

Определение уникальных особенностей и компенсирующих мероприятий при проведении проектирования в условиях Крайнего Севера

А.А. Лapidус, Ю.Р. Валитова, В.А. Мура

Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет

Аннотация: В статье анализируются особенности проектирования в условиях Крайнего Севера. Акцентируется внимание на необходимости учета климатических, географических и социально-экономических факторов, а также применения инновационных подходов для обеспечения экономического развития. Предлагаются компенсирующие мероприятия, направленные на смягчение негативных условий региона, способствующие успешной реализации проектов на Крайнем Севере, а также обеспечивающие безопасность и сокращение продолжительности возводимых объектов. Проводится исследование наиболее значимых компенсирующих мероприятий и их эффективное применение.

Ключевые слова: проектирование, Крайний Север, Арктика, особенности региона, уникальные факторы, климатические условия, географические условия, инновационные подходы, развитие, компенсирующие мероприятия.

Введение. Проектирование в условиях Крайнего Севера требует учета множества уникальных факторов и представляет собой комплекс мероприятий, направленных на обеспечение успешной реализации проектов со специфическими климатическими, географическими и социально-экономическими аспектами.

Уникальные особенности региона требуют особого подхода при проектировании, реализации строительных и инженерных решений. Применение инновационных решений и технологий способны значительно повысить эффективность проектирования и обеспечить устойчивое развитие инфраструктуры Крайнего Севера.

Подбор компенсирующих мероприятий (действий, направленных на смягчение негативных последствий) производится после уточнения особенностей условий Крайнего Севера.

Методы и материалы. В статье используется комплекс методов, включающий сбор, анализ, систематический поиск информации, сравнительный анализ источников для выявления закономерностей и противоречий, тематический анализ для группировки информации, метаанализ. В данной работе рассмотрим особенности уникальных условий Крайнего Севера, подобрав к каждой особенности компенсирующие мероприятия. Уникальные особенности Крайнего Севера можно разделить на две основные группы. Первая группа – специфические природно-климатические условия. Вторая группа – отсутствие или частичное отсутствие инфраструктуры.

Первая группа включает в себя:

- сложные инженерно-геологические условия;
- повышенные ветровые воздействия;
- повышенные снеговые воздействия;
- сейсмические воздействия;
- экстремально низкие температуры.

Вторая группа включает в себя:

- инженерные сети и системы;
- дороги (автомобильные, железнодорожные);
- обустройство строительной площадки;
- материально-технические ресурсы;
- отсутствие трудовых ресурсов в районе строительства.

Рассмотрим вышеперечисленные особенности и подберем компенсирующие мероприятия к каждой из групп.

Сложные инженерно-геологические условия. Преобладание вечной мерзлоты является ключевым фактором, требующим особого подхода к проектированию и строительству фундаментов. Оттаивание мерзлых грунтов может привести к деформациям и разрушению конструкций, поэтому

необходимо предусматривать мероприятия по термостабилизации грунтов. Наличие многолетнемерзлых пород с высоким содержанием льда усугубляет проблему. Кроме того, распространены процессы криогенного пучения, термокарста и солифлюкции, создающие дополнительные риски для устойчивости зданий и сооружений. Сложный рельеф, обилие болот и водоемов затрудняют проведение инженерных изысканий и строительно-монтажных работ. Все эти факторы требуют тщательного изучения инженерно-геологических условий, разработки проектных решений и применения технологий для обеспечения надежности и долговечности строительных объектов [1].

Повышенные ветровые нагрузки. Здания и сооружения, расположенные в таких районах, подвергаются экстремальным ветровым нагрузкам, которые могут привести к повреждению конструкций, кровли и облицовки. Сильный ветер также создает дополнительные трудности при проведении строительных работ, затрудняя монтаж конструкций и повышая риск несчастных случаев. Для обеспечения ветроустойчивости зданий и сооружений необходимо тщательно продумывать конструктивные решения, использовать прочные и устойчивые к ветру материалы, а также учитывать ветровые нагрузки при проектировании. Кроме того, важно проводить регулярные обследования и техническое обслуживание зданий и сооружений для своевременного выявления и устранения повреждений, вызванных воздействием ветра [2].

