

УДК 33  
<https://doi.org/10.32686/1812-5220-2021-18-1-52-65>

ISSN 1812-5220  
© Проблемы анализа риска, 2021

# О подходах к учету рисков изменения климатических условий при планировании и реализации нефтегазовых проектов

**Михеев П. Н.,**  
Русское общество  
управления рисками,  
119602, Россия, г. Москва,  
Никулинская ул., д. 27/129

## Аннотация

В статье рассматриваются вопросы, связанные с влиянием изменения климата на объекты нефтегазовой отрасли. Представлены основные тенденции изменения климата в глобальном и региональном (на территории Российской Федерации) масштабе. Обсуждаются возможные подходы к идентификации и оценке климатических рисков. Показана роль климатических рисков как физических факторов на различных стадиях разработки и реализации нефтегазовых проектов. На примере объектов нефтегазовой отрасли Томской области приведена качественная оценка уровня потенциального риска в погодноклиматическом ракурсе. Представлены подходы к созданию системы управления рисками и адаптации к изменениям климата.

**Ключевые слова:** климатический риск, опасность, подверженность, уязвимость, нефтегазовые проекты, управление рисками, адаптация к изменениям климата.

**Для цитирования:** Михеев П. Н. О подходах к учету рисков изменения климатических условий при планировании и реализации нефтегазовых проектов // Проблемы анализа риска. Т. 18. 2021. № 1. С. 52—65, <https://doi.org/10.32686/1812-5220-2021-18-1-52-65>

Автор заявляет об отсутствии конфликта интересов.

# On Approaches to Taking into Account the Risks of Changing Climatic Conditions when Planning and Implementing Oil and Gas Projects

**Petr N. Mikheev,**

Russian Risk Management  
Society,  
Nikulinskaya str., 27/129,  
Moscow, 119602, Russia

## Abstract

The article discusses issues related to the impact of climate change on the objects of the oil and gas industry. The main trends in climate change on a global and regional (on the territory of Russian Federation) scale are outlined. Possible approaches to the identification and assessment of climate risks are discussed. The role of climatic risks as physical factors at various stages of development and implementation of oil and gas projects is shown. Based on the example of oil and gas facilities in the Tomsk region, a qualitative assessment of the level of potential risk from a weather and climatic perspective is given. Approaches to creating a risk management and adaptation system to climate change are presented.

**Keywords:** climate risk, hazard, exposure, vulnerability, oil and gas projects, risk management, adaptation to climate change.

**For citation:** Mikheev P.N. On approaches to taking into account the risks of changing climatic conditions when planning and implementing oil and gas projects // *Issues of Risk Analysis*. Vol. 18. 2021. No. 1. P. 52—65, <https://doi.org/10.32686/1812-5220-2021-18-1-52-65>

**The author declare no conflict of interest.**

## Содержание

Введение

1. Изменения климата на территории Российской Федерации
2. Идентификация климатических рисков
3. Влияние климатических рисков на деятельность нефтегазовых компаний
4. Управление рисками и адаптация к изменениям климата

Заключение

Литература

## Введение

Климат Земли постоянно меняется. Однако никогда ранее темпы глобального потепления климата не были столь значительными. По данным Всемирной метеорологической организации (ВМО), в настоящее время средняя глобальная температура воздуха на  $1,1\text{ }^{\circ}\text{C}$  ( $\pm 0,1\text{ }^{\circ}\text{C}$ ) выше доиндустриальной (1850—1900 гг.) и на  $0,24\text{ }^{\circ}\text{C}$  ( $\pm 0,1\text{ }^{\circ}\text{C}$ ) выше средней глобальной приземной температуры за 2011—2015 гг. [1]. Данные мониторинга и научных исследований свидетельствуют, что темпы глобального потепления климата в последние десятилетия связаны с антропогенными воздействиями. Усиление парникового эффекта из-за роста концентрации углекислого газа ( $\text{CO}_2$ ) в атмосфере обусловлено, прежде всего, использованием ископаемых видов топлива и утечкой метана при добыче, транспортировке и распределении нефти и газа. Глобальные антропогенные эмиссии парниковых газов неуклонно растут (в первое десятилетие XXI в. примерно на 25% за 10 лет). В 2019 г. глобальные выбросы  $\text{CO}_2$  достигли нового рекордного уровня и составили 36,7 гигатонны (Гт), превысив тем самым на 62% уровень 1990 г. [2].

Значение климатического фактора для достижения устойчивого развития общества неуклонно растет. В рейтинге глобальных рисков на 2020 г., опубликованном Всемирным экономическим форумом (ВЭФ) [3], первое место по вероятности возникновения относится к экстремальным погодным явлениям, по масштабу оказываемого воздействия — к изменениям климата. В условиях глобализации и интеграции логистических функций и операций международных компаний погодно-климатические воздействия приобретают характер цепной реакции — тайфун в Японии или землетрясение в Чили могут обернуться негативными последствиями для завода-производителя в Европе. Для нефтегазового сектора Российской Федерации, многие предприятия которого расположены в труднодоступных районах с суровым климатом, оценка и управление погодно-климатическими рисками приобретают особую актуальность.

В статье рассматриваются вопросы, связанные с изменениями погодно-климатических условий применительно к объектам нефтегазовой отрасли. В рамках концепции климатического риска

приводятся определения опасности, подверженности и уязвимости объекта (реципиента риска). Основное внимание уделяется климатическим рискам, связанным с физическими воздействиями на технические объекты на стадиях разработки и реализации нефтегазовых проектов. На примере нефтегазовой отрасли Томской области показаны возможности использования матрицы рисков для качественной оценки уровня потенциального климатического риска. Приводятся подходы к разработке системы управления рисками и адаптации к изменениям климата.

## 1. Изменения климата на территории Российской Федерации

В различных регионах земного шара изменения климата проявляются по-разному. На территории Российской Федерации, расположенной в различных климатических зонах, спектр климатических изменений и проявлений опасных гидрометеорологических явлений особенно велик.

