

МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
имени М.В. ЛОМОНОСОВА
Экономический факультет

На правах рукописи

Михеев Петр Николаевич

**УПРАВЛЕНИЕ КЛИМАТИЧЕСКИМИ РИСКАМИ
РОССИЙСКИХ ПУБЛИЧНЫХ КОМПАНИЙ
НА ОСНОВЕ СИСТЕМНОЙ КЛАССИФИКАЦИИ**

Специальность: 5.2.6. Менеджмент

ДИССЕРТАЦИЯ

на соискание ученой степени
кандидата экономических наук

Научный руководитель:
кандидат экономических наук, доцент
Котловский И.Б.

Москва – 2024

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение.....	3
Глава 1. Изменение климата и устойчивое экономическое развитие	12
1.1. Влияние изменения климата на глобальную экономику	12
1.2. Изменение климата и экономика России.....	19
1.3. Климатические риски и финансовое состояние организации	25
1.4. Климатическая повестка в деятельности российских компаний	35
Глава 2. Идентификация и классификация климатических рисков.....	49
2.1. Климатический риск как экономическая категория.....	49
2.2. Общие подходы к классификации климатических рисков	52
2.3. Фасетно-иерархический подход	56
Глава 3. Оценка, анализ и меры по снижению климатических рисков	72
3.1. Оценка климатических рисков в краткосрочной перспективе	72
3.2. Анализ социально-экономических сценариев.....	89
3.3. Управление климатическими рисками	104
3.4. Интеграция климатической повестки в систему корпоративного управления.....	125
Заключение	135
Список сокращений и условных обозначений	139
Список литературы	140
Приложения	156
Приложение А. Карты пространственного распределения уровня рисков, связанных с изменением температурного режима на горизонте 2040–2050 гг., для SSP1–2.6 сценария МГЭИК	156
Приложение Б. Карты пространственного распределения уровня рисков, связанных с изменением температурного режима на горизонте 2040–2050 гг., для SSP5–8.5 сценария МГЭИК	157
Приложение В. Карты пространственного распределения уровня рисков, связанных с изменением режима увлажнения на горизонте 2040–2050 гг., для SSP1–2.6 сценария МГЭИК	158
Приложение Г. Карты пространственного распределения уровня рисков, связанных с изменением режима увлажнения на горизонте 2040–2050 гг., для SSP1–8.5 сценария МГЭИК	159

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность темы исследования. Тема устойчивого развития и изменения климата имеет большое научно-практическое значение. Понятие «устойчивое развитие» означает «развитие, при котором текущая деятельность и удовлетворение потребностей современного общества не наносит вреда для последующих поколений, а находит баланс между ними»¹. Устойчивое развитие предполагает переход на международном уровне к новой экономической концепции, ориентированной не только на максимизацию прибыли и минимизацию издержек экономических субъектов, но и на улучшение природной и социальной среды. «Осуществляется переход к новому типу экономики, в рамках которой формируются новые хозяйственные системы, основанные «на знаниях» – нововведениях и инновациях, обеспечивающих новое качество экономического роста» (Абдурахимова и др., 2015). В этом контексте особое значение приобретает реализация климатической повестки как одной из основных целей устойчивого развития.

Изменение климата происходит быстрыми темпами, что находит подтверждение в данных метеорологических наблюдений и научных исследованиях. По данным Всемирной метеорологической организации (ВМО), девять лет с 2015 по 2023 г. были самыми теплыми, а 2023 год – самым теплым годом за всю 174-летнюю историю метеорологических наблюдений. При этом эмиссии углекислого газа (CO₂) на 50% превысили доиндустриальный (1850–1900 гг.) уровень. Усиливается влияние экстремальных климатических явлений (жара, засуха, наводнения). Из-за продолжающегося потепления Мирового океана и таяния ледников и ледяных щитов скорость повышения уровня моря неуклонно растет, в 2013–2022 гг. более чем в два раза превысив темпы первого десятилетия спутниковых наблюдений (1993–2002 гг.)².

На территории России изменение климата происходит более быстрыми темпами, чем в среднем по земному шару (примерно в два с половиной раза выше, чем скорость роста глобальной температуры, и на треть выше скорости роста температуры в среднем по суше Северного полушария)³. Наличие на территории страны различных климатических поясов, а также обширной арктической зоны, где темпы потепления климата наиболее значительны, повышает значимость климатических рисков. Угрозой становится деградация зоны вечной мерзлоты, которая занимает почти 65% территории страны. В российской экономике

¹ «Наше общее будущее» – Доклад Всемирной комиссии по вопросам окружающей среды и развития [Электронный ресурс] // URL: <https://un.org/ru/ga/pdf/brundtland.pdf>

² World Meteorological Organization. 2023 shatters climate records, with major impacts [Электронный ресурс] // URL: <https://wmo.int/media/news/2023-shatters-climate-records-major-impacts>

³ Доклад об особенностях климата на территории Российской Федерации за 2020 год [Электронный ресурс] // URL: <https://meteorf.gov.ru/product/climat/>

значительная доля предприятий топливно-энергетического сектора и металлургии, деятельность которых сопряжена с большими объемами выбросов парниковых газов в атмосферу, повышает риски перехода к низкоуглеродной экономике.

Актуальность климатической повестки находит отражение в требованиях законодательства Российской Федерации, государственных исполнительных органов и регуляторов. С момента ратификации в 1994 г. рамочной Конвенции Организации Объединенных Наций об изменении климата (РКИК ООН) в России формируется законодательная база, учитывающая изменения климата, разрабатываются стратегии и программные документы, ориентированные на снижение выбросов парниковых газов как основной причины глобального изменения климата на планете⁴. Важным этапом в борьбе с изменением климата является принятие Правительством Российской Федерации⁵ Парижского соглашения по климату 2015 года, стратегическая цель которого заключается в удержании прироста средней глобальной температуры к концу XXI века ниже 2 °С сверх доиндустриальных показателей и «приложении усилий» в целях ограничения роста температуры на уровне 1,5 °С.

Федеральный закон Российской Федерации «Об ограничении выбросов парниковых газов» определяет основы правового регулирования в Российской Федерации хозяйственной деятельности, которая сопровождается выбросами парниковых газов⁶. Принятые в 2021 г. в соответствии с распоряжениями Правительства Российской Федерации Концепция развития водородной энергетики в Российской Федерации⁷ и Концепция по развитию производства и использования электрического автомобильного транспорта в Российской Федерации на период до 2030 года⁸ ориентированы на снижение рисков, связанных с возможной потерей сложившихся рынков традиционных энергоносителей (нефти, газа, угля и др.). «Устойчивый рост экономики в процессе движения к углеродной нейтральности» – такая цель заявлена в Стратегии социально-экономического развития страны с низким уровнем выбросов

⁴ Федеральный закон Российской Федерации от 4 ноября 1994 г. № 34-ФЗ «О ратификации рамочной Конвенции ООН об изменении климата» // [Электронный ресурс] // URL: <http://government.ru/docs/all/95807/>

⁵ Постановление Правительства Российской Федерации от 21 сентября 2019 г. № 1228 «О принятии Парижского соглашения» [Электронный ресурс] // URL: <http://publication.pravo.gov.ru/Document/View/0001201909240028>

⁶ Федеральный закон Российской Федерации от 02.07.2021 № 296-ФЗ «Об ограничении выбросов парниковых газов» [Электронный ресурс] // URL: <http://publication.pravo.gov.ru/Document/View/0001202107020031>

⁷ Распоряжение Правительства Российской Федерации от 5 августа 2021 г. № 2162-р. Концепция развития водородной энергетики в Российской Федерации [Электронный ресурс] // URL: <http://static.government.ru/media/files/5JFns1CDAKqYKzZ0mnRADAw2NqcVsexl.pdf>

⁸ Распоряжение Правительства Российской Федерации от 23 августа 2021 г. № 2290-р. Концепция по развитию производства и использования электрического автомобильного транспорта в Российской Федерации на период до 2030 года [Электронный ресурс] // URL: <http://static.government.ru/media/files/bW9wGZ2rDs3BkeZHf7ZsaxnlbJzQbJJt.pdf>

парниковых газов до 2050 года⁹. Федеральная научно-техническая программа в области экологического развития до 2030 года¹⁰ предполагает создание наукоемких технологических решений, направленных на смягчение антропогенного воздействия на окружающую среду и климат, а также на адаптацию населения и отраслей экономики к изменениям климата. Новая Климатическая доктрина РФ, принятая в октябре 2023 г., ключевой целью климатической политики провозглашает «достижение с учетом национальных интересов и приоритетов социально-экономического развития не позднее 2060 года баланса между антропогенными выбросами и их поглощением»¹¹.

Перемены, которые происходят в мире, и шаги, предпринимаемые органами государственной власти и регуляторами, напрямую затрагивают экономические интересы предприятий, работающих в России. «Последствия перемен несут в себе много неопределенности, непредсказуемости, угроз и рисков» (Кузин, 2014). Изменение климата – это не только угрозы, но и возможности. В новых условиях управление климатическими рисками превращается в один из стимулов устойчивого экономического роста российских компаний. Встроенная в корпоративную стратегию развития климатическая повестка способствует повышению инвестиционной привлекательности предприятий, расширяет возможности страхования рисков (Котловский и др., 2017), обеспечивает предприятия новыми рынками сбыта, поддержку со стороны государственных органов и регуляторов. Реализации климатической повестки способствует публичное размещение или обращение акций и ценных бумаг, а также предоставление финансовой отчетности в открытом доступе, что предусматривается Российским законодательством лишь для публичных, но не для непубличных компаний¹².

В современных условиях климатическая тематика является не только актуальной в контексте научных исследований, но имеет большое практическое значение для результативной и эффективной экономической деятельности предприятия.

⁹ Распоряжение Правительства Российской Федерации от 29 октября 2021 г. № 3052-р. «О Стратегии социально-экономического развития Российской Федерации с низким уровнем выбросов парниковых газов до 2050 года» [Электронный ресурс] // URL: <https://docs.cntd.ru/document/726639341>

¹⁰ Постановление Правительства Российской Федерации от 08.02.2022 № 133 «Об утверждении Федеральной научно-технической программы в области экологического развития Российской Федерации и климатических изменений на 2021–2030 годы» [Электронный ресурс] // URL: <http://actual.pravo.gov.ru/content/content.html#pnum=0001202202140015>

¹¹ Указ Президента Российской Федерации от 26 октября 2023 г. «Об утверждении климатической доктрины Российской Федерации» [Электронный ресурс] // URL: <https://garant.ru/hotlaw/federal/1654772/>

¹² Федеральный закон от 5 мая 2014 г. № 99-ФЗ «О внесении изменений в главу 4 части первой Гражданского кодекса Российской Федерации и о признании утратившими силу отдельных положений законодательных актов Российской Федерации» (с изменениями и дополнениями) [Электронный ресурс] // URL: <http://kremlin.ru/acts/bank/38444>

Степень научной разработанности проблемы

Вопросы управления рисками в контексте устойчивого экономического развития и изменения климата широко освещены в работах зарубежных и отечественных авторов, среди которых можно выделить Г. Бакши, Ф. Белла, Д. Эдвардса, Р. Энгла, Э. Миллса, Б. Келли, Х. Ли, Б.Н. Порфирьева, А.А. Быкова, И.Б. Котлобовского, С.Н. Бобылева, С.М. Никонорова, Н.П. Кобышеву, Ж.В. Писаренко, К.Е. Турбину, А.А. Цыганова, Т.Ю. Шемякину, А.А. Широва, Р.Т. Юлдашева, А.А. Макоско, И.А. Макарова, С.А. Белозерова.

Значительный вклад в исследование тематики, связанной с влиянием изменения климата на социально-экономические и природные системы, внесли работы М. Флэннигана, В. Джолли, Р. Тола, С. Вергена, Б.Н. Порфирьева, Н.П. Кобышевой, Б.А. Ревича, Н.П. Иващенко, В.И. Данилова-Данильяна, В.М. Катцова, Е.И. Хлебниковой, Н.М. Светлова, С.М. Семенова.

Развитием и усовершенствованием эконометрических моделей в контексте определения экономического ущерба от изменения климата активно занимались А. Агиар, К. Баркер, Р. Деллинк, Д. Гунасекера, М. Кан, Дж. Ким, Л. Кох, Т. Компас, Ю. Ли, В. Нордхаус, Н. Стерн, А.А. Широков, Б.Н. Порфирьев, И.А. Башмаков, А.Ю. Колпаков, Б.Г. Ивановский.

Выводы, полученные относительно влияния изменения климата на мировую экономику и экономику России, не являются однозначными. Экономисты и климатологи ставят вопрос о необходимости изучения «недостающих рисков», связанных с неопределенностями не только научного характера (например, несовершенством моделей, недостаточной точностью исходных данных), но и неопределенностями исторического характера в отношении путей развития человечества в текущем столетии и последующих траекторий выбросов парниковых газов. Несмотря на большое количество исследований, посвященных проблемам устойчивого развития и изменения климата, вопросы влияния глобального потепления климата на экономическое развитие отдельного предприятия являются недостаточно изученными и нуждаются в проведении дополнительных исследований с учетом национальной специфики и мирового опыта.

Цель и задачи исследования

Цель исследования состоит в разработке методов и инструментов по управлению климатическими рисками для обеспечения устойчивого экономического развития российских публичных компаний.

В соответствии с целью исследования были поставлены и решены следующие **задачи**.

1. Выявить основные тенденции и особенности развития климатической повестки в деятельности российских публичных компаний, получить эмпирические доказательства влияния ESG- и E-факторов, связанных с климатом, на финансовое состояние компаний.

2. Разработать классификатор климатических рисков в соответствии с системно-интеграционной теорией предприятия на основе фасетно-иерархического подхода, позволяющий учесть сложный многосторонний характер воздействия климата на экономику предприятия и обеспечить интеграцию климатических рисков в общую систему управления рисками.

3. Предложить инструментарий количественной оценки климатических рисков, связанных с экстремальными погодными явлениями, медленными изменениями климата и переходом к низкоуглеродной экономике, позволяющий агрегировать показатели опасности, подверженности и уязвимости предприятия к изменению климата.

4. Определить существенные для российских компаний в долгосрочной перспективе климатические риски на основе анализа различных, в том числе стрессовых, социально-экономических сценариев, предложенных Межправительственной группой экспертов по изменению климата (МГЭИК) и Сообществом центральных банков и надзорных органов по повышению экологичности финансовой системы (Network for Greening the Financial System, NGFS).

5. Определить потенциальный экономический эффект адаптации компании к изменениям климата в зависимости от затрат на превентивные мероприятия, возможных потерь в случае реализации климатических рисков и используемой гидрометеорологической информации. Предложить управленческие решения проблемы интеграции климатической повестки в экономическую деятельность российских публичных компаний.