Повышенные снеговые воздействия. Обильные снегопады приводят к образованию высоких снежных заносов, особенно вблизи зданий и сооружений. Накопление снега на крышах увеличивает нагрузку на конструкции, что может привести к их деформации и обрушению. Снежные заносы затрудняют доступ к объектам, блокируют проезды и проходы, а также создают проблемы с вентиляцией и освещением. Для борьбы с

негативными последствиями снеговых нагрузок необходимо учитывать климатические особенности при проектировании зданий и сооружений, предусматривать системы снегозадержания и снегоудаления, а также регулярно очищать крыши и прилегающие территории от снега [3].

Сейсмические воздействия. Несмотря на низкую сейсмическую активность по сравнению с сейсмически активными зонами, отдельные районы Крайнего Севера подвержены землетрясениям, которые могут представлять угрозу для инфраструктуры. Кроме того, таяние вечной мерзлоты может приводить к изменению свойств грунтов и усилению сейсмических колебаний, что повышает риск повреждения зданий и сооружений. Поэтому при проектировании и строительстве объектов в сейсмоопасных районах Крайнего Севера необходимо учитывать сейсмические нагрузки, продумывать конструктивные решения, использовать сейсмостойкие материалы и технологии, а также проводить регулярный мониторинг состояния зданий и сооружений для своевременного выявления и устранения возможных повреждений [4].

Экстремально низкие температуры. Низкие температуры приводят к промерзанию грунтов, ухудшению свойств материалов, а также к увеличению хрупкости конструкций. Проведение строительно-монтажных работ в зимний период осложняется необходимостью применения специальных технологий и материалов, обеспечивающих возможность монтажа конструкций при отрицательных температурах. Для обеспечения надежности и долговечности строительных объектов в условиях экстремально низких температур необходимо использовать морозостойкие материалы и принимать меры по предотвращению замерзания и обледенения конструкций.

Инженерные сети и системы. Отсутствие инженерных сетей и систем на Крайнем Севере создает серьезные трудности для региона.

Существующие экологические риски требуют осторожного подхода к эксплуатации инженерных систем. Компенсирующие мероприятия для решения проблем отсутствия инженерных сетей на Крайнем Севере включают разработку мобильных и модульных систем, установку альтернативных автономных источников энергии, таких как ветрогенераторы [5-7].

Дороги (автомобильные, железнодорожные). Отсутствие автомобильных и железнодорожных дорог на Крайнем Севере создает серьезные проблемы с доступностью и мобильностью. Необходимо развитие альтернативных транспортных решений, включая воздушные и водные маршруты для обеспечения связи с удалёнными населёнными пунктами [8].

Обустройство строительной площадки. Организация строительной площадки в условиях Крайнего Севера представляет собой сложную задачу. Требуется уделять особое внимание к основаниям зданий и сооружений, что приводит к сложным и дорогостоящим решениям, например, термостабилизация грунтов. Суровый климат с экстремально низкими температурами, сильными ветрами и коротким световым днем затрудняет проведение строительных работ и требует использования специализированной техники и материалов, устойчивых к морозам. Логистика усложняется из-за удаленности, отсутствия развитой инфраструктуры и сезонности транспортных путей, что приводит к увеличению стоимости доставки материалов и оборудования. Обеспечение комфортных условий для проживания и работы персонала также является сложной задачей, требующей создания вахтовых поселков с развитой инфраструктурой. Необходимо обеспечить эффективное утепление рабочих мест, складов и жилых помещений, а также предусмотреть системы обогрева для поддержания комфортных условий труда и предотвращения промерзания материалов и оборудования. Особое внимание следует уделить инженерной

инфраструктуре: водоснабжению, канализации и электроснабжению. Для предотвращения замерзания трубопроводов используются системы теплоизоляции, обогрева и периодической продувки. Электроснабжение, как правило, осуществляется от автономных источников, что требует обеспечения резервирования и повышенной надежности. При проведении строительных работ в условиях Крайнего Севера существенно возрастают требования к технике: ее морозостойкости, проходимости и надежности. Рабочий персонал должен пройти специальную подготовку, включающую обучение работе в условиях низких температур [9].