По данным Института глобального климата и экологии (ИГКЭ), на большей части территории Содружества Независимых Государств (СНГ) в 1976—2019 гг. тенденция к потеплению сохраняется (рис. 1а). Наиболее существенные изменения средних годовых температур воздуха отмечаются в полярных широтах, где сосредоточены значительные запасы нефти и газа, особенно в Азиатской части России, на севере Сибири, северо-востоке Якутии и на севере Чукотского автономного округа (до  $1,1\text{ }^{\circ}\text{C}/10\text{ лет}$ ). В изменении годовых сумм осадков (рис. 1б) преобладает тенденция к увеличению, наиболее заметная (более 5% от нормы за 10 лет) в районе Обской губы, в Якутии и на побережье Охотского моря, где находятся большие запасы углеводородного сырья и других природных ресурсов. В последние десятилетия на территории Российской Федерации потепление климата по интенсивности примерно в 2,5 раза превысило среднее глобальное значение: в период 1976—2016 гг. оно составило  $0,45\text{ }^{\circ}\text{C}$  за 10 лет<sup>1</sup>.

<sup>1</sup> Доклад об особенностях климата на территории Российской Федерации за 2019 год. М.: Росгидромет, 2020. 97 с. URL: <http://www.meteorf.ru/press/news/20626/> (Дата обращения: 25.11.2020).

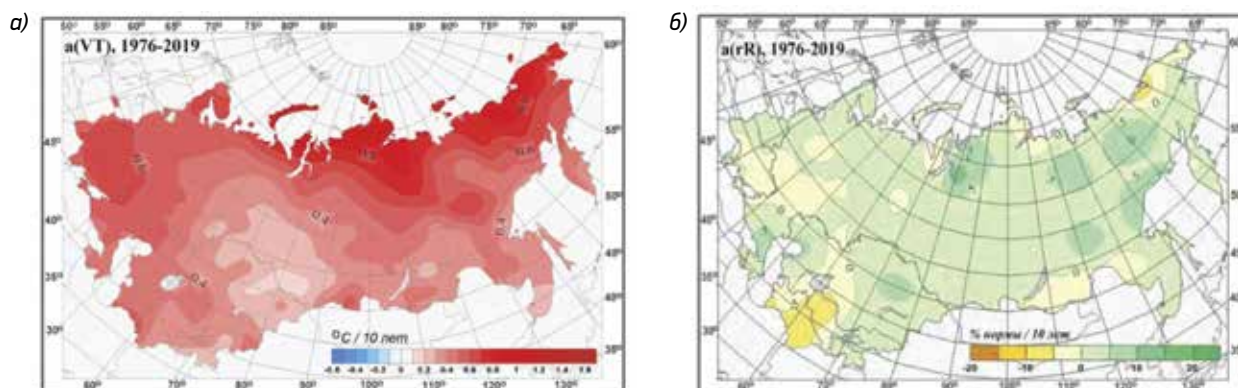


Рис. 1. Географическое распределение коэффициентов линейного тренда (а) годовых температур ( $^{\circ}\text{C}/10$  лет) и (б) аномалий годовых атмосферных осадков (% от нормы/10 лет) по данным наблюдений за 1976—2019 гг.<sup>2</sup>

Figure 1. Geographic distribution of the linear trend coefficients of (a) annual temperatures ( $^{\circ}\text{C}/10$  years) and (b) anomalies of annual atmospheric precipitation (% of normal/10 years) according to observation data for 1976—2019

Российская Федерация является страной вечной мерзлоты, занимающей почти 65% территории страны. В криолитозоне России сосредоточено свыше 30% разведанных и более 90% потенциальных запасов углеводородного сырья. Этим районам потепление климата грозит таянием вечной мерзлоты. Анализ современных данных о состоянии сезонно-талого слоя (СТС) — индикатора состояния многолетнемерзлых грунтов (ММГ), свидетельствует об устойчивой тенденции увеличения глубины оттаивания вечной мерзлоты в XXI в.<sup>3</sup> В свою очередь, при деградации вечной мерзлоты органические вещества, содержащиеся в многолетнемерзлых породах, под действием тепла начинают разлагаться и выделять, в том числе, метан. Таким образом, через изменения углеродного цикла вечная мерзлота может воздействовать на климат и способствовать его потеплению. По модельным расчетам, зона деградации

вечной мерзлоты к 2030 г. охватит огромную (порядка нескольких млн кв. км) территорию<sup>4</sup>. Под угрозой разрушения могут оказаться города, инфраструктура, нефте- и газопромыслы, нефте- и газопроводы.

На фоне глобального потепления климата наблюдается тенденция повышения повторяемости и интенсивности опасных гидрометеорологических явлений (например, осадков и сильного ветра, заморозков, паводков, наводнений, ураганов и других), которые представляют угрозу безопасности людей, а также могут нанести значительный ущерб отраслям экономики. По некоторым оценкам, в Российской Федерации ежегодный ущерб от опасных явлений составляет в среднем 30—60 млрд руб. В 2013 г. этот показатель, по данным Интерфакса, превысил величину 200 млрд руб. Подробный анализ негативных последствий, связанных с опасными гидрометеорологическими явлениями, дается в статье [4].

<sup>2</sup> Сводное ежегодное сообщение о состоянии и изменении климата на территории государств — участников СНГ за 2019 г. URL: <http://seakc.meteoinfo.ru/images/seakc/monitoring/cis-climate-2019.pdf> (Дата обращения: 25.11.2020).

<sup>3</sup> Доклад об особенностях климата на территории Российской Федерации за 2019 год. М.: Росгидромет, 2020. 97 с. URL: <http://www.meteorf.ru/press/news/20626/> (Дата обращения: 25.11.2020).