Объектом исследования являются климатические риски экономической деятельности российских публичных компаний.

Предметом исследования являются методы и инструменты управления климатическими рисками, оказывающими воздействие на финансовую устойчивость российских публичных компаний.

Теоретической базой исследования являются научные труды отечественных и зарубежных ученых по вопросам, связанным с влиянием изменения климата на экономику в глобальном масштабе, на уровне страны и отдельного предприятия, опубликованные в рецензируемых российских и зарубежных научных изданиях, индексируемых в реферативных базах данных научного цитирования (Scopus, Web of Science, РИНЦ и другие). Большое внимание уделяется исследованиям, выполненным в рамках международных проектов, таких как Проект межсекторального сравнения моделей воздействия (The Inter-Sectoral Impact Model Intercomparison Project, ISIMIP), Проект взаимного сравнения совместных моделей (Coupled Model Intercomparison Project, CMIP), реализуемый в рамках Всемирной программы

исследования климата (World Climate Research Programme, WCRP), а также материалам научных конференций, докладам и оценкам, обновляемым на постоянной основе МГЭИК.

Методологическая база исследования

В процессе диссертационного исследования применялись методы теоретического и эмпирического уровней научного познания. К теоретическим методам можно отнести абстрагирование, выдвижение гипотез, индукцию и дедукцию, анализ и синтез, сравнение, классификацию, проведение аналогий и другие. На эмпирическом уровне использовались методы математической статистики, экономический анализ, методы визуализации и картирования полученных результатов и другие.

Эмпирической базой исследования послужили аналитические и статистические материалы международных и российских организаций (ООН, ВМО, Банк России, МГЭИК), годовые отчеты российских публичных компаний, нормативные правовые акты Российской Федерации, доклады и материалы Федеральной службы по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды (Росгидромета) и его организаций, публикуемые в инициативном порядке и размещаемые в общем доступе. Использовались информационные ресурсы отечественных и международных баз данных (ФГБУ «ВНИИГМИ-МЦД»), Проект взаимного сравнения совместных моделей (СМIP6), сценарии МГЭИК и Сообщества центральных банков и надзорных органов по повышению экологичности финансовой системы (NGFS) и другие).

Научная новизна исследования состоит в разработке актуальных методов и инструментов классификации, оценки и управления климатическими рисками в целях совершенствования системы управления рисками российских публичных компаний.

Положения, содержащие элементы научной новизны:

1. Выявлены основные тенденции и особенности развития климатической повестки в деятельности российских публичных компаний в условиях функционирования современной экономической системы. Получены эмпирические доказательства влияния качества управления ESG- и E-рисками, связанными с климатом, на рыночную капитализацию компаний, имеющих листинг акций на Московской бирже.

2. Разработана классификация климатических рисков, основанная на системно-интеграционной теории предприятия и фасетно-иерархическом подходе, позволяющая учесть влияние основных компонентов климатического риска (опасность, подверженность и уязвимость) на объектные, средовые, процессные и проектные подсистемы предприятия и обеспечить интеграцию климатических рисков в общую систему управления рисками организации.

3. Предложен инструментарий для количественной оценки климатических рисков, связанных с экстремальными погодными явлениями, медленными изменениями климата и

переходом к низкоуглеродной экономике, позволяющий получать комплексные оценки уровня рисков, основываясь на использовании разработанного типового перечня основных факторов и показателей по каждому компоненту риска (опасность, подверженность, уязвимость).

4. На основе проведенного системного анализа в контексте долгосрочного изменения климата при реализации социально-экономических, в том числе стрессовых, сценариев Межправительственной группы экспертов по изменению климата (МГЭИК) и Сообщества центральных банков и надзорных органов по повышению экологичности финансовой системы определены существенные для российских компаний климатические риски.

5. Получены оценки потенциальной экономической эффективности адаптации компании к изменениям климата в зависимости от затрат на превентивные мероприятия, возможных потерь в случае реализации рисков и своевременного использования гидрометеорологической информации. Предложены управленческие решения, нацеленные на интеграцию климатической повестки в экономическую деятельность организации.

Положения, выносимые на защиту

1. К числу основных тенденций и особенностей развития климатической повестки в экономической деятельности российских публичных компаний относятся: рассмотрение климатической повестки в рамках концепции устойчивого развития, повышение роли совета директоров, разработка климатической стратегии и политики, интеграция климатических рисков в общую систему управления рисками организации и раскрытие информации о климате, планирование и реализация мер адаптации к изменениям климата. По результатам дисперсионного анализа выявлено наличие статистически значимых связей с доверительной вероятностью 95% между качеством управления ESG- и E-рисками, связанными с климатом, и рыночной капитализацией российских публичных компаний.

2. Классификация климатических рисков предусматривает выделение семи основных структур (фасетов) – «Объектная подсистема», «Процессная подсистема», «Проектная подсистема», «Средовая подсистема», «Климат», «Продолжительность воздействия», «Оценка воздействия», – охватывающих основные аспекты экономической деятельности предприятия и климатической повестки. Эффективность управления рисками обеспечивается независимостью фасетов.

3. Степень уязвимости и подверженности российских компаний климатическому воздействию зависит от отраслевой специфики и географического региона. Предлагаемый инструментарий количественной оценки климатических рисков позволяет определить наличие у предприятия возможностей обеспечения финансовой устойчивости в контексте принятия, передачи или снижения уровня климатического риска.

4. Результаты сценарного анализа и стресс-тестирования свидетельствуют о возрастании на горизонте 2040–2050 гг. рисков, связанных с климатическим регулированием, снижением спроса на углеродоемкую продукцию, ростом цены на углерод, увеличением повторяемости, интенсивности и продолжительности экстремальных погодных явлений.

5. Полученные оценки потенциальной экономической эффективности адаптации предприятия к изменениям климата свидетельствуют о том, что положительный экономический эффект может быть получен не только за счет оптимизации соотношения между затратами на превентивные мероприятия и потерями в случае реализации рисков, но и благодаря своевременному использованию метеорологической информации.

Обоснованность и достоверность результатов исследования

Достоверность и обоснованность полученных результатов обеспечивается соблюдением методологии выполнения научных исследований, корректным применением эмпирических и статистических методов, надежностью подходов к решению поставленных задач, достоверностью используемых статистических и фактологических данных, а также подтверждается публикацией основных результатов работы в ведущих рецензируемых научных изданиях.

Личный вклад автора состоит в выполнении теоретических и эмпирических исследований, в том числе в систематизации, классификации, проведении оценки, сборе и обработке статистических и эмпирических данных, в подготовке практических рекомендаций.

Теоретическая и практическая значимость исследования

Теоретическая значимость диссертационного исследования заключается в расширении научных представлений и базы знаний относительно влияния изменения климата на экономическую деятельность и устойчивое развитие российских публичных компаний, а также относительно ключевых подходов к управлению климатическими рисками.

Полученные в диссертационном исследовании результаты могут использоваться российскими публичными компаниями в качестве научно-информационной и методической поддержки в целях повышения эффективности управления климатическими рисками, а также разработки программ адаптации к изменениям климата.

Результаты исследования могут представлять практическую значимость и интерес для: акционеров и органов управления международных и российских публичных компаний; специалистов, занимающихся разработкой методологических подходов в области управления рисками в контексте устойчивого развития и изменений климата; научных работников, занимающихся исследованиями в области управления рисками, а также ученых-экологов, метеорологов и климатологов в рамках проведения прикладных исследований.

Апробация результатов работы

Основные положения работы обсуждались на научных семинарах и конференциях, в том числе на «Ломоносовских чтениях» (апрель 2024 г.), конференции «Взаимодействие бизнеса и государства» (декабрь 2023 г.) и Всероссийском симпозиуме «Стратегическое планирование и развитие предприятий» (апрель 2015 г.).

Соответствие диссертации паспорту научной специальности

Диссертационное исследование соответствует пунктам 9. Организация как объект управления. Теория организации. Структуры управления. 13. Корпоративная социальная ответственность. Социальная и экологическая ответственность бизнеса. Управление устойчивым развитием организации. 16. Теория и методология управления проектами. Процессы, методы, модели и инструменты управления проектами и программами. Управление рисками (риск-менеджмент) паспорта специальности 5.2.6. «Менеджмент».

Публикации результатов исследования. Основные выводы и положения диссертационного исследования изложены в 11 научных публикациях общим объемом 6,61 п.л. (авт. – 5,91 п.л.), в том числе в 5 статьях общим объемом 2,94 п.л. (авт. – 2,25 п.л.) в изданиях, индексируемых в базах данных Web of Science, Scopus, RSCI и в изданиях из перечня, рекомендованного Ученым советом МГУ имени М.В. Ломоносова для защиты в диссертационном совете МГУ по специальности.

Структура диссертации. Диссертация состоит из введения, трех глав, заключения, списка литературы и приложений. Общий объем работы составляет 155 страниц полного текста и библиографии. Работа содержит 17 таблиц, 41 рисунок, 4 приложения. Список литературы содержит 182 наименования.

ГЛАВА 1. ИЗМЕНЕНИЕ КЛИМАТА И УСТОЙЧИВОЕ ЭКОНОМИЧЕСКОЕ РАЗВИТИЕ

1.1. Влияние изменения климата на глобальную экономику

Изменение климата представляет угрозу для природы и общества, оказывает возрастающее влияние на мировую экономику, способствует повышению цен на энергоносители, снижению стоимости активов публичных компаний и частных инвесторов. Данные наблюдений и научных исследований свидетельствуют о том, что основной причиной глобального потепления климата являются антропогенные воздействия. Уровень эмиссии парниковых газов неуклонно растет. По данным экспертов, в 2022 г. уровень концентрации углекислого газа (CO_2), метана (CH_4) и двуокиси азота (N_2O) достиг рекордных отметок, превысив на 149, 262 и 124% соответственно доиндустриальный уровень (1850 г.) (United In Science, 2023). Согласно расчетам, повышение глобальной температуры приземного воздуха в течение всего XXI века продолжится, если концентрация парниковых газов (ПГ) будет расти (Третий оценочный доклад, 2022).

Основным инструментом исследования влияния изменения климата на экономику на фоне быстрого развития вычислительной техники становятся численные модели климата и экономики. Моделированию экономических последствий изменения климата посвящены многочисленные исследования (Nordhaus, 2010; Agrawala et al., 2011; Stern, 2013; Anthoff and Tol, 2010; Башмаков и др., 2023). Эконометрические модели, как правило, основываются на данных долгосрочных климатических сценариев, полученных с использованием гидродинамических моделей климата для будущих временных периодов (краткосрочного – до 2035 г., долгосрочного – до 2100 г., продленного в отдельных случаях до 2300 г.), называемых обычно «путями распространения репрезентативных концентраций углекислого газа» (CO_2). На Рисунке 1.1 представлены возможные социально-экономические последствия различных климатических сценариев.

ПОТЕПЛЕНИЕ К 2100 ГОДУ	< 2 °C		3 °C	5 °C
	1,5 °C	2 °C		
Физические воздействия				
Повышение уровня моря	0,3-0,6 м	0,4-0,8 м	0,4-0,9 м	0,5-1,7 м
Вероятность безледного арктического лета	1 из 30	1 из 6	4 из 6 (63%)	6 из 6 (100%)
Частота экстремальных осадков	+17%	+36%	+70%	+150%
Увеличение площади лесных пожаров	x 1,4	x 1,6	x 2,0	x 2,6
Люди, пострадавшие от волн тепла	x 22	x 27	x 80	x 300
Зона распространения малярии	+12%	+18%	+29%	+46%
Экономические воздействия				
Влияние на мировой ВВП относительно 2018 году: 80 млрд долл.	-10%	-13%	-23%	-45%
Загрязняющие активы	Переходный период: активы на ископаемом топливе (снабжение, энергетика, транспорт, промышленность)		Смешанный: некоторые активы на ископаемом топливе и некоторые физические проблемы	Физический неоситаемые зона, сельское хозяйство, водочемная промышленность, потерянный туризм
Снабжение продовольствием	Изменение рациона питания. Потеря урожая в тропиках		Потеря доходности 24%	Потеря урожая 60%, увеличение спроса на 60%

Рисунок 1.1 – Возможные социально-экономические последствия климатических сценариев

Источник: переведено автором по материалам TCFD. Руководство по интеграции управления рисками и раскрытию информации (октябрь 2020 г.)¹³.

Классификация различных возможных подходов к определению экономического ущерба в зависимости от траекторий изменения климата с примерами моделей представлена в нескольких работах (Piontek et al, 2021; Ивановский, 2021). Отмечается значительный прогресс в развитии исследований биофизических воздействий изменения климата на урожайность сельскохозяйственных культур, лесные ресурсы, речные и морские экосистемы. В этом контексте важную роль играют межсекторальные инициативы по численному моделированию, такие как, например, Проект межсекторального сравнения моделей воздействия (The Inter-Sectoral Impact Model Intercomparison Project, ISIMIP), тесно связанный с Проектом взаимного сравнения совместных моделей (Coupled Model Intercomparison Project, CMIP), реализуемым в рамках Всемирной программы исследования климата (World Climate Research Programme, WCRP). Результаты биофизических моделей используются в качестве входных данных для микро- и макроэкономических эконометрических моделей, что может, с одной стороны, повысить предсказуемость экономических изменений, а с другой – избежать параметризации биофизических процессов.

Среди основных эконометрических моделей, широко используемых на практике, можно выделить:

- модели ввода-вывода (англ. Input-Output model, IOM) и их модификации (например, динамическая модель ввода-вывода неработоспособности (англ. Dynamic Inoperability Input-

¹³ Task Force on Climate-related Financial Disclosures. Guidance on Risk Management Integration and Disclosure (October 2020) [Электронный ресурс] // URL: <https://fsb.org/wp-content/uploads/P291020-2.pdf>

Output Model, DИОМ), адаптивная региональная модель ввода-вывода (англ. Adaptive Regional Input-Output Model, ARIО) и др.;

- модели общего (англ. Computable general equilibrium, CGE) и частичного (англ. Partial equilibrium, PE) равновесия;

- модели комплексной оценки изменения климата (англ. Integrated Assessment Models, IAM);

- модели, основанные на статистических оценках временных рядов.