Материально-технические ресурсы. Удаленность территорий, слабая транспортная инфраструктура и суровые климатические условия значительно усложняют доставку необходимых материалов, оборудования и техники. Сезонность навигации по Северному морскому пути и ограниченная пропускная способность существующих дорог приводят к задержкам и удорожанию логистики. Отсутствие местных производителей строительных материалов вынуждает полностью полагаться на поставки из других регионов, что увеличивает зависимость от внешних факторов и подвергает проекты риску срыва сроков. Кроме того, климатические особенности предъявляют повышенные требования к материалам и технике, что сужает выбор и увеличивает их стоимость.

Отсутствие трудовых ресурсов в районе строительства. Квалифицированные специалисты, имеющие опыт работы в арктических условиях, особенно востребованы, что приводит к высокой конкуренции и увеличению заработной платы. Низкая плотность населения в регионе также ограничивает возможности привлечения местных кадров. Вахтовый метод является основным способом работы персонала, однако он связан с дополнительными затратами на организацию проживания, питания и транспортировки рабочих [10].

На основании выявленных уникальных особенностей проектирования в условиях Крайнего Севера, определим компенсирующие мероприятия, которые помогут минимизировать риски и повысить эффективность реализации проектов. На рис.1 и рис.2 представлены компенсирующие мероприятия на основании выявленных особенностей.

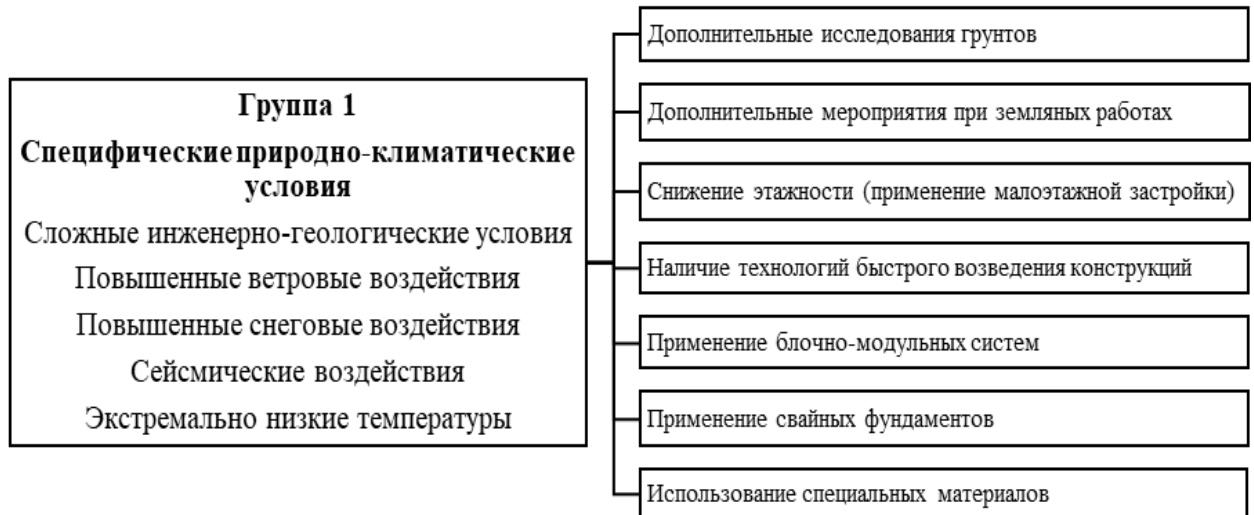


Рис. 1. - Определение компенсирующих мероприятий на основании выявленных особенностей группы 1 - Специфические природно-климатические условия.

