

Научный вестник Ямало-Ненецкого автономного округа. 2024. № 1. (122). С. 37-48.

Scientific Bulletin of the Yamal-Nenets Autonomous District. 2024. № 1. (122). P. 37-48.

ИНЖЕНЕРНАЯ ГЕОЛОГИЯ, МЕРЗЛОТОВЕДЕНИЕ И ГРУНТОВЕДЕНИЕ

Научная статья

УДК 624.05

doi: 10.26110/ARCTIC.2024.122.1.003

УПРАВЛЕНИЕ РИСКАМИ ПРОЕКТА ПРИ СТРОИТЕЛЬСТВЕ В УСЛОВИЯХ КРАЙНЕГО СЕВЕРА

Сергей Дмитриевич Щев

Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет, Санкт-Петербург, Россия

shchevsergei@mail.ru

Аннотация. В статье проанализирована степень влияния природно-климатических факторов, присущих районам Крайнего Севера, на процесс строительства. Идентифицированы возможные риски реализации инвестиционно-строительных проектов в условиях Крайнего Севера. Выполнен качественный анализ идентифицированных рисков и осуществлено ранжирование рисков по степени опасности риска. Разработан план реагирования на наступление рисков, характерных для строительства в районах Крайнего Севера.

Ключевые слова: Крайний Север, Арктика, строительство, организация строительства, строительно-монтажные работы в зимних условиях, управление рисками проекта.

Цитирование: Щев С.Д. Управление рисками проекта при строительстве в условиях Крайнего Севера // Научный вестник Ямало-Ненецкого автономного округа. 2024. (122). № 1. С. 37–48. doi: 10.26110/ARCTIC.2024.122.1.003.

Original article

PROJECT RISK MANAGEMENT DURING CONSTRUCTION IN THE FAR NORTH

Sergey D. Shchev

St. Petersburg State University of Architecture and Civil Engineering,

St. Petersburg, Russia

shchevsergei@mail.ru

Abstract. The article analyzes the degree of influence of natural and climatic factors inherent in the regions of the Far North on the construction process. Possible risks of implementing investment and construction projects in the Far North have been identified. A qualitative analysis of the identified risks was carried out and the risks were ranked according to the degree of danger of the risk. A plan has been developed to respond to the onset of risks characteristic of construction in the Far North.

Keywords: Far North, Arctic, construction, organization of construction, construction and installation work in winter conditions, Project Risk Management.

Citation: S.D. Shchev. Project risk management during construction in the Far North // Scientific Bulletin of the Yamal-Nenets Autonomous District. 2024. (122). № 1. P.37–48. Doi: 10.26110/ARCTIC.2024.122.1.003.

Введение

Развитие районов Крайнего Севера Российской Федерации отвечает политическим и экономическим интересам Российской Федерации, а также интересам национальной безопасности. Развитие и поддержка жилищного строительства, строительства инженерной и социальной инфраструктуры является одной из целей реализации Стратегии развития Арктической зоны Российской Федерации, утвержденной Указом Президента Российской Федерации от 26.10.2020 г. № 645 [1].

Производство строительно-монтажных работ в районах Крайнего Севера осложнено множеством условий, характерных для районов Крайнего Севера. Продолжительный период низких отрицательных температур наружного воздуха, повышенная ветровая нагрузка, крайне низкая

плотность населения, высокая чувствительность экологических систем к внешним воздействиям, тяжелая логистическая цепочка при доставке материалов и рабочих на строительную площадку, высокая сметная стоимость строительства и другие внешние факторы определяют необходимость поиска наиболее эффективной организационно-технологической схемы производства строительно-монтажных работ.

Для достижения целей инвестиционно-строительного проекта, подверженного множеством факторов вероятностного характера, необходимо управление рисками проекта, возникающими в процессе строительства.

Процесс управления рискам проекта заключается в определении и анализе рисков проекта, планировании и выполнении мероприятий по реагированию на риски, а также мониторинг и контроль рисков [2].