<sup>4</sup> Оценочный отчет. Основные природные и социально-экономические последствия изменения климата в районах распространения многолетнемерзлых пород: прогноз на основе синтеза наблюдений и моделирования / Под ред. О. А. Анисимова ОМННО, 2010. 44 с. URL: <https://greenpeace.ru/wp-content/uploads/2020/06/doklad-climate-ru.pdf> (Дата обращения: 15.12.2020).

## 2. Идентификация климатических рисков

Определение «климатический риск» не является однозначным и трактуется представителями разных отраслей знаний по-разному. Для метеорологов и климатологов наибольший интерес представляют риски возникновения опасных явлений (например, смерча, шквала, волн тепла и холода), для представителей бизнеса — подверженность и уязвимость объектов финансово-хозяйственной деятельности (например, ущерб или потеря активов), для населения — риск гибели людей (например, в результате разрушения здания). Наиболее полное представление о климатическом риске дает концепция, предложенная Межправительственной группой по изменению климата (МГЭИК) [5] (рис. 2).

Основной акцент в данной концепции делается на подверженности (Exposure) и уязвимости (Vulnerability) объекта (реципиента риска) воздействию опасных событий (Hazards), которые приводят к стихийным бедствиям (Disaster). Объектами риска (реципиентами) могут выступать коммерческие организации, а также население, территории, отрасли экономики, предприятия, экосистемы, технические объекты и процессы. Помимо опасных явлений погоды важную роль играют естественная климатическая

изменчивость и изменения климата, связанные с антропогенным воздействием, в том числе за счет эмиссии углекислого газа.

Атрибутами (свойствами) риска объявляются такие категории, как опасность, подверженность и уязвимость. Опасность (как атрибут риска, но не сам риск) относится к возможным будущим событиям — природным или вызванным деятельностью человека явлениям, которые представляют угрозу для здоровья и жизни человека, экологической безопасности, наносят существенный экономический ущерб. Подверженность воздействию предполагает инвентаризацию объектов, в том числе экономических ресурсов, в области, в которой существует потенциальная опасность (например, угроза наводнений, оползней, волн тепла и холода). Уязвимость, характеризующая возможную реакцию объекта (реципиента) на воздействие опасного явления, является наиболее неопределенным атрибутом риска и требует конкретизации по отношению как к самой опасности, так и к объекту, который подвергается опасности. Например, уязвимость компании перед финансовым кризисом не означает ее уязвимости по отношению к изменениям климата. Точно так же уязвимость объекта для урагана не означает его уязвимости для оползней или наводнений. Уязвимость

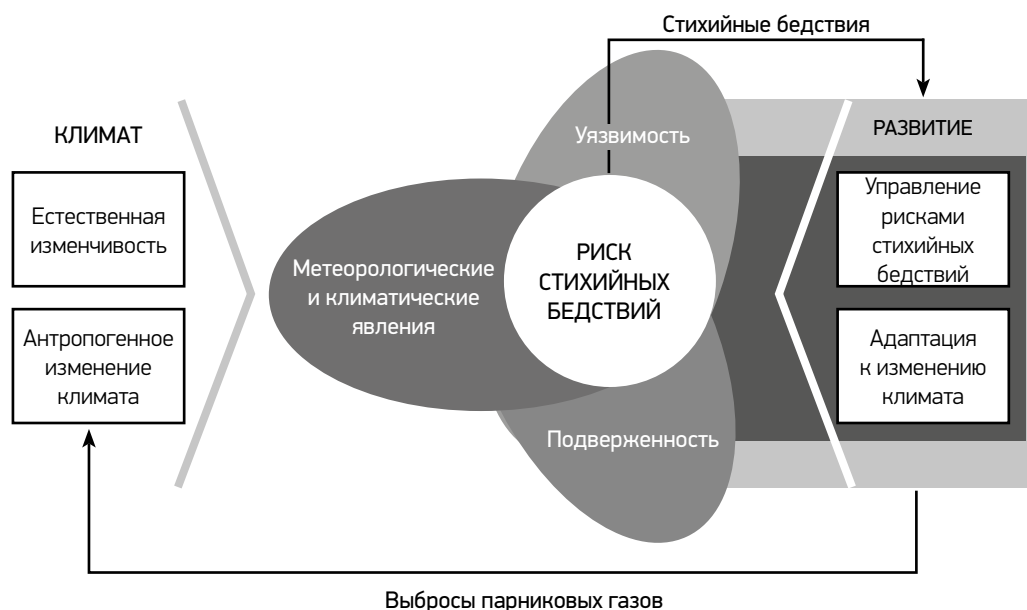


Рис. 2. Концепция климатического риска МГЭИК [5]

Figure 2. The IPCC climate risk concept

определяется не только существованием опасности со стороны, например, погодно-климатических явлений, но и другими, в том числе социальными факторами (например, эффективностью управления воздействиями со стороны окружающей среды, демографическими изменениями, проведением превентивных мероприятий, адаптационными мерами, созданием защитных сооружений, информированием населения). Наиболее простой характеристикой уязвимости, в частности для технических систем, может служить нанесенный опасными явлениями ущерб (фактические потери).

В рамках данной концепции определяются ключевые региональные и глобальные климатические риски, актуальные в настоящее время и в будущем (периоды: 2030—2040 гг. и 2080—2100 гг.). Идентификация рисков основывается на экспертных суждениях с учетом повторяемости и масштабов опасных явлений, продолжительности их воздействия, подверженности и уязвимости реципиентов. При этом оценивается максимально широкий диапазон воздействий, включая маловероятные исходы с большими последствиями. В качестве исходной информации используются не только фактические данные наблюдений, но и прогнозы, полученные с использованием климатических и экономических моделей. Реципиентами риска являются физические объекты (реки, озера, ледники, вечная мерзлота, уровень моря), биологические (экосистемы суши и моря, лесные массивы) и социально-экономические (производство, здоровье людей, экономика) системы. Глобальные (по масштабу действия) климатические риски определяются [6]:

1) изменением свойств Мирового океана (уменьшением содержания кислорода, особенно в полукрытых морях, лиманах), которое носит ярко