Модели ввода-вывода получили широкое распространение на практике для оценки масштабов ущерба от стихийных гидрометеорологических явлений. Данные модели использовались для оценки экономических последствий, связанных с такими опасными явлениями, как ураганы, тропические циклоны, засухи, наводнения и другие, в контексте разрушения критически важных объектов и инфраструктуры (например, портов) или различных секторов экономики (промышленность, транспорт, строительство). Основные недостатки данных моделей связаны с отсутствием параметризации экономических механизмов (например, изменения цены, межсекторального взаимодействия, технологических изменений в экономике и др.). Вследствие этого возникли модификации данных моделей, такие как, например, модель ДИОМ, способная оценить экономическую эффективность сектора с учетом вводимых и выводимых из других секторов ресурсов (Guo and Hou, 2019; Barker and Santos, 2010), модель ARIО и др.

Более сложными являются модели общего равновесия (CGE) и модели комплексной оценки (IAM) изменения климата. CGE-модели воспроизводят экономические отношения между различными экономическими субъектами. В моделях CGE связь между экономическими субъектами обеспечивается международной торговлей. Подробное описание экономических отношений с учетом параметров рынка, урожайности сельскохозяйственных культур, расходов на здравоохранение, производительности труда и спроса на энергию позволяет получать полномасштабные оценки ущерба от климатического воздействия. Модели учитывают нелинейные экономические эффекты, в том числе изменения цен, а также позволяют привести спрос и предложение на различных рынках в состояние равновесия. Современные CGE-модели имеют глобальный характер и могут охватывать до 140 модулей интерактивных региональных экономик, до 100 различных отраслей и потребителей (Aguiar et al., 2016). На основе анализа (Дзюба и Бакалова, 2022) 3 760 отечественных и зарубежных исследований за период с 1995 по 2021 г. делается вывод о целесообразности использования CGE-моделей для анализа климатической политики Российской Федерации, в частности, относительно применимости таких инструментов, как экологические налоги и торговля выбросами.

Модели комплексной оценки изменения климата являются совместными моделями экономики и окружающей среды, в которых больше внимания уделяется описанию взаимодействия (прямым и обратным связям) между экономическими и природными системами. Многие модели IAM при высокой степени агрегированности содержат поверхностное описание климата. В отдельных случаях отсутствие обратной связи между климатом и экономикой компенсируется подробным описанием биофизической системы. Расширенные модели CGE, такие как, например, ENV-Linkages, подробно описывают не только выбросы от экономической деятельности, но и обратные связи между воздействиями климата и экономикой, то есть по сути являются IAM-моделями. Аналогичным образом экономический модуль IAM можно расширить до полной модели CGE. Уровень детализации, используемый в моделях CGE и IAM, ограничивается главным образом вычислительными ресурсами, а также искомым уровнем сложности, позволяющим избегать ситуации «черного ящика».

В Таблице 1.1 представлены основные типы социально-экономического воздействия климата, которые, как правило, количественным и/или качественным образом учитываются в моделях. Заметим, что данный перечень не охватывает полностью спектр климатических воздействий, оказывающих возрастающее влияние не только на экономику (сельское хозяйство, энергетику, здравоохранение и т.д.), но и на другие аспекты человеческой жизни, например, безопасность, здоровье и благополучие, культуру, возможности людей, качество окружающей среды и т.д.

Таблица 1.1 – Наиболее важные типы социально-экономического воздействия климата

Сфера воздействия	Экономические и социальные потери/возможности
Сельское хозяйство	Урожайность сельскохозяйственных культур Смертность и заболеваемость скота Продуктивность животноводства Аквакультура и водные биоресурсы Рыболовство
Прибрежные зоны	Потеря земель и капитала в связи с повышением уровня моря Нерыночные воздействия
Экстремальные явления	Смертность, земельный и капитальный ущерб от ураганов Смертность, земельный и капитальный ущерб от наводнений

Продолжение Таблицы 1.1

Сфера воздействия	Экономические и социальные потери/возможности
Здравоохранение	Смертность от воздействия волн тепла и холода Смертность и заболеваемость от инфекционных, сердечно-сосудистых и респираторных заболеваний
Энергетика	Спрос и потребление энергии
Туризм	Туристические потоки и услуги
Экосистемы	Утрата экосистем и биоразнообразия Продуктивность лесов
Водные ресурсы	Производство энергии Запасы питьевой воды
Безопасность	Гражданские конфликты и политическая нестабильность Миграция населения
Стихийные бедствия	Разрушительные последствия

Источник: переведено автором по материалам ОЭСР. Экономические последствия изменения климата¹⁴.

В работе (Dellink et al., 2019) с использованием многорегиональной, многоотраслевой динамической модели общего равновесия рассматривается широкий спектр климатических воздействий, связанных с изменением урожайности сельскохозяйственных культур, рыболовных уловов, расходов на здравоохранение из-за болезней и теплового стресса, туристических потоков, спроса на энергию для охлаждения и отопления, с потерей земель и капитала из-за повышения уровня моря, ущербом от ураганов. По прогнозам, к 2060 году глобальные ежегодные потери валового внутреннего продукта (ВВП) могут составить 1,0–3,3%. В соответствии с результатами моделирования в перспективе (до 2060 г.) наибольший ущерб от изменения климата будет связан со снижением производительности труда и эффективности сельскохозяйственного производства. Ущерб от повышения уровня моря будет расти наиболее быстрыми темпами после середины нынешнего столетия. Незначительным в глобальном масштабе будет ущерб для энергетики и туризма. Ущерб от ураганов может иметь значительные последствия для местных сообществ, но на макроэкономическом уровне, согласно прогнозам, будет очень небольшим. Для некоторых стран, расположенных в высоких

¹⁴ OECD. The economic consequences of climate change. – OECD Publishing, Paris., 2015. – 140 p. [Электронный ресурс] // URL: https://oecd.org/en/publications/the-economic-consequences-of-climate-change_9789264235410-en.html

широтах, экономические выгоды могут возникнуть в результате развития туризма, возобновляемой энергетики и здравоохранения.

Наряду с потерями ВВП для характеристики экономических последствий изменения климата используется социальная стоимость углерода (Social Cost of Carbon, SCC), которая используется в качестве оценки экономических издержек, вызванных выбросами дополнительной тонны углекислого газа или его эквивалента. SCC характеризует изменение дисконтированной стоимости экономического благосостояния от дополнительной единицы выбросов в эквиваленте CO₂. В работах (Nordhaus, 1998; Nordhaus, 2017) проводится сравнение оценок SCC, полученных с использованием динамической модели комплексной оценки DICE и ее модификаций, в зависимости от изменений ставки дисконтирования и климатических сценариев. Отмечается, что в случае реализации базового сценария, подразумевающего развитие в условиях умеренного ресурсного ограничения при ставке дисконтирования в 2,5%, к 2050 г. ожидается рост SCC на 3%.

Особенно уязвимыми к изменениям климата оказываются развивающиеся страны Юго-Восточной Азии и Африки. Потепление климата в значительной степени усугубило глобальное экономическое неравенство, включая различия между странами в пересчете на численность населения приблизительно на 25% за последние 50 лет по сравнению с миром без изменения климата (Diffenbaugh and Burke, 2019). В перспективе разрыв может существенно увеличиться. Согласно выполненным расчетам, потери ВВП в 2060 г. составят 3,3% для Ближнего Востока и Северной Африки, 3,7% – для Южной и Юго-Восточной Азии и 3,8% – для стран Африки к югу от Сахары (Dellink et al., 2019). В основном это густонаселенные страны, которые не обладают высоким потенциалом для борьбы со значительными негативными климатическими последствиями.

По мнению автора (Stern, 2007), экономический ущерб от изменений климата окажется существенным в долгосрочной перспективе, начиная с 2050 г. и особенно после 2100 г. Различия в ущербе, измеряемом в процентах от валового внутреннего продукта (ВВП), который прогрессирует со временем, составят от 1% до 4% между 2060 и 2100 гг., от 10% до 25% между 2060 и 2200 гг. в зависимости от климатического сценария.

Несмотря на большое количество исследований, в вопросах будущего социально-экономического воздействия климата много неясного. Количественные оценки глобальных экономических последствий, представленные в литературе, в значительной степени отличаются друг от друга. Модели общего равновесия и модели комплексной оценки изменения климата предоставляют широкий диапазон оценок воздействия изменения климата на валовой внутренний продукт (ВВП) (Таблица 1.2). Оценки падения ВВП на 2100 г. варьируются от 0,9% (Stern, 2007) до 11,4% (Gunasekera et al., 2008). Расхождения в результатах

моделирования объясняются как различиями в исходных данных, так и различиями в параметризации климатических и экономических факторов, типах воздействия и характере взаимосвязи между ними. Примером может служить параметризация адаптации, которая в некоторых моделях не учитывается вовсе, в других часть ущерба компенсируется использованием адаптационных мероприятий.

Таблица 1.2 – Оценки глобальных экономических последствий изменения климата, полученные с использованием различных эконометрических моделей

Исследование	Модель	Год прогноза	Изменения температуры	ВВП (%)
Nordhaus, 1998	RICE	2115	+2,5 °C	-0,5
Stern, 2007	PAGE20	2100	+3,9 °C	-0,9
Stern, 2007	PAGE20	2100	+4,3 °C	-1,2
Stern, 2008	PAGE20	2100	+5–6 °C	-5–10
Gunasekera et al., 2008	GIAM	2100	+3,4 °C	-11,4
Kompas et al., 2018	GTAP-UNT	2100	+3 °C	-3
Dellink et al., 2019	ENV-Linkage	2060	+2,5 °C	-3,3

Источник: составлено автором с учетом результатов исследований (Nordhaus, 1998; Stern, 2007; Gunasekera et al., 2008; Kompas et al., 2018; Dellink et al., 2019).

Расхождения полученных разными авторами оценок экономических последствий изменения климата отчасти объясняются так называемыми «недостающими рисками», не учтенными в расчетах вследствие неопределенности, связанной с недостаточностью знаний, а также несовершенством эконометрических моделей (Rising et al., 2022). С учетом больших различий значений температуры в различных климатических сценариях МГЭИК (1,8–7,1 °C) количественные оценки глобальных экономических последствий содержат не только научные (связанные с несовершенством моделей, неточностью исходных данных и др.) неопределенности, но и неопределенности исторического характера в отношении путей развития человечества в нынешнем столетии и последующих траекторий выбросов парниковых газов. Для повышения качества оценок климатических рисков необходимы междисциплинарное сотрудничество и более полный учет неопределенности.

Изменение климата на протяжении многих лет занимает высокие позиции в рейтингах глобальных угроз устойчивому социально-экономическому развитию общества, создавая серьезные препятствия на пути реализации основных целей устойчивого развития. По данным ВМО на 2023 г., заявленные 17 Целей устойчивого развития (ЦУР) и задачи выполнены только

на 15% (United In Science, 2023). Одним из главных препятствий для достижения ЦУР к 2030 г. является изменение климата. На Рисунке 1.2 представлены основные климатические факторы и механизмы антропогенного и климатического воздействия на основные Цели устойчивого развития. Сложность проблемы определяется многоуровневым характером влияния изменения климата на различные элементы экономической системы независимо от их пространственных и временных масштабов. Тринадцатая ЦУР призывает к противодействию изменениям климата и его последствиям, включая снижение выбросов парниковых газов, адаптацию и увеличение климатического финансирования. Для эффективной поддержки достижения ЦУР необходимо партнерство между заинтересованными сторонами, включая правительства, государственные и общественные организации, научные сообщества.

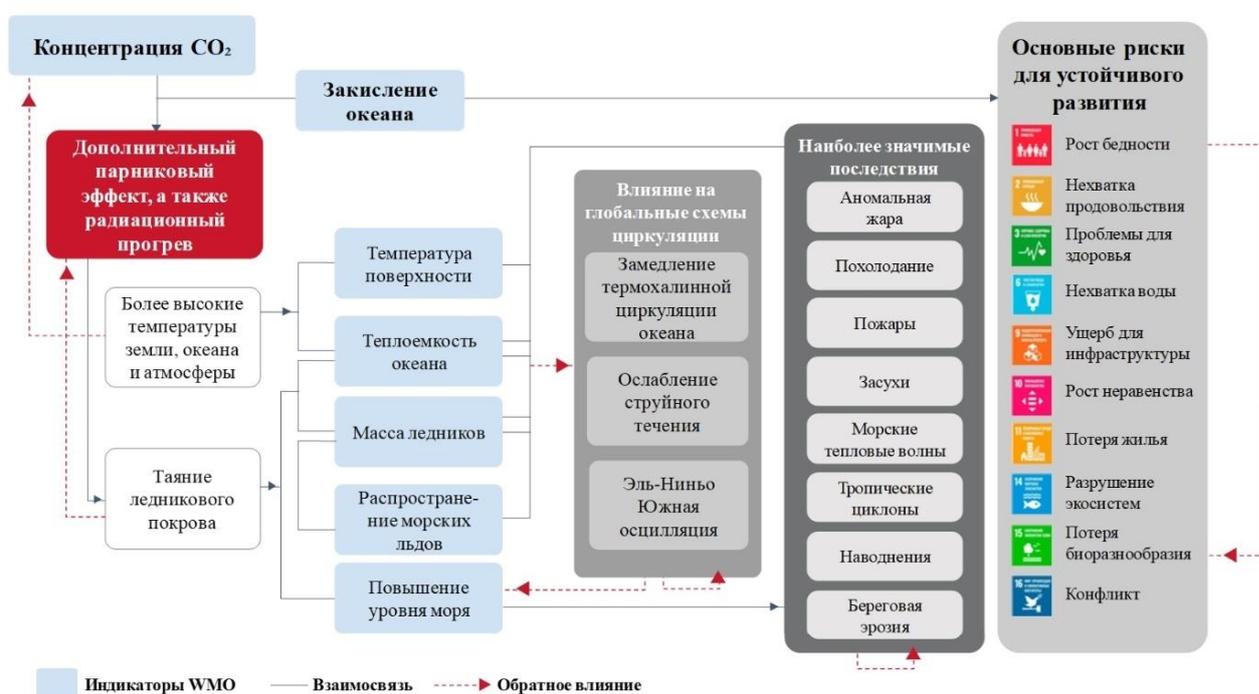


Рисунок 1.2 – Климатические риски устойчивого развития

Источник: переведено автором по материалам ВМО. Ориентировочные оценки состояния глобального климата¹⁵.

1.2. Изменение климата и экономика России

Для экономики России изменения климата имеют особое значение. Наличие на территории страны разнообразных климатических и ландшафтных зон определяет высокую степень подверженности и уязвимости России к климатическим воздействиям. В различных географических регионах страны изменения климата проявляются по-разному (Рисунок 1.3). В течение последних десятилетий (1970–2021 гг.) рост средних годовых температур воздуха

¹⁵ WMO. Provisional State of the Global Climate in 2022 [Электронный ресурс] // URL: <https://wmo.int/publication-series/provisional-state-of-global-climate-2022>

происходит почти на всей территории страны, наиболее значительный – в полярной зоне (до 0,8–1,3 °C / 10 лет). В то же время на юге Западной Сибири положительные линейные тренды средних годовых температур очень незначительные (0,1–0,2 °C / 10 лет). В изменениях режима увлажнения отмечается тенденция к увеличению годовых сумм осадков, наиболее четко выраженная в Якутии и на побережье Охотского моря. Тенденция к убыванию осадков прослеживается в южной половине Европейской территории.

