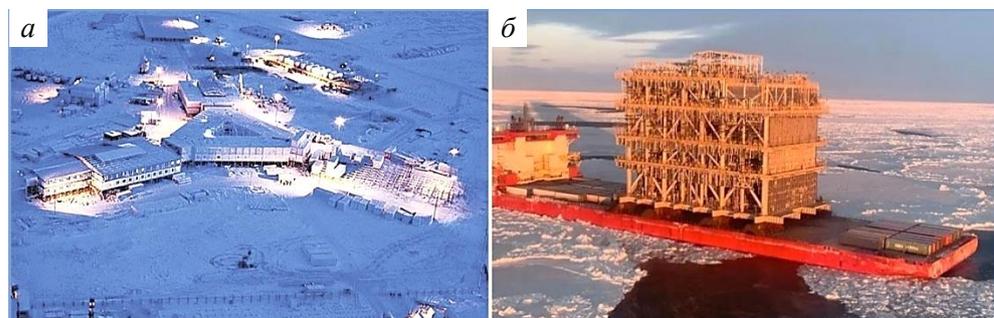


Рис. 5. Сборка станции «Северный клевер» из блок-контейнеров<sup>22</sup> (а); доставка технологического модуля по СМП<sup>23</sup> (б)

Fig. 5. Assembly of the Northern Clover station from block-containers (a); delivery of the process module via NSR (b)

**Принцип адаптивности:** еще одной особенностью арктических природно-климатических условий, оказывающей значительное влияние на нарушение биоритмов человека, является наличие полярного дня и полярной ночи в высоких широтах. В зависимости от местоположения, продолжительность непрерывных периодов темного и светлого времени может составлять от 30 до 45 сут каждый. Полярная ночь способна вызвать депрессивное состояние и психологическую усталость. Полярный день нарушает циклы сна, вызывает бессонницу и повышенную утомляемость. Это дополняется выраженными гравитационными и магнитными возмущениями, резкими скачками атмосферного давления, температуры и влажности воздуха. В совокупности с однообразным пейзажным окружением, дефицитом социально-культурного досугового обеспечения и неблагоприятными погодными условиями полярные день и ночь оказывают негативное влияние на психоэмоциональное состояние людей. Именно решению вопросов психологического и эмоционального спектра посвящено целое направление – **адаптивная архитектура**.

В своих исследованиях Т. Сарвут [14] определяет целью архитектуры создание комфортной среды обитания и жизнедеятельности людей. Условия Крайнего Севера диктуют необходимость превалирования факторов безопасности и защищенности над комфортностью среды. В предыдущие периоды основной архитектурный вектор в Арктическом регионе был направлен на проектирование стандартных, максимально дешевых и унифицированных «коробок», обеспечивающих базовые потребности условий обитания и безопасности. Современные требования уровня комфорта городской среды центральных регионов страны значительно превосходят имеющиеся «на северах», при этом действующие нормы проектирования не учитывают психофи-

<sup>21</sup> Легкие стальные тонкостенные конструкции

<sup>22</sup> URL: <https://topwar.ru/107989-v-2017-godu-v-arktike-vozvedut-bolee-100-kapitalnyh-obektov.html>

<sup>23</sup> URL: [https://www.novatek.ru/en/press/releases/index.php?id\\_4=4885&mode\\_4=all&id\\_4=166&from\\_4=9](https://www.novatek.ru/en/press/releases/index.php?id_4=4885&mode_4=all&id_4=166&from_4=9)

зическую составляющую или медико-психологические рекомендации. В распоряжении архитекторов имеется целый набор инструментов для формирования среды, направленной на создание комфорта: **свет, цвет, текстура** (материал) и **форма**. К.В. Селецкая, С.В. Новиков и Г.С. Прохоров-Малясов [15] полагают, что эстетическое решение материальных объектов формирует красоту, являющуюся важным фактором создания психологического комфорта и способствующую адаптации к условиям Арктики. Формирование эмоционального архитектурного пространства стимулирует производительную деятельность, воздействуя на сознательном и подсознательном уровнях. Рассмотрим такие инструменты подробнее.