выраженный, широкомасштабный характер с необратимыми последствиями для морских экосистем, в первую очередь, для коралловых рифов и полярных регионов;

2) исчезновением видов растений и животных, со значительными изменениями экосистем в прибрежных и низменных районах на фоне повышения уровня моря;

3) снижением уровня продовольственной безопасности на фоне уменьшения биологической продуктивности, в первую очередь, морских экосистем (сокращением общего вылова морских рыб), угрожайности сельскохозяйственных культур, обострения конкурентной борьбы за водные ресурсы;

4) ухудшением здоровья людей и ростом количества смертей за счет увеличения повторяемости опасных явлений (волн тепла, засух, сильных осадков, наводнений, оползней, повышения уровня моря, штормовых явлений);

5) уменьшением доходов сельского хозяйства, замедлением экономического роста, повышением уровня бедности и безработицы, ростом числа конфликтов, увеличением разрыва в уровнях жизни в развитых и развивающихся странах и, как следствие, увеличением объема международной миграции населения.

В экономическом ракурсе большой интерес представляют подходы к идентификации рисков, предложенные Исследовательской группой по «зеленым» финансам «Группы 20» (G20, Green Finance Study Group, GFSG). С учетом возможности трансформации климатических рисков в финансовые типологическая модель строится на пересечении двух осей — финансовые риски и факторы природной среды (рис. 3). Финансовые риски — традиционные бизнес-риски (включая репутационные),

		Финансовые риски			
		бизнес	закон	кредит	рынок
Факторы природной среды	Физические (в том числе связанные с климатом, геологией, экологией)				
	Переходные (в том числе связанные с политикой, технологиями, инвестициями)				

Рис. 3. Классификация факторов природной среды и финансовые риски [7]

Figure 3. Classification of environmental factors and financial risks

юридические (включая риск ответственности), кредитные (включая риски страхования и контрагента) и рыночные риски. Факторы риска со стороны природной среды делятся на две большие группы: 1) физические (включая климатические, геологические и экологические); 2) факторы переходного периода. Физические факторы риска могут носить как кратковременный (acute), так и долговременный (chronic) характер. Риски, возникающие в результате перехода к «зеленой» низкоуглеродной экономике, содержат неопределенности, связанные с изменениями государственной политики, технологий, настроения инвесторов и моделей бизнеса [7].

Остановимся более подробно на физических рисках в приложении к объектам нефтегазовой отрасли.

### 3. Влияние климатических рисков на деятельность нефтегазовых компаний

Климатические риски как физические факторы могут возникнуть на любой стадии реализации нефтегазового проекта: от геологоразведочных работ, промышленной добычи углеводородов до транспортировки нефти и газа и продуктов переработки. Во многих случаях природно-техногенные аварии связаны именно с климатическими факторами. При анализе рисков обычно выделяют риски, связанные с опасными явлениями погоды и медленными климатическими изменениями. Информационной основой таких исследований служат помимо архивных метеорологических данных результаты численного прогноза погоды и климата на основе ансамблевого подхода с использованием глобальных и региональных климатических моделей.

Можно выделить два основных подхода к оценке климатических воздействий на экономику. Наиболее распространенным на практике является индикаторный подход, основанный на использовании специализированных климатических показателей, актуальных для объектов и процессов, имеющих место в технической сфере. В нормативных документах, разработанных для различных отраслей экономики, приводятся климатические параметры, которые необходимо учитывать при проектировании зданий и сооружений, систем отопления, вентиляции, кондиционирования, водоснабжения,

при планировке и застройке городских и сельских поселений [8, 9].

Другой путь — интегрированный подход [10], в рамках которого с помощью совместного использования различных моделей (физических, экономических и климатических) оценивается экономическая стоимость ущерба, нанесенного изменениями климата и (или) экстремальными погодными явлениями. При этом реципиент риска и окружающая среда рассматриваются как единая система, в которой большую роль играют не только прямые, но и обратные связи. Такой подход основывается на использовании упрощенных климатических моделей, что может приводить к существенной недооценке экономического ущерба. В модельных расчетах, как и при индикаторном подходе, используются оценки изменений климатических показателей.

Применительно к нефтегазовой отрасли большой интерес представляют научно-практические разработки. В работе [11] приводится система специализированных климатических параметров, актуальных для различных стадий, процессов и объектов нефтяной и газовой отрасли. В зависимости от категории эксплуатируемого объекта выделяются доминирующие воздействия (ключевые риски), индикаторами которых служат климатические показатели. Повторяемость гроз и молниевых разрядов важно учитывать при освоении и разработке месторождений нефти и газа, эксплуатации буровых установок, распределительных станций, жилых зданий, узлов связи. Представляя угрозу для жизни людей, социальных и производственных объектов, гроза может вызвать аварии на линиях электропередачи и тем самым обесточить объекты нефтегазовой отрасли. В зимний период низкая температура воздуха ( $\leq -30$  °C с ветром и  $\leq -35$  °C без ветра) может осложнить работу нефтедобывающих предприятий и спровоцировать риски создания аварийных ситуаций. Летом превышение температуры +25 °C может приводить к уменьшению мощности компрессорных станций и сокращению объемов добычи газа. Резкие колебания температуры представляют угрозу для проведения технологических операций на предприятиях нефтегазовой отрасли и могут вызвать дефекты, например, в виде разрывов и сколов эксплуатационной колонны. В районах нефтегазовых промыслов, где

возведены буровые установки, имеющие высоту 30—40 м, необходимо учитывать ветровые и гололедные нагрузки.

Освоение шельфа арктических морей, где сосредоточена значительная часть углеводородного потенциала Арктики, вследствие удаленности, труднодоступности и суровости климатических условий отличается еще более значительным уровнем риска. При обустройстве и разработке этих месторождений необходимо учитывать ледовую обстановку, волнения, повторяемость штормовых скоростей ветра. Штормовая погода затрудняет проведение геологоразведочных работ, создает проблемы, связанные с применением подводных технологий, эксплуатацией надводных стационарных платформ, добычей и транспортировкой нефти и газа.