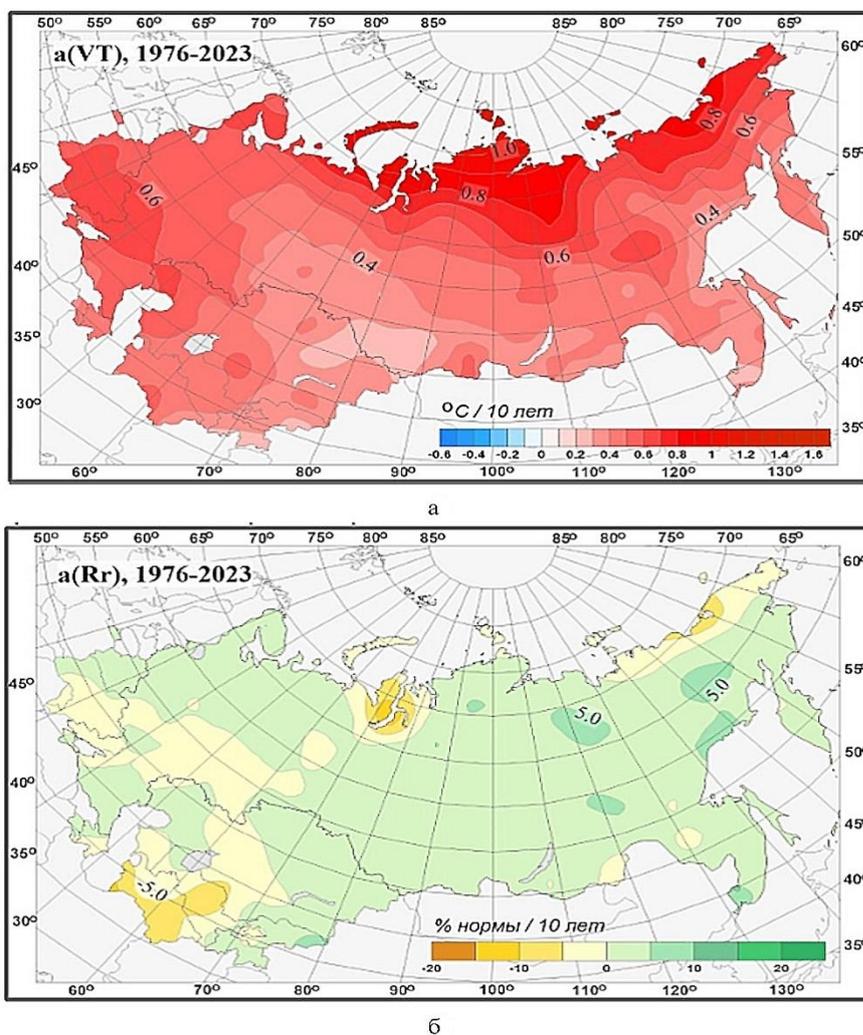


Рисунок 1.3 – Карты пространственного распределения коэффициентов линейного тренда: а) средних годовых температур (°C/10 лет) и б) аномалий годовых сумм атмосферных осадков (% от нормы за 10 лет) по данным наблюдений за 1976–2023 гг.

Источник: Северо-Евразийский Климатический Центр (СЕАКЦ)¹⁶.

На фоне потепления климата число опасных гидрометеорологических явлений (ОЯ) неуклонно растет (Рисунок 1.4). По данным Росгидромета в одном только 2023 г. на территории Российской Федерации наблюдалось 1 191 опасное гидрометеорологическое явление

¹⁶ Сводное ежегодное сообщение о состоянии и изменении климата на территории государств – участников СНГ за 2023 г. Москва, 2024 [Электронный ресурс] // URL: <https://seakc.meteoinfo.ru/media/images-seakc/seakc/monitoring/cis-climate-2023.pdf>

(на 215 случаев превысив показатели 2022 г.), из которых 448 (в 2019 г. 346) нанесли существенный экономический ущерб и привели к нарушениям жизнедеятельности людей.

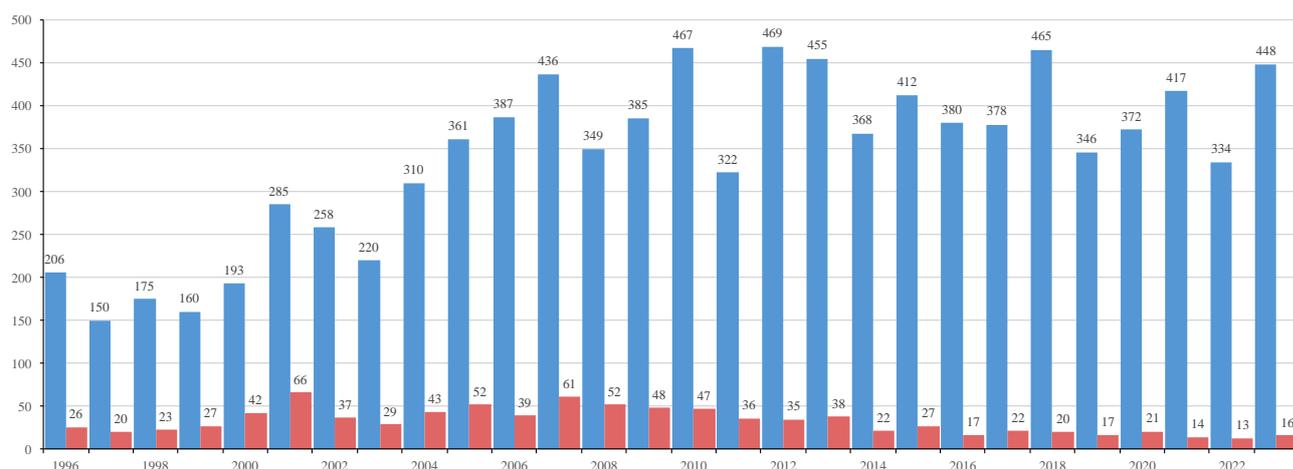


Рисунок 1.4 – Распределение гидрометеорологических опасных явлений с экономическим ущербом по годам: общее количество (синий) и количество непредусмотренных опасных явлений (красный)

Источник: Доклад об особенностях климата на территории Российской Федерации за 2023 год¹⁷.

Стихийные природные явления влекут за собой не только экономические потери, но и негативные социальные последствия (Таблица 1.3). Заметим, что база данных EM-DAT содержит информацию лишь о крупномасштабных природных стихийных явлениях, которые нанесли существенный ущерб экономике страны без учета опасных гидрометеорологических явлений небольшого пространственного масштаба, наблюдавшихся в малонаселенных регионах или в условиях неразвитой инфраструктуры.

Таблица 1.3 – Природные стихийные явления на территории Российской Федерации за период 1970–2021 гг.

Явление	Число событий	Количество погибших людей	Количество людей, пострадавших от стихийных бедствий
Засухи	5	–	1 000 000
Наводнения	6	774	2 404 844
Тропические циклоны	7	36	62
Землетрясения	10	2 019	60 190
Волны тепла	3	56 032	–

Источник: составлено автором по материалам Портала рисков и устойчивости Экономической и социальной комиссии ООН для Азии и Тихого океана (ЭСКАТО)¹⁸.

¹⁷ Доклад об особенностях климата на территории Российской Федерации за 2023 год – Москва, 2024 [Электронный ресурс] // URL: <https://meteorf.gov.ru/images/news/20240329/4/DOCK202344.pdf>

¹⁸ www.rrp.unescap.org/country-profile/RUS

В долгосрочной перспективе значительный экономический ущерб может быть связан с медленными изменениями климата, которые могут стать причиной таяния многолетней мерзлоты, эрозии почв, опустынивания земель, лесных пожаров. По мнению экспертов, «в 2020-2050 гг. ожидаемый ущерб только от деградации многолетнемерзлых грунтов и только для муниципалитетов Арктической зоны Российской Федерации может составить 5-7 трлн руб.» (Мельников и др., 2021). Продолжающиеся из года в год повышение температуры, изменения в характере осадков и/или все более неустойчивая погода могут иметь долгосрочные, значительно превосходящие краткосрочные экономические последствия, связанные с опасными явлениями, негативным образом влияя на производительность труда в большинстве отраслей экономики, рост инвестиций в основной капитал и здоровье людей (Kahn et al., 2021).

Согласно Стратегии пространственного развития Российской Федерации на период до 2025 года, ориентированной на обеспечение устойчивого социально-экономического роста регионов России, должны быть «определены основные факторы, условия, проблемы и риски пространственного развития страны на перспективу»¹⁹. При этом важно учитывать региональные особенности климата (Макаров и Чернокульский, 2023). Как отмечается в Климатической доктрине Российской Федерации, «последствия изменения климата различны для регионов Российской Федерации, причем в пределах одного региона они по-разному влияют на экономику, население и окружающую среду. В связи с этим однозначная оценка вероятных последствий изменения климата для Российской Федерации невозможна, и при выработке климатической политики следует учитывать совокупность экономических, социальных, экологических и других потерь и выгод, связанных с изменением климата»²⁰.

В работах (Катцов и Порфирьев, 2011; Широков и др., 2024) подчеркиваются географические и секторальные особенности влияния климата на экономику. Отмечается, что при сохранении тенденций потепления климата к 2030 г. потери ВВП могут достигать 1–2%, а в некоторых достаточно обширных по площади регионах 4–5%. Синергетический эффект за счет взаимодействия различных компонентов климатической системы может усилить это воздействие. Наиболее уязвимыми к изменениям климата являются экосистемы Арктики, где темпы потепления климата более значительные, чем в других регионах земного шара. Большое внимание Правительство Российской Федерации уделяет реализации проектов, направленных на улучшение экологической обстановки в Арктике. Решаются задачи,

¹⁹ Распоряжение Правительства Российской Федерации от 13 февраля 2019 г. № 207-р «Об утверждении Стратегии пространственного развития РФ на период до 2025 г.» [Электронный ресурс] // URL: <https://base.garant.ru/72174066/>

²⁰ Указ Президента Российской Федерации от 26.10.2023 № 812 «Об утверждении Климатической доктрины Российской Федерации» [Электронный ресурс] // URL: <http://www.kremlin.ru/acts/bank/49910>

в частности при участии Российского экологического оператора, по реализации концессионных проектов по обработке и утилизации отходов в Арктике и на Дальнем Востоке²¹.

Среди секторов экономики наиболее чувствительны к климатическим воздействиям аграрно-промышленный комплекс, лесное и водное хозяйство, транспорт, туризм и иные виды деятельности, на долю которых приходится значительная часть ВВП страны. Изменения климата представляют собой значительные угрозы для жизни и здоровья людей. Влияние долгопериодных изменений климата проявляется в увеличении числа инфекционных заболеваний и их продвижении на север, в воздействии волн жары и холода на здоровье населения страны. Полученные авторами (Ревич и Малеев, 2011; Порфирьев и Ревич, 2024) количественные оценки подтверждают зависимость между показателями смертности и пороговыми значениями экстремальных температур, возможный существенный урон экономике страны.

В силу обширной территории и огромных природных ресурсов экономика Российской Федерации является более устойчивой по отношению к климатическим воздействиям по сравнению со многими другими странами. Изменения климата на территории России могут повлечь за собой не только негативные, но и позитивные экономические последствия. Согласно прогнозам Всероссийского научно-исследовательского института сельскохозяйственной метеорологии (ВНИИСХМ) (Оганесян, 2019), площадь пригодной для хозяйственной деятельности территории за счет прироста северных регионов к середине XXI века увеличится вдвое и составит примерно 65% территории страны. Это позволит России по наличию эффективной площади переместиться с пятого (после Бразилии, США, Австралии и Китая) на первое место в мире, повысить урожайность сельскохозяйственных культур, а также рейтинги страны в области продовольственной безопасности. Обладая значительными территориями высокоплодородных земель, Россия имеет благоприятные возможности для того, чтобы занять лидирующие позиции на мировом сельскохозяйственном рынке в условиях быстро меняющегося ландшафта производства продуктов питания (Lioubimtseva, 2015).

Результаты исследований влияния изменения климата на сельскохозяйственное производство в России, полученные разными авторами, не являются однозначными. В работе (Ksenofontov, Polzikov, 2020) отмечается «умеренно негативное влияние глобального изменения климата на продуктивность отечественного сельского хозяйства и перспективы его долгосрочного развития». Автор (Wergen S.K., 2022) акцентирует внимание на структурных изменениях и сдвиге сельскохозяйственного производства на север, снижении урожайности

²¹ Отходы в Арктике: задачи утилизации и переработки. Куда складывать ненужное? // Инвестиционный портал Арктической зоны России. [Электронный ресурс] // URL: <https://arctic-russia.ru/article/otkhody-v-arktike-zadachi-utilizatsii-i-pererabotki/>

и ухудшении качества продукции зерновых культур в южных регионах России, которые станут еще более засушливыми и жаркими. С данными изменениями сельскохозяйственного производства в России связываются серьезные угрозы для продовольственной безопасности во всем мире, прежде всего в развивающихся странах.

В то же время проведенное авторами (Светлов и др., 2019) исследование, подчеркивая устойчивость аграрного сектора в масштабах страны к ожидаемому изменению климата, оспаривает мнение о возможных материальных потерях из-за изменения климата и снижения конкурентной способности отраслей сельского хозяйства в России. К таким же выводам, полученным с помощью эконометрической модели, в которой оценивается валовая продукция растениеводства, приходят и авторы (Alcamo et al., 2007). Ожидается, что «отрицательные воздействия климатических факторов на сельское хозяйство в одних регионах (в частности, на юге Европейской части России) будут компенсироваться расширением посевных площадей и повышением продуктивности сельского хозяйства в других» (Svetlov, 2019).

Как отмечают авторы [Широв и др., 2024], совокупный эффект изменения климата на территории России, включая годовой объем ВВП, положителен. Среди положительных эффектов воздействия климата на экономику России нельзя не отметить сокращение продолжительности отопительного периода, увеличение навигационного периода в акватории Северного морского пути, поглощающей способности управляемых экосистем. Многие исследования свидетельствуют о значительных темпах потепления климата в Арктике, что находит проявление в сокращении площади летнего морского льда (Walsh, 2014; Wang and Overland, 2012), который, по прогнозам климатических моделей, может исчезнуть в течение двух-трех десятилетий (Stroeve et al., 2012). «Ожидается, что в XXI веке Арктический регион будет находиться в фокусе пристального внимания как официальных приарктических, так и множества государств, чьи территории весьма удалены от нее [Арктики]» (Дудин и Иващенко, 2015).