**Свет:** недостаток ультрафиолетового излучения и световое голодание полярной ночью и в переходное время требуют обеспечения наилучшей инсоляции внутренних пространств, но использование панорамного остекления для Арктики неприемлемо в связи с высокими теплопотерями. Полярной ночью требуются дополнительные источники «естественного» спектра света внутри помещений, благоприятное влияние оказывает множественное размещение приборов рассеянного света, имитирующих естественное освещение.

Внешнее световое оформление зданий и сооружений выполняет три важные функции. Во-первых, оно необходимо для безопасности работ в темное время года. В рабочей зоне порта рекомендовано использовать источники бестеневого заливающего света. Во-вторых, внешняя подсветка зданий и сооружений нужна для обеспечения видимости и ориентирования в сложных погодных условиях. В-третьих, освещенность архитектурных объектов в суровой и неблагоприятной окружающей среде повышает ощущение комфортности в рамках реализации принципа адаптивности. Комбинирование цветного освещения также способствует реализации указанных функций. Световой дифференциацией можно разграничивать различные зоны или маркировать отдельные здания. Цветовой подсветкой могут выделяться подвижные части кранов и портовых механизмов. Кроме того, цветосветовое оформление способствует формированию позитивного восприятия и повышению контрастов (рис. 6).



Рис. 6. Световое оформление морского порта, г. Мурманск<sup>24</sup> (а); архитектурная подсветка порталных кранов, г. Мурманск<sup>25</sup> (б)

Fig. 6. Lighting of the seaport in Murmansk (a); architectural illumination of portal cranes in Murmansk (b)

<sup>24</sup> URL: <https://ecoshp.ru/blog/port-murmansk>

<sup>25</sup> URL: <https://portnews.ru/news/353591>

**Цвет:** с учетом превалявания белого цвета снега в окружающем пейзаже большую часть года использование ярких цветов и повышенной цветовой контрастности оправдано необходимостью хорошего обзора объектов в условиях ограниченной видимости. Яркие цвета также способствуют психологическому комфорту, тем самым облегчая работу персонала и рабочих порта. Использование теплых оттенков положительно влияет на комфортное эмоциональное восприятие и повышает психологическую устойчивость. Теплые цвета: жёлтый, оранжевый и красный – ассоциируются с солнцем и теплом, создавая ассоциативные цепочки. Цветовое сочетание синего и белого повышает видимость объектов в короткий летний период и может быть рекомендовано к комбинированию с теплой палитрой в составе архитектурных групп (рис. 7). Контрастное цветовое оформление необходимо для движущихся элементов (краны, кран-балки, кары, погрузчики и т. д.) в соответствии с принятыми нормами промышленной архитектуры.



Рис. 7. Цветовое оформление<sup>26</sup>:

*a* – поселок и порт Сабетта; *б* – г. Анадырь

Fig. 7. Color design:

*a* – Sabetta settlement and port; *b* – Anadyr city

Практика использования цветовых решений распространяется на все типы зданий и сооружений, включая объекты капитального строительства, портовые сооружения и инфраструктуру.

**Текстура** (материал): принцип ассоциативного восприятия также относится и к текстурам, предпочтительны ассоциации с ощущением надежности и безопасности (сочетание кирпича, штукатурки и натурального дерева), в наименьшей степени рекомендуется применять текстуры, ассоциирующиеся с холодом и льдом (сочетание стекла, металла и необработанного бетона).

**Форма:** формообразование архитектуры зданий в Арктике определяется функциональным назначением и внешними факторами окружающей среды. Форма арктического здания противостоит сильным ветрам и снегу. Идеальным арктическим строением можно признать иглу с точки зрения экономии строительного материала на внутренний объем, сохранения тепла и противостояния

<sup>26</sup> URL: <https://urahttps://ura.news/news/1052315707>; <https://lori.ru/42327285>

негативным факторам среды. Промышленный аналог иглу – геодезический купол. Близкие по форме структуры использованы в упомянутом выше «Арктическом трилистнике» и проекте перспективной арктической станции «Снежинка» (рис. 8). Близкие к сфероидам формы кровли также способствуют снижению снегозадержания и уменьшению снеговых нагрузок. Применительно к функциональным постройкам и складам в северных условиях получили распространение четырехскатные бесфронтоновые кровли. Применение модульного изготовления зданий и современных материалов в перспективе будет способствовать приближению к оптимальным обтекаемым объёмно-пространственным формам и дальнейшему отходу от прямых углов и линейно-плоских поверхностей.