Риском называют неопределенное событие или условие, наступление которого отрицательно или положительно сказывается на целях и задачах проекта. Наступление риска может привести к изменению содержания и качества получаемых результатов, сроков исполнения работ и бюджета проекта [2].

В работе разработан план реагирования на риски инвестиционно-строительного проекта, характерные для районов Крайнего Севера, который позволит сократить сроки принятия организационных решений на строительной площадке в условиях неопределенности, обусловленной влиянием вариативных значений природно-климатических факторов районов Крайнего Севера.

Анализ влияния природно-климатических факторов районов Крайнего Севера на строительно-монтажные работы

Среди характерных для районов Крайнего Севера природно-климатических факторов наибольшее влияние на технологию, сроки и стоимость выполнения строительно-монтажных работ оказывает температура наружного воздуха. В зависимости от значений температуры наружного воздуха применяются различные технологии выполнения бетонных, каменных, сварочных, штукатурных работ, так называемых «мокрых процессов», а также выполнения земляных работ [3].

При выполнении «мокрых процессов» в зимних условиях для различных видов работ применяют аналогичные технологии, такие как применение противоморозных добавок, электропрогрев и электрообогрев конструкции при различных режимах прогрева, что определяется организационно-технологической документацией на выполнение работ. Выбор той или иной технологии производства работ и режимов прогрева зависит от значений температуры наружного воздуха [3].

Помимо влияния на технологию выполнения работ температура наружного воздуха оказывает влияние и на производительность работ, что подтверждается исследованиями Федосенко В.Б. в его работе [4], а также исследованием Климова С.Э. [5]. Физиологически обусловлено, что нормальная жизнедеятельность человека, при которой достигим наивысший уровень производительности труда, возможна в достаточно узком интервале температур $+20 \pm 3^\circ$. Отклонение температуры за пределы этого интервала в отрицательную или положительную сторону способствует возникновению физиологического дискомфорта и снижению уровня производительности труда. Физиологические исследования показателя самочувствия человека доказали, что уровень самочувствия человека зависит не только от экстремальности значений температуры и ветра, но и от всей совокупности составляющих климатического фактора (влажности, атмосферного давления и т.д.) [4].

В своей работе [4] Федосенко В.Б. определил зависимость производительности различных видов работ от температуры наружного воздуха, которая отражена в таблице 1.

Согласно работе [4] Федосенко В.Б. на процесс выполнения строительно-монтажных работ влияет и ветровая нагрузка. Например, при достижении скорости ветра значений 10-15 м/с производство монтажных работ не допускается. При оценке влияния ветровой нагрузки на производительность труда Федосенко В.Б. установил, что влияние эффективных отрицательных температур на производительность труда значительно выше влияния ветра [4].

При достижении температуры -35°C производство строительно-монтажных работ на открытом воздухе приостанавливается.

Таблица 1. Таблица экспертной оценки производительности труда [3]

		Производительность. 1-я группа. Механизированные работы		Производительность. 2-я группа. СМР, выполняемые на открытом воздухе		Производительность. 3-я группа. Работы, выполняемые в закрытом отапливаемом помещении
№ кривых		1-1	1-2	2-1	2-2	3-1
1	2	3	4	5	6	7
№№ п/п	Температура воздуха, °С	Механизированные земельные работы, %	Погрузо-разгрузочные работы, %	Все работы, включающие «мокрые» процессы, %	Все работы, не входящие в группу 2-1, %	Все работы, выполняемые в закрытом тепловом контуре, %
1	30	82,92	81,15	73,4	74,53	94,75
2	25	92,43	93,39	94,5	97,8	98,6
3	20	100	100	100	100	100
4	15	100	100	96,4	97,6	100
5	10	100	98,33	94,39	96,35	100
6	5	100	97,18	90,08	92,15	100
7	0	99,11	96,34	82,33	87,47	100
8	-5	98,35	94,32	73,05	81,18	98,4
9	-10	98,01	92,82	46,45	76,38	95,74