Для Российской Федерации, где основные месторождения находятся на значительных расстояниях от конечных потребителей, особое значение имеет трубопроводный транспорт. При проектировании и эксплуатации нефте- и газопроводов (промысловых, технологических, магистральных, подземных, надземных, плавающих, подводных), пересекающих различные климатические и орографические зоны, неучет климатических рисков может обернуться существенными потерями. Трубопроводы, построенные на вечной мерзлоте, могут быть повреждены в результате активизации геокриологических процессов, уменьшения устойчивости, подверженности просадкам и деформациям многолетнемерзлых грунтов. Помимо таяния вечной мерзлоты серьезные проблемы для функционирования трубопроводов создают низкая температура грунта, большие температурные градиенты, как по сечению трубопровода, так и по его длине, максимальная глубина промерзания и оттаивания грунта.

При анализе погодно-климатических рисков важно выявлять риски не только опасных явлений погоды, но и медленных, более масштабных по своему воздействию, климатических изменений. В долгосрочной перспективе медленные климатические изменения могут нанести значительно больший экономический урон, чем экстремальные явления. Основным источником информации в этом случае являются климатические модели, позволяющие прогнозировать изменения климата вперед на десятилетия [12]. При этом, как правило, рассчитывает-

ся ряд специализированных показателей, имеющих универсальное назначение. В контексте энергетического сектора наибольший интерес представляют: продолжительность отопительного периода, ограниченного датами устойчивого перехода температуры воздуха через уровень  $+8^{\circ}\text{C}$  осенью и весной; показатели, связанные с устойчивым переходом температуры воздуха через  $0^{\circ}\text{C}$ ; индикатор изменения энергопотребления в теплый сезон, известный как «дефицит холода» и равный годовой сумме превышений средней суточной температурой воздуха уровня  $+18^{\circ}\text{C}$ ; для холодного сезона — «дефицит тепла», известный в Российской Федерации как «градусо-сутки отопительного периода». Для режима атмосферных осадков: сезонные максимумы суточных сумм; характеристики длительности сухих/влажных периодов.

Данные метеорологического мониторинга и гидродинамического моделирования могут служить информационной основой для составления экспертных суждений и получения количественных оценок опасности, связанной с погодно-климатическими явлениями. Однако для полной количественной оценки риска необходима также информация о подверженности и об уязвимости реципиента. Для объектов технической сферы уязвимость как мера восприимчивости, реагирования и потенциала адаптации может быть выражена через такие параметры, как, например, степень износа технического оборудования, величина нанесенного ущерба или количество аварий, связанных с погодно-климатическими явлениями.

В целях получения качественных оценок потенциального климатического риска (от «низкого» до «очень высокого») применяют матрицы (карты) рисков. На рис. 4 в качестве примера приводится матрица рисков, построенная для объектов нефтегазовой отрасли Томской области. Выделяются риски, связанные с опасными явлениями погоды (гроза, туман, число дней в году с температурой выше  $+25^{\circ}\text{C}$  и ниже  $-25^{\circ}\text{C}$ , «сильный продолжительный мороз», когда минимальная температура  $-40^{\circ}\text{C}$  и ниже в течение 3 суток и более, «аномально холодная погода», когда минимальная температура  $-35^{\circ}\text{C}$  и ниже в течение 5 суток и более, скользкость дорожного покрытия) и медленными климатическими изменениями (вечная мерзлота, наводнения и па-



$T$ — температура воздуха, °C $V$ — скорость ветра, м/с	Факторы риска										
	опасные и неблагоприятные метеорологические явления							медленные изменения климата			
Реципиент (объект, процесс)	гроза	туман	$T \geq 25\text{ }^{\circ}\text{C}$	$T \leq -25\text{ }^{\circ}\text{C}$	$T \leq -40\text{ }^{\circ}\text{C}$ $T \leq -35\text{ }^{\circ}\text{C}$ ( $\geq 3\text{—}5$ дней)	$T \leq -25\text{ }^{\circ}\text{C}$ ветер $V \geq 15\text{ м/с}$	скользкость дорожного покрытия	вечная мерзлота	наводнения и паводки	дефицит водных ресурсов	лесные пожары
Разведка и разработка месторождений (строительство, буровые установки и т. д.)											
Проектирование и эксплуатация трубопроводов (проводящих, магистральных и т. д.)											
Вспомогательные и жилые строения станции, установок, жилые здания и т. д.											
Доставка грузов и оборудования (автомобильный, ж/д и др. виды транспорта)											
Экологичные технологии (рекультивация земель)											

Потенциальный риск

— низкий

— умеренный

— высокий

— очень высокий

Рис. 4. Матрица климатических рисков для объектов нефтегазовой отрасли, расположенных на территории Томской области

Figure 4. Climate risk matrix for oil and gas facilities located in the Tomsk region

водки, дефицит водных ресурсов, лесные пожары). Уровень риска определяется на основе экспертных суждений с учетом повторяемости и масштабов опасных явлений, продолжительности воздействия, подверженности и уязвимости реципиентов. Реципиентами рисков являются технические объекты, которые рассматриваются на различных стадиях реализации нефтегазовых проектов (разведки и разработки месторождений углеводородного сырья; проектирования и эксплуатации трубопроводов; эксплуатации вспомогательных и жилых строений; доставки грузов и оборудования). Информационной основой при этом служат данные метеорологических наблюдений, результаты гидродинамического моделирования [13], а также другие источники [14–17].

Для получения более полного представления о климатических рисках с использованием количественных критериев необходимо решать вопросы, связанные с разработкой документации и сбором информации для построения функций или кривых уязвимости объекта (например, предприятия), позволяющих определить возможные потери (в терминах среднего значения и дисперсии) и риски от реализации опасности [18]. Решение данной проблемы возможно на основе сотрудничества специалистов различных отраслей знаний, создания «совместного производства» или «совместного климатического обслуживания» с учетом не только основных информационных потребностей пользователей, но и целей предприятий нефтегазовой отрасли и контекстов принятия решений [19].