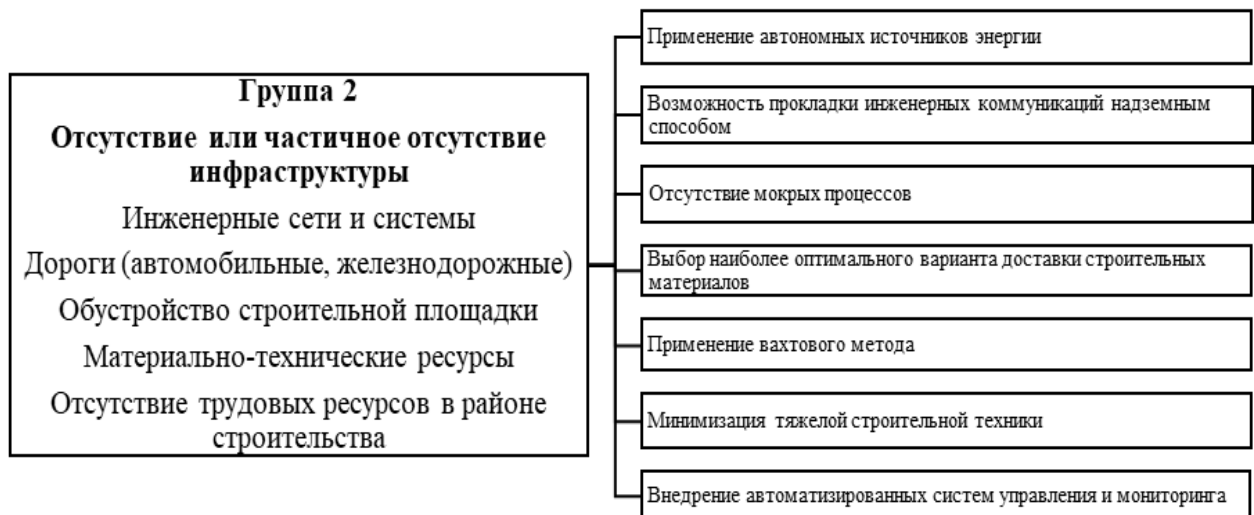


Рис. 2. - Определение компенсирующих мероприятий на основании выявленных особенностей группы 2 - Отсутствие или частичное отсутствие инфраструктуры.

Результаты. В ходе исследования, применив метод экспертного опроса, выявлены наиболее значимые компенсирующие мероприятия, набравшие веса 0,10, а также менее значимые, набравшие веса 0,04. Компенсирующие мероприятия и их веса, выявленные в результате экспертного опроса представлены в таблице № 1.

Таблица № 1

Веса компенсирующих мероприятий по результатам экспертного опроса

№	Компенсирующие мероприятия	Вес компенсирующего мероприятия (w)
1.	Дополнительные исследования грунтов	0,10
2.	Наличие технологий быстрого возведения конструкций	0,10
3.	Применение блочно-модульных систем	0,09
4.	Внедрение автоматизированных систем управления и мониторинга	0,09
5.	Отсутствие мокрых процессов	0,09
6.	Дополнительные мероприятия при земляных работах	0,08
7.	Выбор наиболее оптимального варианта доставки строительных материалов	0,07
8.	Применение автономных источников энергии	0,07
9.	Возможность прокладки инженерных коммуникаций надземным способом	0,07
10.	Минимизация тяжелой строительной техники	0,06
11.	Применение свайных фундаментов	0,06
12.	Использование специальных материалов	0,05
13.	Снижение этажности (применение малоэтажной застройки)	0,04
14.	Применение вахтового метода	0,04
	Сумма весов:	1

Результаты исследований показывают максимально успешную реализацию проекта при выполнении всех компенсирующих мероприятий. При выполнении выборочных мероприятий наиболее эффективным решением является выполнение мероприятий с большими весами, таким образом эффективность проекта увеличивается.

Выводы.

Проведенное исследование по определению уникальных особенностей и компенсирующих мероприятий при проведении проектирования в условиях Крайнего Севера выявило потребность в комплексном подходе и учете множества факторов при проектировании и строительстве. Развитие территории Крайнего Севера представляет собой сложную и многогранную задачу.

Предложенные компенсирующие мероприятия, направленные на минимизирование негативных последствий суровых условий, являются частью успешной реализации проектов на Крайнем Севере, а также обеспечивают безопасность и сокращение продолжительности возводимых объектов. Использование эффективных материалов и технологий, учет особенностей региона и адаптация к климатическим условиям являются залогом долгосрочного и последовательного развития региона.

Литература

1. Давидюк А.А. Научно-техническое сопровождение проектирования объектов повышенного уровня ответственности // Промышленное и гражданское строительство. 2020. С. 29-33.

2. Сухарев Ф.И., Иваненко Н.А., Семёнов С.Ю. Реакция здания с кинематической системой сейсмоизоляции на ветровое воздействие и её анализ средствами Лира-САПР // Инженерный вестник Дона. 2021. №1. URL: ivdon.ru/uploads/article/pdf/IVD_16__1_Sukharev_Ivanenko_Semenov.pdf_b414a94e0a.pdf.