Продолжение таблицы 1

№ кривых		Производительность. 1-я группа. Механизированные работы		Производительность. 2-я группа. СМР, выполняемые на открытом воздухе		Производительность. 3-я группа. Работы, выполняемые в закрытом отапливаемом помещении
		1-1	1-2	2-1	2-2	3-1
1	2	3	4	5	6	7
№№ п/п	Температура воздуха, °С	Механизированные земельные работы, %	Погрузо-разгрузочные работы, %	Все работы, включающие «мокрые» процессы, %	Все работы, не входящие в группу 2-1, %	Все работы, выполняемые в закрытом тепловом контуре, %
10	-15	97,87	86,77	29,29	69,54	92,18
11	-20	97,23	72,15	8,11	57,18	86,15
12	-25	94,36	56,18	0	19,12	78,06
13	-30	85,11	31,63	0	0	71,15
14	-35	74,46	12,18	0	0	65,14
15	-40	52,79	0	0	0	61,79

Отличительной чертой проектной документации объектов, строительство которых осуществляется в условиях Крайнего Севера по I принципу использования многолетнемерзлых грунтов в качестве основания здания, является наличие дополнительных требований к устройству фундамента объекта, а именно:

1. Монтаж сезоннодействующих охлаждающих устройств осуществить до ноября текущего года;
2. Выдержать технологический перерыв до конца следующего летнего периода (октябрь), необходимый для понижения температуры грунтов в основании объекта и повышения их несущей способности;
3. По окончании технологического перерыва выполнить испытания грунта статической вдавливающей нагрузкой для подтверждения расчетных значений несущей способности грунта в основании здания.

Требования проектной документации объекта о необходимости выдерживания технологического перерыва до окончания летнего периода (октябрь) и наличие директивного срока завершения строительства определяют необходимость выполнения основных общестроительных работ в зимних условиях. Производством работ в зимних условиях считается осуществление строительно-монтажных работ при среднесуточной температуре наружного воздуха ниже 5° и минимальной суточной температуре ниже 0° [6].

Управление рисками проекта при строительстве в районах Крайнего Севера

Управление рисками строительных проектов – это комплексный процесс идентификации, классификации, оценки и постоянного мониторинга рисков проекта на всех его этапах. В настоящее время в условиях высокой степени неопределенности внешней среды управление рисками

стало одним из наиболее значимых разделов управления строительными проектами [7].

Как правило, строительные риски приводят к двум нежелательным результатам: к срыву сроков работы и к дополнительным работам на объекте, что приводит к повышению себестоимости строительства. Чтобы этого избежать, необходимо составлять план по управлению рисками [8].

Полностью предотвратить риски в компании невозможно, однако удастся разработать и внедрить необходимые методы их определения, предупреждения и устранения в максимально короткие сроки, чтобы избежать или хотя бы снизить уровень потерь [9].

Хозяйственный руководитель (менеджер высшего звена), находясь в области фатального действия деструктивных факторов, вынужден рисковать, т.е. принимать управленческие решения в условиях недостаточной информации об изменениях и влиянии как внешней среды, так и непредсказуемости возникновения негативных внутренних обстоятельств, надеясь на удачу, что, естественно, требует от него точного расчета, смелости и решительности [10].

Управление рисками проекта осуществляется в несколько этапов:

- идентификация возможность рисков;
- анализ рисков с их дальнейшим ранжированием по степени влияния на цели проекта;
- разработка плана реагирования на возможные риски.

Перечень идентифицированных рисков и их влияние на реализацию инвестиционно-строительного проекта отражен в таблице 2.

Таблица 2. Перечень идентифицированных рисков

№	Описание риска	Последствия возникновения риска
1	Снижение температуры ниже -35°C	Приостановка работ на открытом воздухе. Увеличение сроков строительства
2	Снижение производительности труда из-за понижения температуры наружного воздуха	Увеличение сроков и стоимости строительства
3	Увеличение скорости ветра до 15 м/с при выполнении монтажных работ	Приостановка монтажных работ. Увеличение сроков строительства
4	Снижение температуры ниже -15 °С при бетонировании методом термоса	Отсутствие возможности применения способа термоса при бетонировании. Необходимость электропрогрева бетона. Увеличение стоимости строительства
5	Снижение температуры ниже -40 °С при бетонировании методом электропрогрева	Отсутствие возможности применения электропрогрева при бетонировании. Приостановка бетонных работ. Увеличение сроков строительства
6	Недостаточная несущая способность грунта по результатам статических испытаний после технологического перерыва	Увеличение сроков и стоимости строительства

В целях дальнейшей разработки плана реагирования на возможные риски выполнен качественный анализ идентифицированных рисков.