Неоднозначность полученных разными авторами количественных оценок и качественных выводов, «беспрецедентно большой, сложный и неопределенный внешний эффект изменения климата» (Tol, 2018) требуют проведения дальнейших совместных исследований со стороны естественных и социально-экономических наук. В работе (Данилов-Данильян и др., 2020) подчеркивается «необходимость и эффективность системного подхода, предусматривающего приоритет институциональных, структурных и технологических преобразований в обществе и экономике», что невозможно без интеграции климатической повестки в экономическую деятельность отдельных компаний.

1.3. Климатические риски и финансовое состояние организации

В современных условиях роль изменений климата в экономической деятельности предприятия качественным образом меняется. Многочисленные исследования свидетельствуют о перерастании климатических рисков в финансовые, несущие негативные последствия для стоимости активов и прибыли компаний. Влияние климатических факторов на финансовое состояние компании носит сложный характер, обусловленный наличием не только прямых, но и обратных связей, в некоторых случаях нелинейного характера. Как физические риски, так и риски переходного периода через различные каналы влияния переносятся в экономику предприятия и могут трансформироваться в финансовые – кредитные, рыночные, репутационные и прочие традиционные для бизнеса риски (Рисунок 1.5).

Климатическое воздействие на организацию может быть прямым и (или) косвенным. Прямое воздействие физических рисков проявляется в материальных потерях и ущербе, нанесенных имуществу и инфраструктуре предприятия экстремальными явлениями или медленными изменениями климата (например, масштабная экологическая катастрофа в Норильске, причиной которой, по мнению ряда специалистов, стало таяние многолетнемерзлых грунтов из-за потепления климата). Данные Росгидромета свидетельствуют, «что 90% самых тяжелых экономических потерь приходится не на такие явления природы, как извержения вулканов, цунами и землетрясения, а на более «обыденные»: паводки, наводнения, сильный ветер, ливневые дожди, град, засухи»²². В некоторых случаях изменения климатических условий могут способствовать развитию производства на данной территории (например, увеличение продолжительности навигационного периода в Арктике).

Воздействие рисков может сказаться на различных финансовых аспектах экономической деятельности предприятия, включая доходы, расходы, активы и обязательства, структуру акционерного капитала и финансирование. Климатическими факторами снижения доходов предприятия могут стать введение механизмов углеродного ценообразования, уменьшение стоимости углеродоемких активов, снижение спроса на углеродоемкие продукты и услуги и другие.

²² Доклад о климатических рисках на территории Российской Федерации. – СПб: Климатический центр Росгидромета, 2017. – 106 с.

Климатические риски

Риски перехода к низкоуглеродной экономике:

Политические
Технологические
Репутационные

Физические риски:

Медленные изменения климата

(таяние многолетнемерзлых грунтов, карстовые явления, повышение уровня моря и др.)

Опасные явления (сильные дожди, грозы, волны тепла и холода, засухи, наводнения и др.)

Экономические каналы распространения климатических рисков

Микроуровень

Комплексное влияние на предприятие и домохозяйство

Предприятие:

Материальный ущерб, финансовые убытки (в результате опасных явлений)
Невозможность использования активов и необходимость капитальных вложений (в связи с переходом)
Изменение спроса и цен;
Юридическая ответственность

Домохозяйство:

Снижение доходов, вред здоровью
Материальный ущерб в результате опасных явлений
Ограничения низкоуглеродной политики, повышение цен

Макроуровень

Комплексное влияние на макроэкономику

Необходимость дополнительного капитала и увеличение инвестиций
Изменение спроса и цен
Изменение производительности труда (климатические воздействия, диверсификация инвестиций, меры смягчения и адаптации)
Персонал (физические риски и риски перехода)
Социально-экономические изменения (потребление, миграции и др.)

Финансовые риски

Кредитный риск:

Влияние на финансовые показатели
Начисление повышенной амортизации

Ликвидности:

Увеличение спроса на ликвидные активы
Рефинансирование

Рыночный риск:

Переоценка вложений фиксированных и переменных доходов, запасов и т.д.

Операционные риски:

Нарушение цепочек поставок
Невозможность использования активов/ «безнадежные» активы

Затраты на страхование:

Увеличение затрат
Нехватка финансовых ресурсов

Эффекты обратной связи

Экономика-Климат

Рисунок 1.5 – Трансформация климатических рисков в финансовые риски организации

Источник: составлено автором по материалам TCFD. Руководство по анализу сценариев для нефинансовых компаний²³.

²³ Task Force on Climate-related Financial Disclosures. Guidance on Scenario Analysis for Non-Financial Companies [Электронный ресурс] // URL: <https://tcfddhub.org/risk-management>

Структура расходов во многом определяется экономическим ответом организации на климатическое воздействие. Для реализации климатической политики, ориентированной на снижение климатических рисков и адаптацию компании к изменениям климата, требуются дополнительные расходы, связанные с использованием возобновляемых источников энергии, инновационных технологий, модернизацией оборудования, реализацией климатических проектов. Отсутствие у компании возможностей смягчить последствия потепления климата, игнорирование адаптационных мероприятий и отказ от раскрытия информации о климате могут стать источником расходов, связанных с юридическими рисками, судебными исками, подаваемыми страховщиками, акционерами и (или) организациями, представляющими общественный интерес.

Переход к низкоуглеродной экономике, связанный с изменениями в политике, технологиях и динамике рынков, представляет значительные риски и угрозы для активов компаний, особенно тех, кто работает в нескольких юрисдикциях. Компании могут столкнуться с проблемами «неликвидных активов» или потерей активов в результате углеродного регулирования или изменений на рынках. Климатические риски могут изменить профиль долга организации и структуру акционерного капитала либо за счет увеличения долга для компенсации сокращения операционных денежных потоков или новых капитальных затрат, либо за счет привлечения нового долга или рефинансирования существующего долга, а также уменьшить срок займа, доступного для организации. Изменения в капитале и резервах могут быть также связаны с операционными убытками, списанием активов или необходимостью привлечения нового капитала для покрытия инвестиций. Оптимальный подход к перераспределению собственного капитала в целях финансирования связанных с климатом рисков может способствовать расширению доступа к рынкам капитала и (или) улучшить доходность инвестиционного и кредитного портфеля.

Помимо прямого воздействия, климатические риски могут воздействовать на компании косвенным образом – через поставщиков и клиентов, кредиторов и инвесторов, которые, в свою очередь, также будут стремиться диверсифицировать свои риски, связанные с климатом. Косвенное воздействие может быть связано с долгосрочным влиянием климата (например, на изменения курса акций нефтегазовых компаний).

Подробный обзор климатических рисков и связанных с ними финансовых последствий представлен в Таблице 1.4.

Таблица 1.4 – Климатические риски и потенциальные финансовые последствия

Тип	Риски, связанные с климатом	Потенциальные финансовые последствия
Риски переходного периода	<ul style="list-style-type: none"> • Политические и правовые • Повышение цен на выбросы парниковых газов • Расширение обязательств по отчетности о выбросах • Обязательства и регулирование существующих продуктов и услуг • Подверженность судебным разбирательствам 	<ul style="list-style-type: none"> • Увеличение операционных расходов (например, более высокие затраты на соблюдение нормативных требований, увеличение страховых взносов) • Списание, обесценивание активов и досрочный вывод из эксплуатации существующих активов в связи с изменениями нормативного правового регулирования • Увеличение затрат и/или снижение спроса на продукцию и услуги в результате штрафов и судебных решений
	<p>Технологии</p> <ul style="list-style-type: none"> • Замена существующих продуктов и услуг вариантами с более низкими выбросами • Неудачные инвестиции в новые технологии • Затраты на переход к технологиям с более низкими выбросами 	<ul style="list-style-type: none"> • Списание и досрочный вывод из эксплуатации существующих активов • Снижение спроса на продукцию и услуги • Расходы на исследования и разработки (НИОКР), а также на новые и альтернативные технологии • Капитальные вложения в развитие технологий • Затраты на внедрение/распространение новых практик и процессов
	<p>Рынок</p> <ul style="list-style-type: none"> • Изменение поведения потребителей • Неопределенность в рыночных условиях • Увеличение стоимости сырья 	<ul style="list-style-type: none"> • Снижение спроса на товары и услуги • Увеличение производственных затрат в связи с изменением цен (например, на энергию, воду) и требований к выпуску продукции (например, переработка отходов) • Резкие и неожиданные изменения в стоимости энергии, структуры и источников доходов, снижение доходов • Переоценка активов (например, запасов ископаемого топлива, стоимости земли, ценных бумаг)
	<p>Репутация</p> <ul style="list-style-type: none"> • Отказ потребителей от использования продукции • Рост обеспокоенности или негатива со стороны заинтересованных сторон 	<ul style="list-style-type: none"> • Снижение доходов в результате снижения спроса на товары/услуги • Снижение доходов от сокращения производства (например, задержки с утверждением планов, перебои в цепочке поставок) • Снижение доходов от негативного воздействия на персонал (например, привлечение и удержание сотрудников) • Снижение доступности финансовых ресурсов

Продолжение Таблицы 1.4

Тип	Риски, связанные с климатом	Потенциальные финансовые последствия
Физические риски	Кратковременные <ul style="list-style-type: none"> • Увеличение повторяемости, интенсивности и продолжительности экстремальных погодных явлений (жара, сильные осадки и др.) 	<ul style="list-style-type: none"> • Снижение доходов из-за сокращения производственных мощностей (например, из-за транспортных проблем, прерывания цепочки поставок) • Снижение доходов и увеличение затрат в результате негативного воздействия на персонал (например, здоровье, безопасность) • Списание и досрочный вывод из эксплуатации существующих активов (например, повреждение имущества и активов в местах «повышенного риска»)
	Долговременные <ul style="list-style-type: none"> • Изменения в режиме выпадения осадков и погодных условий • Повышение средних температур • Повышение уровня моря • Таяние многолетней мерзлоты • Засухи, лесные пожары 	<ul style="list-style-type: none"> • Увеличение эксплуатационных расходов (например, недостаточное водоснабжение, охлаждение станций, работающих на ископаемом топливе) • Увеличение капитальных затрат (в том числе в результате повреждения объектов) • Сокращение доходов в результате снижения продаж/производства • Увеличение страховых взносов и возможность снижения доступности страхования активов в областях «высокого риска»

Источник: переведено автором по материалам TCFD. Руководство по интеграции управления рисками и раскрытию информации (октябрь 2020 г.)²⁴.

Существенной проблемой для оценки влияния климата на финансовые показатели компании и управления климатическими рисками является ограниченность исторических данных (Юлдашев и Небольсина, 2018). В первую очередь это касается ущерба, связанного с климатическим воздействием. Количественные оценки финансовых показателей проводятся в основном в рамках концепции экологических, в том числе климатических, социальных и управленческих ESG-факторов (E – природные (англ. environmental), S – социальные (англ. social) и G – управленческие (англ. governance)) в деятельности компаний.

В развитии финансовых рынков отражаются основные тенденции, связанные с положительной коллективной оценкой инвесторами ESG-факторов. Благоприятные оценки инвесторов контрастируют с нерешенными научными проблемами о влиянии ESG-факторов на стоимость компании. Широкий спектр работ, выполненных по данной тематике, содержит выводы, основанные на выявлении самых различных зависимостей – от линейных

²⁴ Task Force on Climate-related Financial Disclosures. Guidance on Risk Management Integration and Disclosure (October 2020). [Электронный ресурс] // URL: <https://fsb.org/wp-content/uploads/P291020-2.pdf>

до нелинейных, от прямых до обратных связей или их отсутствия между ESG-факторами и стоимостью компании.

В методическом плане большой интерес представляют научные работы, выполненные в контексте исследования влияния как отдельных компонент (E, S и G), так и ESG-факторов в целом на финансовые показатели компании. В работе (Awaysheh et al., 2020) исследуется взаимосвязь между социальной ответственностью компании, определяемой на основе ее рейтингов, и финансовыми показателями. Делается вывод, что лучшие с точки зрения фактора S в своем классе фирмы превосходят своих коллег по отрасли с точки зрения показателей операционной деятельности и имеют более высокую рыночную оценку (коэффициент q-Тобина). Тем не менее авторы указывают на неоднозначность полученных связей.

В работе (Li et al., 2018) на примере большого количества компаний, акции которых входят в индекс FTSE 350, рассматривается влияние раскрытия информации об экологическом, социальном и управленческом аспектах (ESG-факторах) на стоимость компаний. С использованием двухэтапной процедуры оценки Хекмана, учитывающей селективность имеющихся в распоряжении исследователя выборок, показано наличие положительной корреляции между уровнем раскрытия ESG-информации и стоимостью компании. Делается вывод о том, что повышение прозрачности и подотчетности, а также повышение доверия заинтересованных сторон играют важную роль в повышении стоимости компании. При этом расширенные полномочия органов управления усиливают влияние ESG-факторов на стоимость компании.

В работе (Sun et al., 2019) подчеркивается, что взаимодействие между ESG-факторами и стоимостью компании носит сложный характер и не может рассматриваться в рамках простых линейных моделей. Предполагается, что связь между ESG-факторами и акционерной стоимостью компании носит нелинейный U-образный характер и зависит от маркетинговых возможностей компании. При этом отрицательное влияние ESG-факторов на стоимость компании не распространяется на фирмы, обладающие высокими маркетинговыми возможностями.

Многие исследователи (Cassimon et al., 2016; Figge, 2005; Fombrun et al., 2000; Husted, 2005; Kim et al., 2021) акцентируют внимание на экономической полезности (эффективности) ESG-факторов, используя при оценке стоимости компаний и инвестиционных проектов метод реальных опционов. В работе (Figge, 2005) делается вывод о влиянии экологической политики компании на стоимость реальных опционов, а также о ее потенциальной способности смягчения будущих социальных и экологических потрясений. Авторы (Cassimon et al., 2016; Fombrun et al., 2000) подчеркивают двойную перспективу от использования ESG-практик в качестве реального опциона: с одной стороны, для снижения репутационного риска компании,

с другой – для создания опциона роста. Основные сложности, как отмечается в статье (Hart et al., 2003), связаны с тем, что оценки ESG-факторов требуют учета не только фактических, но и будущих результатов деятельности компании.