Рис. 8. Формы перспективной арктической станции «Снежинка»<sup>27</sup> (а); проект арктического перерабатывающего комплекса<sup>28</sup> (б)

Fig. 8. Shapes of prospective Arctic station “Snezhinka” (a); project of the Arctic processing complex (b)

Свобода форм и сочетаний применительно к архитектуре экстремальных сред входит в концепцию «динамической архитектуры». По мнению О. Палкиной [16], применение отработанных технологий и методов строительства в новых контекстах универсальности и адаптивности предусматривает возможности трансформации внешнего облика и внутреннего функционального зонирования или назначения. В современном прочтении «динамическая архитектура» неразрывно связана с концепцией экологичности проекторочных решений и снижения антропогенного воздействия на внешнюю среду.

### Заключение

Освоение Арктики и развитие Севморпути входит в список первоочередных государственных приоритетов и будет осуществляться нарастающими темпами. Задачей архитекторов является в первую очередь обеспечение высокого уровня проработки проектов и концепций. Важно обеспечить не только решение «сегодняшних» проблем массового быстрого строительства «функциональных коробок» (утилитарно-функциональное освоение Арктики выполня-

<sup>27</sup> URL: <https://yanao.ru/press-tsentr/press-sluzhba>, размещено <https://yamal1.ru/novosti/2023/03/30/pervyi-v-mire-obrazovatelnyi-kompleks-na-vodorodnom-toplive-postroiat-v-ianao>

<sup>28</sup> URL: <https://marhi.ru/kafedra/project/extreme/index.php>

лось в течение последнего столетия), важно создать условия перспективного развития и формирования среды «завтрашнего дня».

Возможность использования модульных и сборных технологий делает свободу арктического архитектурного проектирования в некоторой степени безграничной. Ограниченность ресурсов и высокая затратность доставки заставляют отказываться от излишней футуристичности проектов, делая преждевременной для реализации концепцию купольных городов. Возвращаясь к парадигме Л. Салливана (форма определяется функцией), следует подчеркнуть, что арктические портовые здания и сооружения в первую очередь должны выполнять свою основную производственную функцию, обеспечивать комфортную и безопасную среду для человека в Арктике, а также соответствовать представленным в статье концепциям устойчивого развития и экологичности. В суровых условиях Арктики нет факторов «второго плана» или низкого приоритета, любая, даже самая маленькая ошибка при определенном стечении обстоятельств может стать критичной. При такой постановке задачи, когда каждая выполняемая функция выходит на первый план, комплексное архитектурное решение выступает далеко за пределы «простой квадратной коробки».

#### СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. *Боброва В.А.* Роль Северного морского пути в развитии регионов Арктической зоны России // Вектор экономики. 2020. № 6 (48). С. 29. EDN: LOSOSS
2. *Кибалов Е.Б.* Транспортное обеспечение освоения арктического шельфа России : системный анализ альтернатив // Политранспортные системы : материалы VIII Международной научно-технической конференции в рамках года науки Россия – ЕС «Научные проблемы реализации транспортных проектов в Сибири и на Дальнем Востоке», Новосибирск, 20–21 ноября 2014 г. Новосибирск : Сибирский государственный университет путей сообщения, 2015. С. 8–14. EDN: ТУХИХ
3. *Заостровских Е.А.* Морские порты Восточной Арктики и опорные зоны Северного морского пути // Регионалистика. 2018. Т. 5. № 6. С. 92–106. DOI: 10.14530/reg.2018.6.92. EDN: VRJONX
4. *Береза Н.С., Масленников С.Н., Жендарева Е.С.* Проекты арктических портов // Научный альманах Центрального Черноземья. 2022. № 2–7. С. 85–92. EDN: RUVDOS
5. *Порядин В.С.* Трудности при реализации проектов строительства в Арктике // Вестник науки. 2023. Т. 3. № 8 (65). С. 140–142. EDN: SFNXBI
6. *Алексеев А.Г.* Проблемы строительства зданий и сооружений в Арктике // Международный строительный конгресс. Наука. Инновации. Цели. Строительство : сборник тезисов докладов, Москва, 11–13 апреля 2023 г. Москва : АО «НИЦ «Строительство», 2023. С. 56–57. DOI: 10.37538/2949-219X-2023-56-57. EDN: DEOQUJ
7. *Хрусталева Л.Н., Хилимонюк В.З.* Новый фундамент для зданий в Арктике // Криосфера Земли. 2018. Т. 22. № 4. С. 25–30. DOI: 10.21782/KZ1560-7496-2018-4(25-30). EDN: XWBOAH
8. *Федотова Е.А., Дюбанова Л.А.* Инновации в строительстве в условиях Крайнего Севера: переосмысление технологий и материалов для устойчивого развития Арктики // Вестник Северо-Восточного государственного университета. 2024. № 42. С. 71–75. EDN: VFDHK
9. *Зайцев Н.Е.* Устойчивая архитектура арктических морских портов России // Наука, образование и экспериментальное проектирование. Труды МАРХИ : материалы Международной научно-практической конференции. Москва, 04–08 апреля 2016 г. Москва : Московский архитектурный институт (государственная академия), 2016. С. 158–161. EDN: MAFTGH
10. *Татевосян А.Г.* Настоящее и будущее архитектуры Арктики // Перспективные исследования в современном мире : сборник статей Международной научной конференции, Во-