#### 4. Управление рисками и адаптация к изменениям климата

Существуют различные практики и подходы к управлению климатическими рисками. На рис. 5 представлена концепция адаптации к погодно-климатическим угрозам, предложенная МГЭИК.

Ключевыми компонентами климатического риска, помимо опасности, являются подверженность и уязвимость реципиента. Уменьшение уязвимости и снижение подверженности к существующим опасным явлениям и изменениям климата можно рассматривать как первый шаг в реализации концепции адаптации. В концепции МГЭИК подчеркивается важность локального контекста в управлении рисками, знаний и опыта, приобретенных на местах. В приложении к объектам нефтегазовой отрасли к мерам, которые могут быть приняты на местах, можно отнести, например, создание дополнительных резервов нефти и газа на случай внезапного прекращения добычи. В районах таяния вечной мерзлоты «размещение глубоких разведочных и эксплуатационных скважин должно осуществляться в основном на площадях с талы-

ми и мерзлыми породами, не подверженных просадкам и деформациям, и базироваться на основе данных о мерзлотной обстановке». Необходимо использовать специализированную технику, учитывать дополнительные нагрузки при установке свай, использовать системы термостабилизации. Снизить риски, связанные с опасными явлениями, можно также путем использования мобильных компрессорных станций, газотурбинных автономных электростанций, работающих на попутном нефтяном газе.

С учетом происходящих изменений гидрометеорологических условий в целях повышения устойчивости к меняющимся рискам на уровне предприятия целесообразно разрабатывать правила и нормативы (или вносить коррективы в действующие редакции, обновлять нормативные документы). Как показывает анализ годовой нефинансовой отчетности крупнейших российских компаний нефтегазового сектора, в реестре ключевых рисков климатические риски как таковые отсутствуют вовсе или отождествляются с экологическими рисками [20]. Процесс сбора данных и обновления нормативной



Рис. 5. Концепция адаптации и управления рисками стихийных бедствий в условиях меняющегося климата

Figure 5. Concept of adaptation and disaster risk management in a changing climate

базы предполагает взаимодействие технических специалистов с метеорологами и климатологами, а также руководящими лицами, принимающими решения.

Необходимо предусмотреть меры по обеспечению готовности и быстрого реагирования на возникающие угрозы, оценить риски, которые могут возникнуть в результате чрезвычайных ситуаций. Восстановление объектов инфраструктуры, в первую очередь отвечающих за жизнеобеспечение, должно приводить к созданию структур, которые уменьшают уровень уязвимости и будут способствовать снижению риска стихийных бедствий в будущем. Ряд российских компаний увеличивают инвестиции в создание систем дистанционного наблюдения, которые позволяют избежать чрезвычайных ситуаций и спрогнозировать риски, связанные с состоянием оборудования и развитием технологических процессов, особенно в труднодоступных районах. Одним из приоритетов экологической политики, например, в компании ООО «Сургутнефтегаз», является приоритетность мер по предупреждению негативных последствий над мерами по их ликвидации.

Перенос и разделение рисков предполагают использование механизмов, направленных на уменьшение уровня риска за счет предоставления информации, финансовых ресурсов, социальных услуг, оказания содействия по восстановлению средств жизнеобеспечения и элементов инфраструктуры, реконструкции объектов, на местном, национальном и международном уровнях. Особое значение в этом контексте имеют международные и национальные системы, которые включают национальные правительства, межправительственные и общественные организации, научно-исследовательские учреждения (например, Межправительственная группа экспертов по изменению климата МГЭИК — The Intergovernmental Panel on Climate Change, IPCC; Европейское агентство по охране окружающей среды — European Environmental Agency, EEA; Управление Организации Объединенных Наций по снижению риска бедствий — The United Nations Office for Disaster Risk Reduction, UNDRR; Глобальный индексный страховой фонд — Generalny Inspektor Informacji Finansowej, GIIF; Российское партнерство за сохранение климата).

К числу механизмов распределения рисков относятся также микрострахование, страхование, повторное страхование, параметрическое (с использованием погодных индексов) страхование. «Страхование как форма адаптивной способности обеспечивает душевное спокойствие и финансовую безопасность» [21]. Большинство компаний нефтегазового сектора осуществляет страхование рисков, связанных с причинением вреда объектам окружающей среды. Например, страховой защитой может обеспечиваться возмещение расходов предприятий, которые могут возникнуть в результате непредвиденного, неумышленного и внезапного загрязнения объектов окружающей среды.

Риски, связанные с изменением климата, могут трансформироваться в благоприятные возможности. Например, в результате изменений физической среды открываются перспективы для развития сельскохозяйственного производства или для таких секторов, как туризм, в том числе связанные с появлением новых рабочих мест. В Арктике потепление климата будет способствовать реализации проектов, обеспечивающих опережающее развитие региона в контексте улучшения условий функционирования транспортной и логистической инфраструктуры, арктического флота, разведки и освоения нефтегазовых месторождений на континентальном шельфе. Не исключено, что в ближайшие десятилетия Северный морской путь станет связующим звеном между Тихим и Атлантическим океанами.

Уменьшение периода с отрицательной температурой воздуха благоприятным образом скажется на объемах добычи углеводородов, функционировании дорожно-транспортной инфраструктуры, а также проведении строительных работ. Сокращение продолжительности отопительного периода открывает потенциальные возможности для уменьшения уровня потребления энергии в холодный период года. Вместе с тем сокращение продолжительности отопительного периода при отсутствии модернизации топливно-энергетического комплекса может обернуться негативными последствиями, снижающими эффективность и качество теплоснабжения [22]. Таким образом, благоприятными возможностями, связанными с изменениями климата, еще надо суметь воспользоваться.