3. Никифоров А.Я., Самсонов Я.М., Корнилов Т.А. Методика исследования снеговых нагрузок на большепролетных покрытиях сводчатого очертания в условиях крайнего севера // Современные проблемы строительства и жизнеобеспечения: безопасность, качество, энерго- и ресурсосбережения. 2016. С. 358-363.

4. Бунов А.А., Сидоров Д.С. Традиционные принципы проектирования рамных стальных сейсмостойких конструкций // Инженерный вестник Дона. 2024. №4. URL: ivdon.ru/uploads/article/pdf/IVD_51__4y24_Bunov_Sidorov.pdf_10b1c89e7e.pdf.

5. Gavrilova Zh L. Problems and conditions for using renewable energy sources in the energy supply systems of the Far North // IOP Conference Series: Earth and Environmental Sciences. 2022. URL: doi.org/10.1088/1755-1315/979/1/012154/.

6. Абдуллазянов Э.Ю., Сабитов Л.С., Айзатуллин М.М., Адушкин К.Г., Гарькина В.А. Напряженно-деформированное состояние сооружений электросетевого хозяйства, расположенных в условиях Крайнего Севера // Инженерный вестник Дона. 2024. №11. URL: ivdon.ru/uploads/article/pdf/IVD_23N11y24_Abdulzanov.pdf_4537cd437f.pdf.

7. Геселько А.М., Ушакова И.Г. Проектирование систем водоснабжения и водоотведения в суровых климатических условиях Сибири // Вестник омского государственного аграрного университета. 2015. №4. С. 71-77.

8. Серова В.А. Проблемы транспортной обеспеченности Севера: социальный аспект // Национальные интересы: приоритеты и безопасность. 2010. №32. С. 66-71.

9. Загорская А.В., Лapidус А.А. Научно-техническое сопровождение проектных решений по организации строительства уникальных объектов // Наука и бизнес: пути развития. 2021. С. 41-47.



10. Korneeva Ya A, Simonova N N. Psychological adaptation of shift staff for different activities in the Far North // International Journal of Occupational Safety and Ergonomics. 2021. URL: doi.org/10.1080/10803548.2021.1912447.

References

1. Davidyuk A.A. Promy`shlennoe i grazhdanskoe stroitel`stvo. 2020. pp. 29-33.
2. Suxarev F.I., Ivanenko N.A., Semyonov S.Yu. Inzhenernyj vestnik Dona. 2021. №1. URL: ivdon.ru/uploads/article/pdf/IVD_16__1_Sukharev_Ivanenko_Semenov.pdf_b414a94e0a.pdf.
3. Nikiforov A.Ya., Samsonov Ya.M., Kornilov T.A. Sovremennyy`e problemy` stroitel`stva i zhizneobespecheniya: bezopasnost`, kachestvo, e`nergo- i resursosberezheniya. 2016. pp. 358-363.
4. Bunov A.A., Sidorov D.S. Inzhenernyj vestnik Dona. 2024. №4. URL: ivdon.ru/uploads/article/pdf/IVD_51__4y24_Bunov_Sidorov.pdf_10b1c89e7e.pdf.
5. Gavrilova Zh L. IOP Conference Series: Earth and Environmental Sciences. 2022. URL: doi.org/10.1088/1755-1315/979/1/012154.
6. Abdullazyanov E`.Yu., Sabitov L.S., Ajzatullin M.M., Adushkin K.G., Gar`kina V.A. Inzhenernyj vestnik Dona. 2024. №11. URL: ivdon.ru/uploads/article/pdf/IVD_23N11y24_Abduluzanov.pdf_4537cd437f.pdf.
7. Gesel`ko A.M., Ushakova I.G. Vestnik omskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. 2015. №4. pp. 71-77.
8. Serova V.A. Nacional`ny`e interesy`: priority` i bezopasnost`. 2010. №32. pp. 66-71.
9. Zagorskaya A.V., Lapidus A.A. Nauka i biznes: puti razvitiya. 2021. pp. 41-47.



10. Korneeva Ya A, Simonova N N. I International Journal of Occupational Safety and Ergonomics. 2021. URL: doi.org/10.1080/10803548.2021.1912447.

Дата поступления: 1.03.2025

Дата публикации: 25.04.2025