В работе (Pedersen et al., 2021) предлагается модель ценообразования капитальных активов с учетом рисков, связанных с экологическими, социальными и управленческими факторами, и их влияния на доходность портфеля в контексте максимально возможных значений коэффициента Шарпа. Рассматриваются три типа инвесторов: инвесторы типа U (не осведомленные о ESG-факторах), инвесторы типа A (осведомленные о ESG-факторах, но отдающие предпочтение средним оценкам дисперсии), инвесторы типа M (мотивированные ESG-факторами, ориентирующиеся на оптимальный компромисс между высокой ожидаемой доходностью, низким риском и высоким средним баллом ESG). Оптимизация проводится по трем параметрам: риск, доходность, оценки ESG. Для иллюстрации возможностей использования данной модели на практике приводятся эмпирические оценки E-, S-, G-факторов в отдельности, основанные на таких показателях, как углеродоемкость, социальные нормы и уровень корпоративного управления компании соответственно и общей оценке ESG-факторов с учетом MSCI-рейтингов. Предложенная модель может служить полезной основой для ответственного инвестирования и будущих исследований.

Выводы вышеназванных исследований базируются на оценках результатов экономической деятельности зарубежных компаний. Вопросы, связанные с влиянием ESG-факторов, включая климатическую повестку, на стоимость и финансовую устойчивость российских компаний являются менее изученными. В условиях дефицита исторических данных об ущербе российских компаний в связи с климатическим воздействием один из возможных подходов может быть связан с использованием информации о ESG-рейтингах, базирующихся на учете природных, в том числе климатических, социальных и управленческих ESG-факторов. Независимая рейтинговая оценка компаний представляется актуальной не только для инвесторов и клиентов компаний, но и для государственных органов власти, кредиторов и страховщиков. По результатам исследований (Giese et al., 2019; Dunn et al., 2016; Никаноров и Богомаз, 2024) компании, занимающие высокие места в ESG-рейтингах, имеют более высокую доходность с поправкой на риск (risk-adjusted returns) и более высокую стоимость.

В целях подтверждения актуальности климатической повестки в финансовом анализе российских компаний на базе дисперсионного анализа были рассчитаны количественные оценки влияния экологических (климатических), социальных и управленческих факторов на финансовые показатели. Исходной информацией для дисперсионного анализа служили результаты оценок 51 российской компании, имеющей листинг акций на Московской бирже,

рейтинговым агентством RAEX («РАЭК-Аналитика») за декабрь 2023 г.²⁵ Диапазон рейтинговых оценок от девяти уровней уменьшался до трех: А (А, АА, ААА), В (В, ВВ, ВВВ) и С (С, СС, ССС), что означает высокий, средний и низкий уровень качества управления ESG- и E-рисками и возможностями соответственно. Зависимой переменной служила рыночная капитализация компаний по итогам торгов на фондовом рынке ПАО Московская Биржа за декабрь 2023 г.²⁶

Дисперсионный анализ использовался для проверки гипотезы (предположения) о значимости различия между средними значениями, рассчитанными для различных групп или уровней факторной переменной (Смирнов и Дунин-Барковский, 1965). При этом экологические, климатические, социальные и управленческие факторы в контексте дисперсионного анализа рассматривались в качестве причины, а финансовые показатели деятельности компаний – в качестве результативных признаков (зависимых переменных). Преимуществом данного подхода является возможность определить эффект каждого фактора как в отдельности, так и их взаимодействия.

В процессе дисперсионного анализа определялись соотношения систематической (межгрупповой) дисперсии к случайной (внутригрупповой) дисперсии в исходных данных о капитализации компаний. Показателем изменчивости служила сумма квадратов отклонения значений капитализации от среднего значения SS . Общая сумма квадратов SS_{total} содержит межгрупповую сумму квадратов SS_{bg} и внутригрупповую сумму квадратов SS_{wg} . Проверяемое предположение (нулевая гипотеза H_0) формулировалось как отсутствие различий в средних значениях независимой переменной, рассчитанных для различных уровней – рейтингов А, В и С, альтернативная гипотеза (H_a) состояла в отрицании гипотезы H_0 и означала наличие связи между ESG-рейтингами и капитализацией компаний (средние значения отличаются друг от друга). Заметим, что небольшое различие выборочных средних из-за чисто случайной изменчивости может означать справедливость нулевой гипотезы (равенство средних в двух популяциях). При этом внутригрупповая дисперсия будет практически совпадать с общей дисперсией, рассчитанной без учета групповой принадлежности.

²⁵ ESG-рэнкинг российских компаний (декабрь 2023 года) // Рейтинговое агентство RAEX [Электронный ресурс] // URL: https://raex-rr.com/ESG/ESG_companies/ESG_rating_companies/2023.12/

²⁶ Рыночная капитализация ценных бумаг по итогам торгов на фондовом рынке ПАО Московская Биржа на конец IV квартала 2023 года // MOEX Московская биржа [Электронный ресурс] // URL: <https://moex.com/a8670>

Для проверки статистической значимости связей между ESG- и E-рейтингами компаний и их капитализацией использовался критерий Фишера (F -критерий), проверяющий, действительно ли отношение дисперсий значимо больше единицы:

$$F = \frac{MS_{bg}}{MS_{wg}}, \text{ при этом } MS_{bg} = \frac{SS_{bg}}{k_1}, MS_{wg} = \frac{SS_{wg}}{k_2}, \quad (1)$$

где SS_{bg} – межгрупповая сумма квадратов;

SS_{wg} – внутригрупповая сумма квадратов;

$k_1 = m - 1$ ($m = 3$ – число групп) – межгрупповое число степеней свободы;

$k_2 = n - m = 48$ ($n = 51$ – объем выборки) – внутригрупповое число степеней свободы.

Полученные межгрупповые дисперсии представлены в Таблице 1.5.

Таблица 1.5 – Межгрупповые и внутригрупповые дисперсии с учетом степеней свободы k_1 и k_2 , (млрд руб.), а также значения критерия Фишера F в контексте ESG- и E-факторов

Факторы	MS_{bg}	MS_{wg}	F
ESG	70 042 449	1 459 218	4,37
E	69 536 334	1 448 674	4,55

Источник: разработано автором.

Дисперсионный анализ указывает на наличие статистически значимых связей между ESG- и E-рейтингами и рыночной капитализацией компаний. Критическое значение критерия Фишера $F_{крит.} = 3,18$ при уровне значимости 0,05 (доверительной вероятности 95%). Учитывая, что приведенные в Таблице 1.5 значения критерия F больше критического, гипотеза H_0 (отсутствие различий в средних значениях рыночной капитализации, рассчитанных для различных уровней ESG- и E-рейтингов компаний) отклоняется. Отсюда следует, что влияние ESG-факторов и E-компоненты, связанной с климатом, на рыночную стоимость компании является статистически значимым при уровне значимости 0,05. Апостериорный тест Тьюки (специализированный параметрический аналог t -теста), позволяющий проводить попарные сравнения, подтверждает статистически значимые различия между средними значениями рыночной капитализации компаний, рассчитанных для уровней А и С рейтингов компаний для доверительной вероятности 95% (Рисунок 1.6).

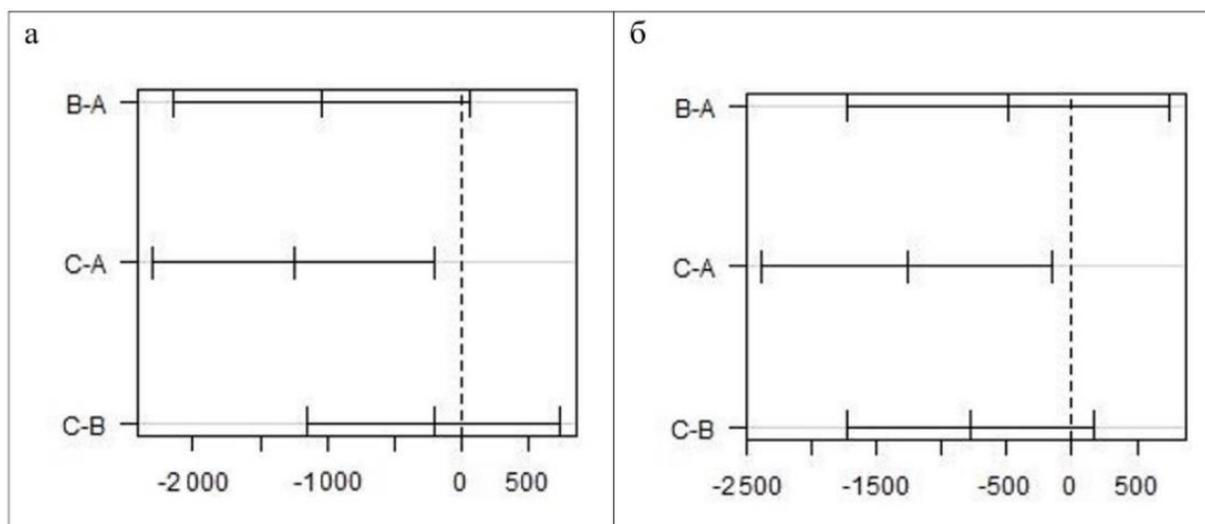


Рисунок 1.6 – Доверительные интервалы (с вероятностью 95%) для разности средних значений рыночной капитализации, полученные путем попарного сравнения уровней А, В и С: а) ESG-факторов; б) E-факторов

Источник: разработано автором.

Для подтверждения выводов параметрического тестирования с учетом отклонения исходных выборок от нормального распределения использовался метод непараметрического метода повторных выборок с возвратом, известный как «бутстрэп» (англ. bootstrap) (Эфрон, 1988). Повторные выборки (или «реплики») генерировались с помощью датчика случайных чисел в количестве равном 1 000 для каждой выборки, составленной в зависимости от А-, В- и С-уровней рейтингов компаний в отдельности. Доверительные интервалы выборочных статистик рассматривались в качестве интервальной оценки соответствующего параметра генеральной совокупности. Различия между средними значениями капитализации компаний считались статистически значимыми (в пределах 5% уровня значимости) только в том случае, если соответствующие доверительные интервалы, полученные с использованием данной процедуры, не пересекались. Полученные результаты подтверждает наличие статистически значимой зависимости рыночной капитализации компаний от их ESG- и E-рейтингов (уровни А и С) при доверительной вероятности 95% (Таблица 1.6).

Таблица 1.6 – Средние значения (95% – доверительные интервалы, полученные с использованием бутстрэпа) и стандартные отклонения рыночной капитализации компаний в зависимости от трех уровней ESG- и E-рейтингов компаний (млрд руб.)

Рейтинги компаний	Число случаев	Среднее	Стандартное отклонение
ESG-факторы			
A	12	1 627 (709–2 394)	1 853
B	17	587 (121–910)	1 038
C	22	381 (58–613)	846
E-факторы			
A	9	1 573 (567–2 373)	1 772
B	14	1 085 (429–1 683)	1 503
C	28	305 (40–480)	746

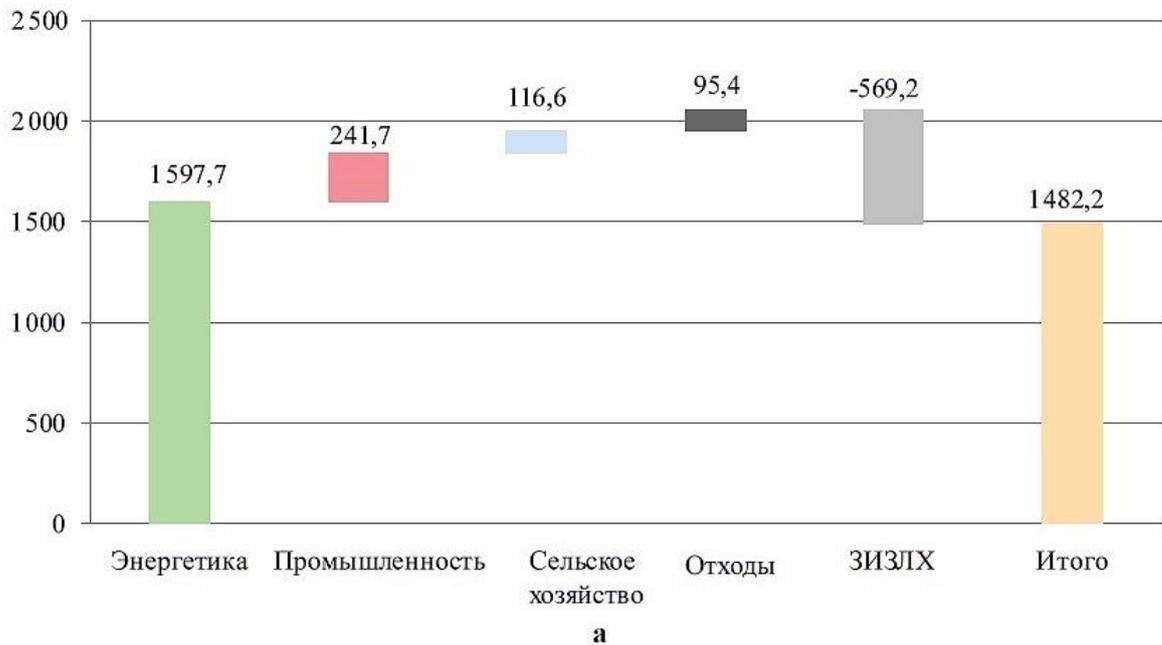
Источник: разработано автором.

Перерастание климатических рисков в финансовые риски компаний выводит проблемы, связанные с изменением климата, на новый уровень. Масштабный и долгосрочный характер проблемы изменения климата определяет ее уникальный характер, особенно в контексте принятия экономических решений. Сокращение выбросов парниковых газов означает постепенный отказ от традиционной энергетики на ископаемом топливе и энергоемких активов. В сочетании с широким распространением и внедрением возобновляемых источников энергии и энергоэффективных технологий это может иметь значительные финансовые последствия уже в краткосрочной перспективе, в первую очередь для компаний, задействованных в добыче, производстве и использовании угля, нефти и природного газа. Не останутся в стороне от климатического воздействия и другие сектора и отрасли экономики. В то же время данные изменения, представляя значительные угрозы, создают и новые благоприятные возможности для компаний, ориентированных на эффективное управление климатическими рисками и адаптацию к изменениям климата.