Качественный анализ рисков – процесс оценки рисков с целью их ранжирования, выполняемый посредством оценки вероятности возникновения и степени воздействия на достижение целей проекта для каждого идентифицированного риска проекта. Результаты качественного анализа позволяют сосредоточить усилия на самых опасных рисках [2].

Для выполнения качественного анализа рисков в соответствии с методикой Бовтеева С.В. [2] принята шкала оценки вероятности наступления риска и оценки влияния наступления риска, отраженные в таблицах 3 и 4.

Таблица 3. Шкала оценки вероятности наступления риска [2]

Оценка	Характеристика	Вероятность	
		баллы	%
Очень низкая	Рисковое событие может произойти только в самых крайних случаях. Раннее такой риск не наступал. Предположение о возможности наступления риска более теоретическое, чем практическое	0,01	Менее 5
Низкая	Редкое рисковое событие, но ранее уже происходило	0,1	5-10
Средняя	Событие уже произошло на одном или двух реальных проектах. Есть свидетельства наступления данного риска	0,2	10-30
Высокая	Рисковое событие вероятно. На предыдущих проектах часто встречались с подобными рисками	0,4	30-60
Очень высокая	Риск, скорее всего, случится. Есть уверенность, что риск произойдет	0,8	60-99

Таблица 4. Шкала оценки влияния наступления риска [2]

Основные параметры проекта	Последствия рисков				
	очень слабые (0,01)	слабые (0,1)	средние (0,2)	сильные (0,4)	очень сильные (0,8)
Содержание (цели)	Незначительные изменения содержания проекта	Изменения коснулись не-большой части содержания	Изменена большая часть содержания	Изменения неприемлемы для заказчика	Продолжение осуществления проекта бессмысленно
Сроки	Несущественное отставание от расписания (до 2%)	Отставание от расписания менее чем на 5%	Отставание от расписания на 5-10%	Отставание от расписания на 10-20%	Отставание от расписания более чем на 20%
Стоимость	Несущественное увеличение стоимости (до 1%)	Увеличение стоимости менее чем на 5%	Увеличение стоимости на 5-10%	Увеличение стоимости на 10-20%	Увеличение стоимости более чем на 20%
Качество	Незначительное снижение качества	Затронута малая часть свойств	Снижение качества требует согласования с заказчиком	Снижение качества неприемлемо для заказчика	Окончательные результаты невозможно использовать

Оценка вероятностей, влияния и опасности идентифицированных рисков в соответствии с принятыми шкалами оценки на основании личного опыта автора и анализа статистических данных представлена в таблице 5. Оценка опасности риска определяется в соответствии с методикой Бовтева С.В. [2] произведением показателя вероятности на показатель влияния, поскольку опасность риска зависит от величины последствий наступления риска и от того, с какой вероятностью наступит данное рисковое событие.

Таблица 5. Оценка показателей вероятностей, влияния и опасности рисков

№	Риск	Вероятность	Влияние	Опасность
1	Снижение температуры ниже -35 °С	0,1	0,1	0,01
2	Снижение производительности труда из-за понижения температуры воздуха	0,4	0,8	0,32
3	Увеличение скорости ветра до 15 м/с при выполнении монтажных работ	0,1	0,1	0,01
4	Снижение температуры ниже -15 °С при бетонировании методом термоса	0,2	0,2	0,04
5	Снижение температуры ниже -40 °С при бетонировании методом электропрогрева	0,01	0,2	0,002
6	Недостаточная несущая способность грунта по результатам статических испытаний после технологического перерыва	0,1	0,8	0,08

На основе анализа опасностей идентифицированных рисков инвестиционно-строительного проекта в условиях Крайнего Севера можно ранжировать риски в следующем порядке:

1. Снижение производительности труда из-за понижения температуры наружного воздуха;
2. Недостаточная несущая способность грунта по результатам статических испытаний после технологического перерыва;
3. Снижение температуры ниже -15 °С;
4. Увеличение скорости ветра до 15 м/с;
5. Снижение температуры ниже -35 °С;
6. Снижение температуры ниже -40 °С.