## Заключение

Беспрецедентные темпы глобального потепления климата, а также рост повторяемости, интенсивности и продолжительности опасных явлений требуют пристального внимания. Наиболее значительные изменения климата происходят в Арктике, где сосредоточена значительная часть предприятий российского нефтегазового сектора.

В сложившейся ситуации особое значение приобретает эффективное управление климатическими рисками, основанное на использовании климатической и гидрометеорологической информации (знания о климате как основа для действий). Подчеркивается важность климатологического обслуживания для упреждающей адаптации к медленным изменениям климата [23]. Приоритетным направлением является интегрирование климатической составляющей с экономическими методами, ориентированными на получение достоверной информации относительно подверженности и уязвимости реципиентов. Решение данной проблемы требует тесного сотрудничества специалистов различных отраслей знаний (климатологии, метеорологии, экономики, нефтегазового дела).

Ответом России глобальному потеплению климата является разработка Национального плана адаптации к изменениям климата (НПА)<sup>5</sup>. Утвержденный распоряжением правительства в декабре 2019 г., НПА определяет на период до 2022 г. меры экономического и социального характера, направленные на уменьшение уязвимости населения Российской Федерации, экономики и природных объектов к последствиям изменений климата, а также использования благоприятных возможностей. Поставлена задача разработки и утверждения отраслевого плана адаптации к изменениям климата в сфере топливно-энергетического комплекса. Для организации процесса адаптации на уровне региона или отрасли предполагается составлять паспорта климатической безопасности, удостоверяющие основные погодно-климатические опасности, а также перечень приоритетных объектов для адаптации с учетом подверженности угрозам и уязвимости. Реализация поставленных в плане

задач, несомненно, позволит снизить ущерб от изменений климата, если не в настоящее время, то в будущем.

## Литература [References]

1. United in Science 2020. Global Climate in 2016—2020. WMO. URL: [https://public.wmo.int/en/resources/united\\_in\\_science](https://public.wmo.int/en/resources/united_in_science) (Дата обращения: / Accessed: 25.11.2020).
2. United in Science 2020. Greenhouse Gas Concentrations in the Atmosphere — Global Atmosphere Watch (GAW). WMO. URL: [https://public.wmo.int/en/resources/united\\_in\\_science](https://public.wmo.int/en/resources/united_in_science) (Дата обращения: / Accessed: 25.11.2020).
3. World Economic Forum — The Global Risks Report 2020. URL: <https://www.weforum.org/reports/the-global-risks-report-2020> (Дата обращения: / Accessed: 25.11.2020).
4. Соколов Ю.И. Риски экстремальных погодных явлений // Проблемы анализа риска. Т. 15. 2018. № 3. С. 6—21. [Sokolov Yu.I. Risks of extreme weather events // Issues of Risk Analysis. Vol. 15. 2018. No. 3. P. 6—21. (In Russ.)] <https://doi.org/10.32686/1812-5220-2018-15-3-6-21>.
5. Managing the Risks of Extreme Events and Disasters to Advance Climate Change Adaptation. A Special Report of Working Groups I and II of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Report IPCC, 2012. 582 p. URL: <https://www.ipcc.ch/report/managing-the-risks-of-extreme-events-and-disasters-to-advance-climate-change-adaptation/> (Дата обращения: / Accessed: 15.12.2020).
6. Climate Change 2014: Synthesis Report. IPCC, 2014. P. 151. URL: <https://www.ipcc.ch/report/ar5/syr/>. (Дата обращения: / Accessed: 15.12.2020).
7. G20 Green Finance Synthesis Report. G20 Green Finance Study Group, 2016. P. 35. URL: [http://unepinquiry.org/wp-content/uploads/2016/09/Synthesis\\_Report\\_Full\\_EN.pdf](http://unepinquiry.org/wp-content/uploads/2016/09/Synthesis_Report_Full_EN.pdf) (Дата обращения: / Accessed: 15.12.2020).
8. Свод правил СП131.13330.2012. Строительная климатология. Актуализированная редакция СНиП 23-01-99. М.: Минрегион России, 2012. 386 с. [Code of practice SP131.13330.2012. Construction climatology. Updated edition of SNiP 23-01-99. M., Minreg. of Russia, 2012. 386 p. (In Russ.)]
9. Свод правил СП20.13330.2011. Нагрузки и воздействия. Актуализированная редакция СНиП 2.01.07-85. М.: Минрегион России, 2011. 96 с. [Code of rules SP20.13330.2011. Loads and impacts. Updated edition of SNiP 2.01.07-85. M.: Minreg. of Russia, 2011. 96 p. (In Russ.)]

<sup>5</sup> Распоряжение от 25 декабря 2019 г. № 3183-п, <http://government.ru/docs/38739>