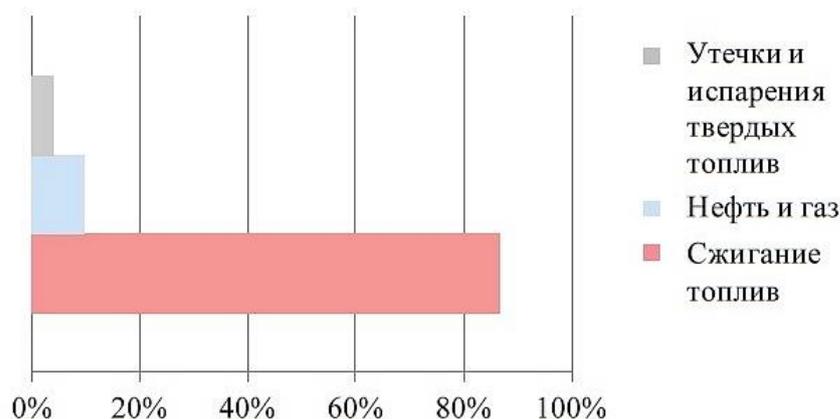
1.4. Климатическая повестка в деятельности российских компаний

Российские компании, являясь эмитентами парниковых газов (около 5% совокупных выбросов), вносят «свой вклад» в изменения климата. В различных отраслях и секторах экономики изменения климата проявляются по-разному. Отраслевая специфика, отражаясь

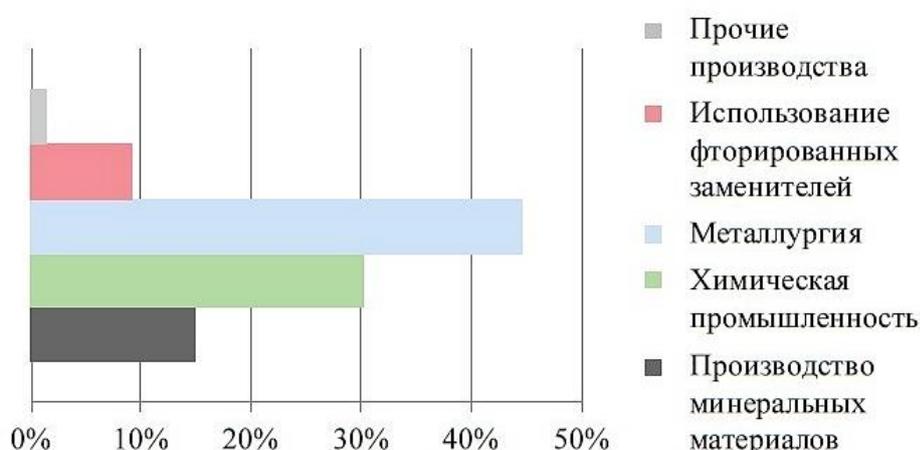
в структуре выбросов, во многом определяет степень уязвимости предприятия к климатическому воздействию. Распределение выбросов по секторам экономики России представлено на Рисунке 1.7а. По данным Национального доклада о кадастре антропогенных выбросов из источников и абсорбции поглотителями парниковых газов, не регулируемых Монреальским протоколом, за 1990–2020 гг. «структура выбросов по секторам в России характеризуется относительной стабильностью. Основная часть выбросов парниковых газов приходится на энергетический сектор, доля которого в совокупном выбросе без учета сектора «Землепользование, изменения в землепользовании и лесное хозяйство» составляла в 2020 г. 77,9%. Уменьшился до 5,7% вклад в совокупный выброс сектора «Сельское хозяйство» и несколько возрос по сравнению с 1990 г. вклад промышленного сектора, составивший в 2020 г. 11,8%»²⁷. Выбросы в энергетике главным образом связаны со сжиганием ископаемого топлива (газа, нефти и угля) в целях генерации электроэнергии (Рисунок 1.7б). Не столь значительны вклады, обусловленные добычей, первичной переработкой и транспортировкой природного топлива (нефти, природного и нефтяного попутных газов, угля, торфа и др.). В промышленности «передовые» позиции по «производству» парниковых газов занимают металлургическая и химическая отрасли (Рисунок 1.7в).



²⁷ Национальный доклад о кадастре антропогенных выбросов из источников и абсорбции поглотителями парниковых газов, не регулируемых Монреальским протоколом, за 1990–2020 гг. – М., 2022 [Электронный ресурс] // URL: http://downloads.igce.ru/kadastr/RUS_NIR-2022_v1_rev.pdf



б



в

Рисунок 1.7 – Распределение выбросов парниковых газов в РФ в 2020 г. (млн тонн CO₂-экв. в год): а) по секторам; б) в сфере энергетики; в) в промышленности

Источник: составлено автором на основе Национального доклада о кадастре антропогенных выбросов из источников и абсорбции поглотителями парниковых газов, не регулируемых Монреальским протоколом, за 1990–2021 гг.²⁸

С учетом отраслевой специфики и структуры распределения выбросов для дальнейшего анализа были выбраны 20 компаний, а именно: транспортная компания «Аэрофлот» и трубопроводная компания «Транснефть», нефтегазовые компании «Лукойл», «Татнефть», «Новатэк», «Сургутнефтегаз», угольная компания «СУЭК», энергетические компании «Интер РАО» и «РусГидро», представители черной металлургии «Северсталь», «Металлоинвест» и «НЛМК», представители цветной металлургии и горнодобычи

²⁸ Национальный доклад о кадастре антропогенных выбросов из источников и абсорбции поглотителями парниковых газов, не регулируемых Монреальским протоколом, за 1990–2020 гг. – Москва, 2022 [Электронный ресурс] // URL: http://downloads.igce.ru/kadastr/RUS_NIR-2022_v1_rev.pdf

«Полюс», «РУСАЛ», «Норильский никель», «АЛРОСА», от химической промышленности – «Фосагро» и «Сибур», сельскохозяйственные компании «Русагро» и «Черкизово».

Распределение компаний по отраслям экономики представлено на Рисунке 1.8. Источниками информации при проведении контент-анализа климатической повестки служили корпоративные интернет-сайты, годовые отчеты, отчеты об устойчивом развитии за 2021-2023 гг., а также другие публично раскрываемые источники информации компаний, вошедших в выборку.

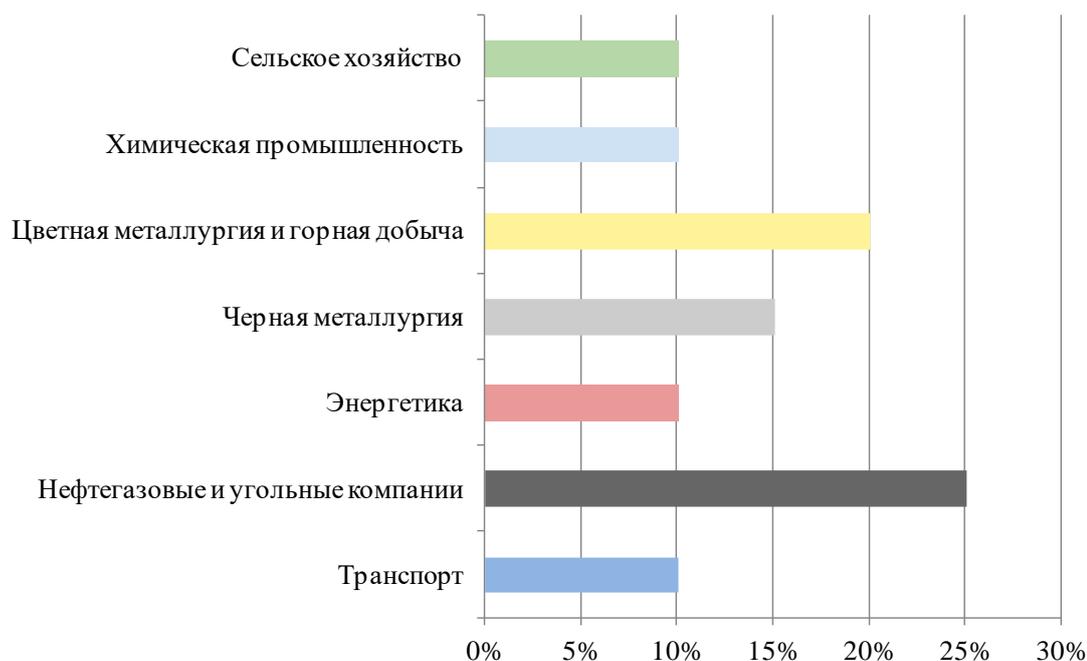


Рисунок 1.8 – Распределение компаний по отраслям экономики

Источник: разработано автором.

Основная информация о климатической повестке, получаемая в процессе анализа отчетов компаний, представлялась в форме таблиц, структурированных по следующим наиболее важным разделам климатической тематики: а именно:

1. Корпоративное управление;
2. Климатические риски: угрозы и возможности;
3. Выбросы парниковых газов в 2021–2023 гг.;
4. Управление климатическими рисками.

В Таблице 1.7 представлен иллюстративный пример (компания «Северсталь») основных разделов климатической тематики, которые использовались при контент-анализе климатической повестки каждой компании. Полученная информация позволяет ответить на вопрос: как компания реализует климатическую повестку и управляет климатическими рисками.

Аналогичные таблицы были составлены и для других вошедших в выборку компаний.

Таблица 1.7 – Иллюстративный пример контент-анализа российских публичных компаний (ПАО «Северсталь»)

1. Корпоративное управление					
Компания	Корпоративное управление			Ключевые документы	
ПАО «Северсталь»	<ul style="list-style-type: none"> - Совет директоров - Комитет по безопасности и устойчивому развитию - Рабочая группа по климатическим рискам - Управление риск-менеджмента и внутреннего контроля - Управление экологии, Центр по снижению выбросов парниковых газов - Руководство дочерних предприятий и бизнес-функций 			<ul style="list-style-type: none"> - Климатический меморандум «Вместе к низкоуглеродному будущему». - Стратегия декарбонизации до 2030 года - Климатический отчет - Позиция Северстали по вопросам изменения климата - Стандарт по управлению климатическими рисками компании «Северсталь» - Отчеты об устойчивом развитии 	
2. Климатические риски: угрозы и возможности					
Компания	Существенные темы	Типы рисков	Сценарный анализ	Ключевые риски	Новые возможности
ПАО «Северсталь»	Выбросы в атмосферу Изменение климата и энергоэффективность	Соответствуют рекомендациям TCFD (физические риски и риски перехода)	Используются SSP-сценарии на краткосрочном, среднесрочном и долгосрочном горизонте	Климатические риски являются существенными для компании	<ul style="list-style-type: none"> - Повышение ресурсоэффективности - Новые источники энергии - Доступ к новым рынкам - Создание новых продуктов и сервисов - Повышение устойчивости компании

Продолжение Таблицы 1.7

3. Выбросы парниковых газов в 2021–2023 гг.								
Компания	Объем выбросов (млн тонн CO ₂ -экв.)				Удельные выбросы	Цели		
	Сфера охвата 1	Сфера охвата 2	Сфера охвата 3	Сфера охвата 1+2+3		Краткосрочные	Среднесрочные	Долгосрочные
ПАО «Северсталь»	26,01	1,07	12,47	39,55	2,21 т CO ₂ -экв./т стали	«В 2024 г. уменьшить интенсивность выбросов на 3% по сравнению с 2020 г.»	«В 2030 г. уменьшить интенсивность выбросов на 10% по сравнению с 2020 г.»	«В 2050–2060 гг. уменьшить интенсивность выбросов на 40–60% по сравнению с 2020 г.»
4. Управление климатическими рисками								
Компания	Система управления рисками		Раскрытие информации		Меры смягчения и адаптации			
ПАО «Северсталь»	Внедрение климатической повестки в практику корпоративного управления. Участники: руководство, менеджеры и сотрудники компании на всех уровнях		Раскрытие информации о климате в соответствии с рекомендациями TCFD. Раскрытие информации в CDP (2019)		Снижение выбросов парниковых газов в цепочках поставок; оценка углеродного следа продукции и выпуск зеленой продукции. Реализация совместных проектов в области энергоэффективности и использования возобновляемых источников энергии. Внедрение климатической повестки в практику корпоративного управления. Развитие и внедрение низкоуглеродных технологий. Взаимодействие с заинтересованными сторонами. Проведение обучающих программ по климату для сотрудников компании и студентов вузов.			

Источник: разработано автором по данным отчетов ПАО «Северсталь».

Результаты исследования показывают, что значительная часть компаний выборки рассматривает климатическую повестку в контексте концепции устойчивого развития. В 75% компаний, вошедших в выборку, вопросы устойчивого развития и управления климатическими рисками регулируются советом директоров, что свидетельствует об ответственном подходе компаний к решению вопросов, связанных с климатической повесткой. Климатическая тематика, как правило, выносится на рассмотрение совета директоров при обсуждении корпоративной стратегии или отчетов об управлении рисками и устойчивом развитии.

В 45% компаний выборки разработаны климатическая стратегия (климатический раздел стратегии развития) и (или) климатическая политика, определяющая цели и обязательства компаний относительно решения проблем, связанных с изменением климата. Климатическая политика, как правило, определяет стратегические целевые показатели (например, по сокращению выбросов парниковых газов) и утверждается советом директоров. Характерна практика создания профильных комитетов в структуре совета директоров: в 54% компаний выборки имеется комитет по устойчивому развитию, охватывающий в том числе функции рассмотрения наиболее важных вопросов и подготовки рекомендаций совету директоров для принятия решений по вопросам управления климатической повесткой.

Для оценки результативности деятельности руководителей и работников, ответственных за управление климатической повесткой и вопросами устойчивого развития, в 25% компаний выборки создана система ключевых показателей эффективности, иными словами, целевых показателей в области устойчивого развития и изменения климата. Прогрессивные практики предусматривают интеграцию климатической повестки в деятельность каждого структурного подразделения и бизнес-процесса.

В публичных отчетах содержится информация относительно подходов компаний к выполнению Парижского соглашения по климату, а также учета рекомендаций международных, отечественных организаций и учреждений Организации Объединенных Наций (ООН). В качестве существенных, оказывающих значимое влияние на экономику, окружающую среду и персонал компании, определены темы: «Изменение климата» и «Энергоэффективность», а также темы, связанные с «Углеродным менеджментом» и «Охраной природных ресурсов».

Компании идентифицируют и оценивают физические риски, связанные с опасными погодными явлениями и медленными изменениями климата, а также риски перехода к низкоуглеродной экономике в соответствии с международными и отечественными стандартами. Имеют место (в пределах данной выборки) включения климатических рисков в категории страновых и (или) региональных, природно-климатических, экологических рисков, а также рисков производственной безопасности. Сельскохозяйственные компании относят

климатические риски к категории операционных рисков, влияющих на снижение урожайности сельскохозяйственных культур, а также на появление и распространение новых опасных заболеваний растений и животных на фоне потепления климата.