- логда, 27 мая 2023 г. Санкт-Петербург : ООО «Международный институт перспективных исследований имени Ломоносова», 2023. С. 6–12. EDN: FELXZV
11. Перов Ф.В. Архитектура крипто-климатических комплексов для городов Арктики // Системные технологии. 2022. № 3 (44). С. 153–160. DOI: 10.55287/22275398\_2022\_3\_153. EDN: ZDMKIZ
  12. Николаева Е.К., Лахтин К.И., Глушкина И.К. Принципы проектирования административно-жилых комплексов в составе военных баз в Арктике Российской Федерации // Сборник научных трудов Донбасского государственного технического института. 2022. № 27 (70). С. 61–70. EDN: VXEFBT
  13. Таранов Д.К., Беккер А.Т. Перспективы портового гидротехнического строительства в условиях Арктики // Труды Крыловского государственного научного центра. 2024. № S1. С. 147–154. EDN: MDIQDJ
  14. Сарвут Т.О. Адаптивная архитектура Российской Арктики // Перспективы развития науки в современном мире : сборник статей по материалам IV Международной научно-практической конференции. В 5 частях. Часть 1, Санкт-Петербург, 14 декабря 2017 г. Санкт-Петербург : ООО «Дендра», 2017. С. 92–97. EDN: RPLTVA
  15. Селецкая К.В., Новиков С.В., Прохоров-Малысов Г.С. Влияние архитектуры на адаптацию человека к климатическим условиям Арктики // Известия Казанского государственного архитектурно-строительного университета. 2018. № 4 (46). С. 99–105. EDN: MJOYGT
  16. Палкина О.Л. Принципы планирования и проектирования в Арктике на основе динамической архитектуры // Наука, образование и экспериментальное проектирование. 2020. № 1. С. 263–266. DOI: 10.24411/9999-034A-2020-10063