10. Goodess C. M., Hanson C., Hulme M., Osborn N. J. Representing Climate and Extreme Weather Events in Integrated Assessment Models: A Review of Existing Methods and Options for Development // *Integrated Assessment*. Vol. 4. 2003. No. 3. P. 145—171. URL: [https://ueaeprints.uea.ac.uk/id/eprint/26121/1/goodess\\_integrated\\_assessment\\_2003.pdf](https://ueaeprints.uea.ac.uk/id/eprint/26121/1/goodess_integrated_assessment_2003.pdf) (Дата обращения: / Accessed: 15.12.2020).
11. Кобышева Н. В. Руководство по специализированному климатическому обслуживанию экономики. СПб: Астерион. 336 с. [Kobysheva N. V. Guide to specialized climate services for the economy. St. Petersburg: Asterion. 336 p. (In Russ.)] URL: <http://voeikovmgo.ru/download/publikacii/2008/Rukovodstvo.pdf> (Дата обращения: / Accessed: 15.12.2020).
12. Катцов В. М., Хлебникова Е. И., Школьник И. М., Рудак Ю. Л. Вероятностное сценарное прогнозирование регионального климата как основа разработки адаптационных программ в экономике РФ // *Метеорология и гидрология*. 2020. № 5. С. 46—58. [Kattsov V. M., Khlebnikova E. I., Shkol'nik I. M., and Rudakova Yu. L. Probabilistic Regional Climate Project in gas a Basis for Development of Adaptation Programs in the Economy of the Russian Federation // *Meteorology and Hydrology*. 2020. No. 5. P. 46—58 (In Russ.)]
13. Мелешко В. П., Говоркова В. А., Павлова Т. В. Какое влияние на гидрологический режим и вечную мерзлоту в Северной Евразии может оказать глобальное потепление на 2 °C? // *Труды ГГО им. А. И. Воейкова*. № 556. 2007. С. 29—40. [Meleshko V. P., Govorkova V. A., Pavlova T. V. Impact of the 2 °C global warming on hydrological cycle and permafrost in the Northern Eurasia? // *Proceedings of the MGO* // № 556. 2007. P. 29—40 (In Russ.)]
14. Катцов В. М., Порфирьев Б. Н. Оценка макроэкономических последствий изменения климата на территории Российской Федерации на период до 2030 года и дальнейшую перспективу. М.: Росгидромет. 2011. 248 с. [Kattsov V. M., Porfiriev B. N. Assessment of the macroeconomic consequences of climate change on the territory of the Russian Federation for the period up to 2030 and beyond. M.: Roshydromet. 2011. 248 p. (In Russ.)]
15. Семенов С. М. Методы оценки последствий изменения климата для физических и биологических систем. М.: Росгидромет. 2012. 512 с. [Semenov S. M. Methods for assessing the effects of climate change on physical and biological systems. Moscow: Roshydromet. 2012. 512 p. (In Russ.)]
16. Кобышева Н. В., Акентьева Е. М., Галюк Л. П. Климатические риски и адаптация к изменениям и изменчивости климата в технической сфере. СПб: Кириллица. 2015. 214 с. [Kobysheva N. V., Akentieva E. M., Galyuk L. P. Climate risks and adaptation to climate change and variability in the technical field. Saint Petersburg: Cyrillic. 2015. 214 p. (In Russ.)]
17. Региональный климатический электронный справочник для обслуживания транспортной отрасли экономики по субъектам РФ: Томская, Новосибирская, Кемеровская области, Алтайский край и Республика Алтай. Новосибирск, 2013. 74 с. (Дата обращения: 15.12.2020). [Regional climatic electronic reference book for servicing the transport industry of the economy for the constituent entities of the Russian Federation: Tomsk, Novosibirsk, Kemerovo regions, Altai Territory and the Altai Republic. Novosibirsk, 2013. 74 p. (In Russ.)] URL: <http://sibnigmi.ru/metod/3/> (Accessed: 15.12.2020).
18. Di Mauro M. Quantifying risk before disasters occur: hazard information for probabilistic risk assessment // *Bulletin WMO*. Vol. 63(2). 2014. URL: <https://public.wmo.int/en/resources/bulletin/quantifying-risk-disasters-occur-hazard-information-probabilistic-risk-assessment>
19. Parker W. S., Lusk G. Incorporating User Values into Climate Services // *Bulletin of the American Meteorological Society*. Vol. 100 (9). 2019. P. 1643—1650. <https://doi.org/10.1175/BAMS-D-17-0325.1>
20. Бобылев С. Н., Никоноров С. М., Корнилова А. В. Раскрытие информации об управлении рисками в годовых нефинансовых отчетах российских нефтегазовых компаний, действующих в Арктике // *Проблемы анализа риска*. Т. 13. 2016. № 6. С. 48—62. [Bobylev S. N., Nikonorov S. M., Kornilova A. V. Risk management information disclosure in non-financial annual reports of russian oil and gas companies that have projects in the arctic // *Issues of Risk Analysis*. Vol. 13. 2016. No. 6. P. 48—62 (In Russ.)] <https://doi.org/10.32686/1812-5220-2016-13-6-48-62>.
21. Mills E. Insurance in a climate of change // *Science*. Vol. 309. 2005. P. 1040—1044. <https://doi.org/10.1126/science.1112121>.
22. Гашо Е. Г., Степанова М. В. Приоритеты устойчивого развития Москвы: энергоэффективность, снижение уязвимости, климатическая адаптация // *Материалы научно-практической конференции «Экология Московского региона — 2017»*. М.: 2017. 56 с. [Gasho E. G.,

Stepanova M. V. Moscow's sustainable development priorities: energy efficiency, vulnerability reduction, climate adaptation // Materials of the scientific-practical conference "Ecology of the Moscow region — 2017". Moscow: 2017. 56 p. (In Russ.)]

23. Быков А. А., Башкин В. Н. Об экстремальных природных явлениях и оценке природных и экологических рисков // Проблемы анализа риска. Т. 15. 2018. № 3. С. 4—5. [Bykov A. A., Bashkin V. N. On extreme natural phenomena and the assessment of natural and environmental risks // Issues of Risk Analysis. Vol. 15. 2018. No. 3. P. 4—5 (In Russ.)] <https://doi.org/10.32686/1812-5220-2018-15-3-4-5>.

## Сведения об авторе

**Михеев Петр Николаевич:** член Русского общества управления рисками, дипломированный внутренний аудитор (Certified Internal Auditor, CIA), профессиональный риск-менеджер (Professional Risk Manager, PRM)

Количество публикаций: 10

Область научных интересов: внутренний контроль и управление рисками

ResearcherID: AAE-9530-2021

ORCID: 0000-0002-8640-1950

Контактная информация:

Адрес: 119602, г. Москва, Никулинская ул., д. 27/129

E-mail: pmikheev@gmail.com

---

Статья поступила в редакцию: 13.01.2021

После доработки: 28.01.2021

Принята к публикации: 02.02.2021

Дата публикации: 26.02.2021

*The paper was submitted: 13.01.2021*

*Received after reworking: 28.01.2021*

*Accepted for publication: 02.02.2021*

*Date of publication: 26.02.2021*