Исходя из значений степени опасности идентифицированных рисков следует вывод, что наибольшую опасность представляют риск снижения производительности труда из-за понижения температуры наружного воздуха и риск недостаточной несущей способности грунта по результатам статических испытаний после технологического перерыва.

Для определения стратегии действий при возникновении идентифицированных рисков или их предупреждения разработан план реагирования на возникновение таких рисков, отраженный в таблице 6.

Таблица 6. План реагирования на риски

Наименование риска	Опасность риска	Стратегия	План предупреждения	Способы реагирования
Снижение производительности труда из-за понижения температуры наружного воздуха	0,32	Уклонение	Планирование сроков выполнения работ в благоприятный или приемлемый по затратам период на основании анализа данных метеорологических служб застраиваемой территории. Оценка трудоемкости работ с учетом сезонного снижения производительности труда	Увеличение численности рабочих при отсутствии возможности смещения работ на благоприятный период
Недостаточная несущая способность грунта по результатам статических испытаний после технологического перерыва	0,08	Уклонение	Регулярное отслеживание температурных изменений в процессе геотехнического мониторинга для определения тенденции изменения температуры. Анализ работоспособности СОУ. Регулярная очистка техподполья от снежных заносов	При отклонении температуры грунта от расчетных значений — увеличение ветрового потока в техподполье за счет временного монтажа промышленных вентиляторов, принудительное понижение температуры грунта специальными системами термостабилизации. Учесть в проектной документации систему термостабилизации с возможностью принудительного охлаждения
Снижение температуры ниже -15°C при бетонировании методом термоса	0,04	Уклонение	Планирование сроков выполнения работ в период времени с минимальной вероятностью наступления риска	Обеспечить минимальный перенос тепла из монолитной конструкции в окружающую среду. Лабораторный анализ набранной прочности бетона. Конструкторский расчет возможности использования монолитной конструкции при отрицательных отклонениях от заданных параметров с дальнейшим прохождением экспертного сопровождения экспертизы проектной документации
Увеличение скорости ветра до 15 м/с при выполнении монтажных работ	0,01	Принятие	Отсутствует	Приостановка монтажных работ и увеличение продолжительности строительства на соразмерную приостановке величину

Продолжение таблицы 6

Наименование риска	Опасность риска	Стратегия	План предупреждения	Способы реагирования
Снижение температуры ниже -35°C	0,01	Принятие	Отсутствует	Приостановка работ вне теплового контура и увеличение продолжительности строительства на соразмерную приостановке величину
Снижение температуры ниже -40°C при бетонировании методом электропрогрева	0,002	Уклонение	Планирование сроков выполнения работ в период времени с минимальной вероятностью наступления риска	Регулярное отслеживание показаний температуры в бетонируемой конструкции. Лабораторный анализ набранной прочности бетона. Конструкторский расчет возможности использования монолитной конструкции при отрицательных отклонениях от заданных параметров с дальнейшим прохождением экспертного сопровождения экспертизы проектной документации

Заключение

Реализация инвестиционно-строительного проекта в условиях Крайнего Севера подвержена множеству вероятностных факторов, которые в той или иной степени влияют на цели, сроки, стоимость и качество реализации проекта. В процессе проектной подготовки строительного производства невозможно гарантированно предусмотреть степень влияния природно-климатических факторов на ход реализации инвестиционно-строительного проекта, поскольку значения тех или иных факторов имеют стохастический характер. Корректировка организационно-технологической схемы строительного производства должна осуществляться на протяжении всего цикла строительства на основании сложившихся обстоятельств. В целях принятия в условиях неопределенности наиболее эффективного решения по корректировке организационно-технологической схемы до начала строительства и на протяжении всего цикла строительства необходимо осуществлять процесс управления рисками проекта, оценивать возможности наступления тех или иных событий, возможные последствия наступления рисков, разрабатывать план реагирования на возникновение таких рисков и осуществлять мониторинг рисков в соответствии с разработанным планом реагирования.