## REFERENCES

1. Bobrova V.A. The Role of the Northern Sea Route in the Development of Regions of the Arctic Zone of Russia. *Vektor ekonomiki*. 2020; 6 (48): 29. EDN: LOSOSS (In Russian)
2. Kibalov E.B. Transport Support for the Arctic Shelf Development in Russia: A Systems Analysis of Alternatives. In: *Proc. 8th Int. Sci. Conf. 'Polytransport Systems'*. November 20–21. 2014. Novosibirsk, 2015. 738 p. ISBN 978-5-93461-680-0. EDN: TYXHZV (In Russian)
3. Zaoostrovskikh E.A. Seaports of the Eastern Arctic and Support Zones of the Northern Sea Route. *Regionalistika*. 2018; 5 (6): 92–106. DOI: 10.14530/reg.2018.6.92. EDN: VRJOHX (In Russian)
4. Bereza N.S., Maslennikov S.N., Zhendareva E.S. Arctic Port Projects. *Nauchnyi al'manakh Tsentral'nogo Chernozem'ya*. 2022; (2–7): 85–92. EDN: RUVDOS (In Russian)
5. Poryadin V.S. Difficulties in Implementing Construction Projects in the Arctic. *Vestnik nauki*. 2023; 3 (8 (65)): 140–142. EDN: SFNXBI (In Russian)
6. Alekseev A.G. Problems of Construction in the Arctic. In: *Proc. Int. Congr. 'Science. Innovations. Goals. Construction'*. April 11–13, 2023. Moscow, 2023. Pp. 56–57. DOI: 10.37538/2949-219X-2023-56-57. EDN: DEOQUJ (In Russian)
7. Khrustalev L.N., Khilimonyuk V.Z. New Building Foundation in the Arctic. *Kriosfera Zemli*. 2018; 22 (4): 25–30. DOI: 10.21782/KZ1560-7496-2018-4(25-30). EDN: XWBOAH (In Russian)
8. Fedotova E.A., Dyubanova L.A. Innovations in Construction in the Far North: Rethinking Technologies and Materials for Sustainable Development of the Arctic. *Vestnik Severo-Vostochnogo gosudarstvennogo universiteta*. 2024; (42): 71–75. EDN: VFDHK (In Russian)
9. Zaitsev N.E. Sustainable Architecture of Russian Arctic Seaports. In: *Proc. Int. Sci. Conf. 'Science, Education and Experimental Design'*. April 4–8. Moscow, 2016. Pp. 158–161. EDN: MAFTGH (In Russian)
10. Tatevosyan A.G. The Present and Future of Arctic Architecture. In: *Proc. Int. Sci. Conf. 'Advanced Research in the Modern World'*. Vologda, May 27, 2023. Saint-Petersburg, 2023. Pp. 6–12. EDN: FELXZV
11. Perov F.V. Architecture of Crypto-Climate Complexes for Arctic Cities. *Sistemnye tekhnologii*. 2022; 3 (44): 153–160. DOI: 10.55287/22275398\_2022\_3\_153. EDN: ZDMKIZ (In Russian)
12. Nikolaeva E.K., Lakhtin K.I., Glushkina I.K. Principles of Designing Administrative and Residential Complexes as Part of Military Bases in the Arctic of the Russian Federation. In: *Coll. Papers of the Donbass State Technical Institute*. 2022. 27 (70): 61–70. EDN: VXEFBT (In Russian)

13. *Taranov D.K., Bekker A.T.* Prospects for Port Hydraulic Engineering Construction in the Arctic. *Trudy Krylovskogo gosudarstvennogo nauchnogo tsentra*. 2024; (S1): 147–154. EDN: MDIQDJ (In Russian)
14. *Sarvut T.O.* Adaptive Architecture of the Russian Arctic. In: *Proc. 4th Int. Sci. Conf. 'Prospects of Science Development in the Modern World'*. In 5 parts. December 14, 2017. Part 1. Saint-Petersburg, 2017. Pp. 92–97. EDN: RPLTVA (In Russian)
15. *Seletskaya K.V., Novikov S.V., Prokhorov-Malyasov G.S.* The Influence of Architecture on Human Adaptation to the Climatic Conditions of the Arctic. *Izvestiya Kazanskogo gosudarstvennogo arkhitekturno-stroitel'nogo universiteta*. 2018; 4 (46): 99–105. EDN: MJOYGT
16. *Palkina O.L.* Principles of Planning and Design in the Arctic Based on Dynamic Architecture. *Nauka, obrazovanie i eksperimental'noe proektirovanie*. 2020; (1): 263–266. (In Russian)

#### Сведения об авторе

*Глушкина Инга Константиновна*, Центральный научно-исследовательский и проектный институт Министерства строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации («ЦНИИП Минстроя России»), 119331, г. Москва, пр. Вернадского, 29, [glushkina\\_inga@mail.ru](mailto:glushkina_inga@mail.ru)

#### Authors Details

*Inga K. Glushkina*, Central Research and Design Institute of the Ministry of Ministry of Construction, Housing and Utilities of the Russian Federation, 29, Vernadskii Ave., 119331, Moscow, Russia, [glushkina\\_inga@mail.ru](mailto:glushkina_inga@mail.ru)

Статья поступила в редакцию 12.03.2025  
Одобрена после рецензирования 17.03.2025  
Принята к публикации 19.03.2025

Submitted for publication 12.03.2025  
Approved after review 17.03.2025  
Accepted for publication 19.03.2025