Разработанный план реагирования на риски инвестиционно-строительного проекта, характерные для районов Крайнего Севера, позволит повысить эффективность разработки организационно-технологических

решений строительства за счет оптимизации календарных планов строительства на основании анализа природно-климатических условий конкретной строительной площадки, а также позволит сократить сроки принятия управленческих решений при возникновении тех или иных рисков ситуаций.

Список источников

1. Указ Президента Российской Федерации от 26.10.2020 г. № 645 «О Стратегии развития Арктической зоны Российской Федерации и обеспечения национальной безопасности на период до 2035 года» // СПС КонсультантПлюс.
2. Бовтеев С.В. Техничко-экономическая оценка строительства : учебное пособие / С.В. Бовтеев ; Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет. – Санкт-Петербург : СПбГА-СУ, 2020. – 150 с.
3. Щев С.Д. Анализ факторов, дестабилизирующих календарный график производства работ при строительстве в условиях Крайнего Севера (обзор) / С.Д. Щев // Научный вестник Ямало-Ненецкого автономного округа. – 2023. – № 1 (118). – С. 6-24.
4. Федосенко В.Б. Теоретические и экспериментальные исследования эффективности строительного производства в условиях Крайнего Севера : специальность 05.23.08 «Технология и организация строительства» : диссертация на соискание ученой степени доктора технических наук / Федосенко Валерий Борисович. – Москва, 2005. – 352 с.
5. Климов С.Э. Развитие теории и совершенствование методологии календарного планирования строительства в суровых условиях Крайнего Севера : специальность 05.23.08 «Технология и организация строительства» : диссертация на соискание ученой степени доктора технических наук / Климов Сергей Эдуардович. – Санкт-Петербург, 2005. – 324 с.
6. СП 70.13330.2012 «Несущие и ограждающие конструкции». Актуализированная редакция СНиП 3.03.01-87. Утвержден приказом Федерального агентства по строительству и жилищно-коммунальному хозяйству (Госстрой) от 25 декабря 2012 г. № 109/ГС и введен в действие с 01 июля 2013 г. – Москва, 2013. – 196 с.
7. Бовтеев С.В. Классификации и параметры рисков строительных проектов / С.В. Бовтеев, Н. К. Р. Хурейни // Вестник гражданских инженеров. – 2021. – № 6 (89). – С. 79-86.
8. Ищенко А.В. Анализ рисков строительного производства / А.В. Ищенко, В.А. Жиренкова // Инженерный вестник Дона. – 2021. –

№ 10 (82). – С. 311-319.

9. Тимофеев А.А. Организация процесса управления рисками на строительном предприятии / А.А. Тимофеев, Е.Ю. Бобылева // Вестник евразийской науки. – 2020. – Т. 12, № 1. – С. 67.
10. Панфилов Р.А. К вопросу о классификации рисков инвестиционно-строительной компании / Р.А. Панфилов, В.Н. Горбунов, Н.М. Драгункина [и др.] // Современные проблемы науки и образования. – 2015. – № 1-1. – С. 514.

Сведения об авторе

Щев Сергей Дмитриевич, 1997 г.р., окончил Национальный исследовательский ядерный университет «Московский инженерно-физический институт» по специальности «проектирование технологических машин и комплексов», магистрант Санкт-Петербургского государственного архитектурно-строительного университета. Научные интересы: организация строительства, строительство в условиях Крайнего Севера, управление рисками инвестиционно-строительного проекта, календарно-сетевое планирование.

Статья поступила в редакцию 16.11.2022 г., принята к публикации 27.02.2024 г.

The article was submitted on November 16, 2022, accepted for publication on February 27, 2024.