56% компаний выборки включают климатические риски в число ключевых, существенных для финансовой устойчивости организации (Рисунок 1.9). Приоритет отдается рискам, связанным с углеродным регулированием. Существенное влияние на финансовое состояние компании могут оказать снижение количества бесплатно выделяемых квот на выбросы парниковых газов, рост стоимости эмиссионных сертификатов (снижение дохода из-за изменения цены на углерод), введение платы за выбросы парниковых газов в Российской Федерации, а также трансграничные сборы. Важное значение имеют репутация компании и степень раскрытия информации, связанной с климатом. Энергетические компании в число ключевых рисков включают нарушения требований законодательства в отношении охраны природных, прежде всего водных объектов, а также дефицит водных ресурсов. Представители нефтегазовой отрасли, цветной металлургии и химической промышленности, предприятия которых расположены в северных и восточных регионах страны, повышенное внимание уделяют рискам, связанным с медленными изменениями климата (растепление многолетнемерзлых грунтов).

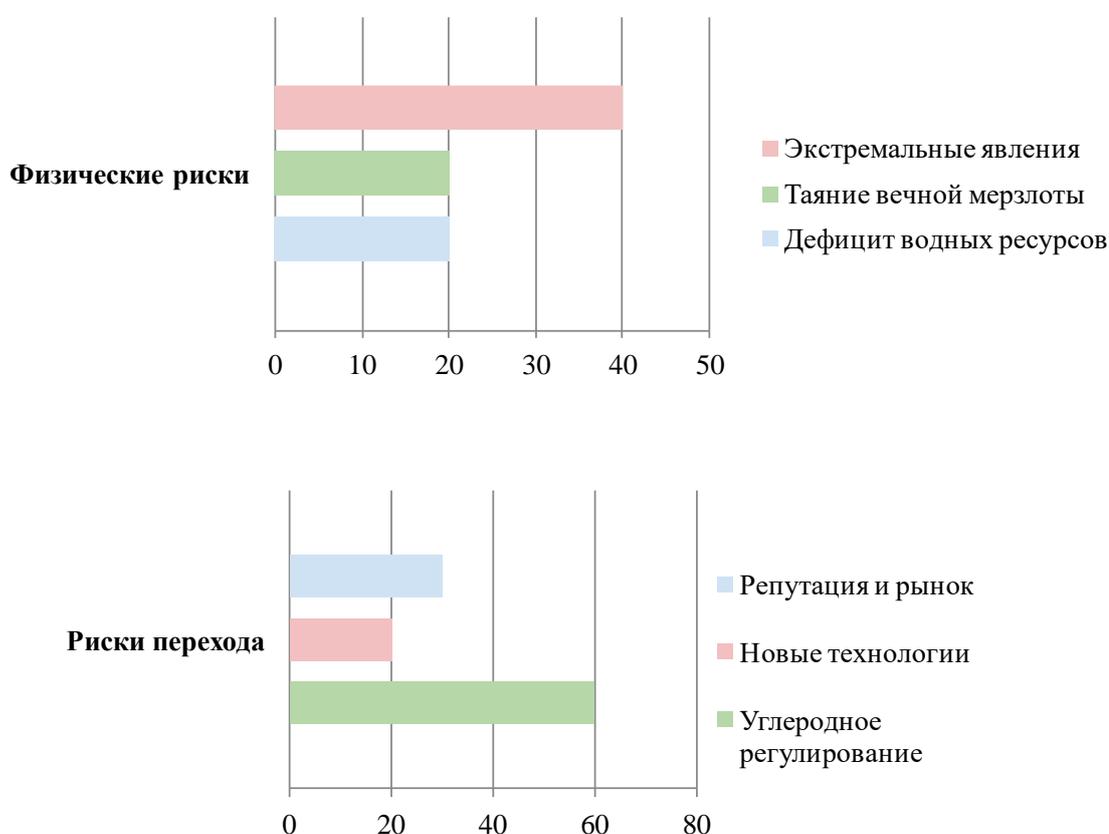


Рисунок 1.9 – Ключевые климатические риски в экономической деятельности российских компаний (% от общего числа компаний выборки)

Источник: разработано автором на основе отчетов 20 российских публичных компаний.

Влияние климатических рисков на экономическую деятельность зависит от многих факторов, в том числе от производственной специфики и географического положения компании. «Новатэк» акцентирует внимание на рисках просадки грунтов из-за таяния многолетнемерзлых грунтов, что может привести к перерывам (остановке) производственной деятельности, на экстремальных погодных условиях Крайнего Севера, представляющих опасность для производственной деятельности (эксплуатации и строительства производственных объектов). «Норильский никель» в качестве ключевых идентифицирует риски, связанные с возможным разрушением зданий и сооружений вследствие растепления и снижения несущей способности грунтов, а также с дефицитом водных ресурсов. В то же время примерно треть из рассмотренных компаний не считает климатические риски ключевыми для своей экономической деятельности. Так, например, «Полюс» декларирует, что связанные с климатом риск-факторы не имеют критического значения в силу благоприятного географического расположения активов компании (ни одно из предприятий не расположено на многолетнемерзлых грунтах, несмотря на их наличие в регионах деятельности компании).

Во многих указанных выше компаниях климатические риски ассоциируются не только с угрозами, но и с благоприятными возможностями. К таким возможностям относятся:

- снижение уровня потребления первичных энергетических ресурсов за счет уменьшения продолжительности отопительного сезона;
- развитие возобновляемых источников энергии (солнечной, ветровой и других видов энергии);
- продажа углеродных единиц на внутреннем и внешнем рынках с целью получения дополнительной прибыли;
- использование новых энергоэффективных технологий в процессе обновления основного оборудования;
- декарбонизация технологической цепочки и увеличение вложений в производство низкоуглеродной энергии;
- повышение уровня инвестиционной привлекательности и спроса на относительно менее углеродоемкую продукцию;
- повышение финансовой устойчивости бизнеса.

Анализ объемов выбросов парниковых газов за 2020–2023 гг. и соответствующих целевых показателей свидетельствует о том, что большинство компаний выборки в постановке целей ориентируются на краткосрочную и среднесрочную (до 2030–2035 гг.) перспективу. Некоторые компании не предоставляют информацию об объеме выбросов парниковых газов

(сфера охвата 2 и 3)²⁹, но планируют создание автоматизированной системы учета в ближайшие годы. Незначительное число компаний ставит целью достижение углеродной нейтральности к 2050 г. при последовательном снижении выбросов CO₂ («Татнефть», «Металлоинвест», «НЛМК», «Полюс»).

В соответствии с рекомендациями Рабочей группы по вопросам раскрытия финансовой информации, связанной с изменением климата, и Банка России компании раскрывают информацию относительно распределения полномочий и обязанностей органов управления по управлению рисками, идентификации рисков и возможностей в краткосрочной, среднесрочной и долгосрочной перспективе в контексте устойчивого развития и реализации стратегических целей, разработки системы целевых показателей и методик оценки влияния климата (показатели и нормативы). Подробный анализ основных особенностей раскрытия информации о климате, в том числе в финансовой отчетности российских компаний, содержится в работе (Пашковский и Михеев, 2023). Как отмечает Банк России, «раскрытие информации является необходимой основой для развития не только инструментов устойчивого финансирования и привлечения капитала на цели устойчивого развития, но также и для последующего направления потоков капитала на проекты, связанные с обеспечением технологического суверенитета и модернизацией экономики»³⁰.

Для анализа рисков в среднесрочной и долгосрочной перспективе используются методы сценарного анализа. Например, в компании «Норильский никель» разработаны три долгосрочных сценария социально-экономического развития мировой экономики с учетом изменения климата: «Быстрая трансформация», «Устойчивый палладий» и «Глобальный рост»³¹. Данные сценарии базируются на сценариях МГЭИК SSP1–2.6, SSP2–4.5 и SSP5–8.5, а также на результатах исследований Института народнохозяйственного прогнозирования РАН. Первый сценарий предполагает достижение целей Парижского соглашения, второй основывается на сохранении текущей модели экономики и низких темпах технологического

²⁹ Сфера охвата 1 – прямые выбросы ПГ, которые выбрасываются из источников, принадлежащих отчитывающемуся субъекту или контролируемых им.

Сфера охвата 2 – косвенные выбросы ПГ, связанные с производством электроэнергии, тепла или пара, закупаемых отчитывающимся субъектом.

Сфера охвата 3 – показывает другие косвенные выбросы, то есть выбросы, связанные с добычей и производством закупаемых материалов, горючего и услуг, включая транспортировку, не принадлежащих отчитывающемуся субъекту или неконтролируемых им, деятельность внешних подрядчиков, удаление отходов и т.д.

³⁰ Климатические риски в меняющихся экономических условиях. Доклад для общественных консультаций // Банк России. Москва, 2022 [Электронный ресурс] // URL: https://www.cbr.ru/Content/Document/File/143643/Consultation_Paper_21122022.pdf

³¹ Стратегия в области изменения климата. Сценарии «Норникеля» для оценки рисков в связи с изменением климата. Ноябрь 2022. [Электронный ресурс] // URL: <https://nornickel.ru/sustainability/climate-change/strategy/>

развития и, наконец, третий сценарий предполагает отказ от принятия мер относительно сдерживания глобального потепления климата и дальнейшее экономическое развитие на базе углеводородов. В качестве базового принят сценарий «Устойчивый палладий», в соответствии с которым одновременно с развитием низкоуглеродной экономики традиционные источники энергии по-прежнему будут играть существенную роль в развитии компании.

«Северсталь» в контексте решения проблем адаптации к изменениям климата и устойчивого развития ориентируется на три возможных социально-экономических сценария, а именно: SSP1–2.6 (сценарий в рамках Парижского соглашения $+1,8\text{ }^{\circ}\text{C}$ к 2100 г.), SSP2–4.5 (промежуточный сценарий $+2,8\text{ }^{\circ}\text{C}$ к 2100 г.) и SSP5–8.5 (наихудший сценарий $+4,4\text{ }^{\circ}\text{C}$ к 2100 г.). «Лукойл» в рамках климатической стратегии представляет детально проработанные сценарии с учетом изменения спроса на нефть. Разработанный ранее в компании сценарий «Эволюция» в 2021 г. дополнен сценариями «Равновесие», «Трансформация» и «Два градуса Цельсия». В реальном выражении для разных сценариев спроса по состоянию на 2030 г. балансирующая цена на нефть колеблется в пределах 40–50 долл./барр. В компании предусмотрено использование внутренней цены на углерод с учетом региональной специфики.

Сценарный анализ наряду с количественной и качественной оценками климатического воздействия на финансовые показатели служит основой для планирования и принятия решений относительно возможных ответных мер по смягчению рисков и адаптации компании к изменениям климата. Каждая компания при планировании процесса адаптации ориентируется не только на государственную и международную политику, но и на собственные оценки затрат (экономических, экологических и социальных) и выгод от планируемых и проводимых мероприятий. На уровне предприятия основные направления смягчения рисков и адаптации к изменениям климата включают: раскрытие информации о климате (89% компаний из списка), повышение энергоэффективности (89%), использование ВИЭ (61%), использование инструментов зеленого финансирования (33%), декларацию целей о достижении углеродной нейтральности к 2050–2070 гг. (4%), сохранение биоразнообразия (33%), защитные мероприятия от экстремальных явлений и стихийных бедствий (11%) (Рисунок 1.10).



Рисунок 1.10 – Основные направления смягчения рисков и адаптации российских компаний к изменениям климата (% компаний выборки)

Источник: составлено автором на основе отчетов 20 российских публичных компаний.

Для каждой компании характерны собственные специфические пути снижения климатических рисков. Так, например, в компании «Лукойл» приоритетными направлениями сокращения выбросов являются повышение энергоэффективности, использование возобновляемых источников энергии (ВИЭ), а также изменение целевых показателей для косвенных выбросов (область охвата 2). В компании «Новатэк» в целях достижения заявленных климатических и экологических целей претворяется в жизнь Комплексная программа, в рамках которой наиболее значимые мероприятия связаны с охраной атмосферного воздуха. В планах на среднесрочную перспективу – минимизация сжигания отходов на горизонтальных факельных установках, а также организация системы инструментального контроля выбросов, в том числе метана. В компании «Аэрофлот» акцент сделан на повышении топливной эффективности эксплуатации воздушных судов для снижения рисков сверхнормативного воздействия на окружающую среду и сокращения объемов выбросов CO₂.

Несмотря на различия в оценках климатических рисков и способах их смягчения, в методологическом плане публичные компании ориентируются в своей деятельности по управлению климатическими рисками на нормативные и правовые документы, общие рекомендации Рабочей группы по вопросам раскрытия финансовой информации, связанной с изменением климата (TCFD), Банка России, а также на информацию МГЭИК и Росгидромета. В целях дальнейшего согласования позиций компаний в вопросах, связанных с климатической повесткой, Приказом Министерства экономического развития Российской Федерации

(Минэкономразвития России) от 13 мая 2021 г. утверждены «Методические рекомендации и показатели по вопросам адаптации к изменениям климата». Реализуемые предприятиями мероприятия, направленные на снижение климатических рисков, одновременно должны быть экономически эффективными, гарантирующими социальную и экологическую безопасность (Катцов и Порфирьев, 2017).

Выводы по главе 1

Количественные оценки глобальных экономических последствий изменения климата, представленные в литературе, значительно разнятся в зависимости от используемых исходных данных и методов исследования, типов рассматриваемого воздействия и характера взаимосвязи между ними. Экономисты и климатологи ставят вопрос о необходимости изучения «недостающих рисков», связанных с неопределенностями не только научного характера (несовершенством моделей, недостаточной точностью исходных данных и т.д.), но и неопределенностями исторического характера в отношении путей развития человечества в текущем столетии и последующих траекторий выбросов парниковых газов. Несмотря на неоднозначность количественных оценок, эксперты сходятся во мнении, что изменение климата наряду с другими взаимосвязанными глобальными проблемами, сдерживая общественное развитие, ставит под угрозу достижение Целей устойчивого развития к 2030 г.

Влияние климатических факторов на финансовое состояние компании носит сложный характер, обусловленный наличием не только прямых, но и обратных связей, в некоторых случаях нелинейного характера. Как физические риски, так и риски переходного периода через различные каналы влияния переносятся в экономику предприятия и могут трансформироваться в традиционные для бизнеса риски. По результатам дисперсионного анализа выявлено наличие статистически значимых связей с доверительной вероятностью 95% между качеством управления ESG- и E-рисками, связанными с климатом, и рыночной капитализацией российских публичных компаний.

С использованием открытых источников 20 российских публичных компаний – представителей транспортной, добывающей отрасли, энергетики, черной и цветной металлургии, а также химической промышленности и сельского хозяйства рассмотрены особенности реализации климатической повестки в современных условиях.

Анализ информации показывает, что степень разработанности и учета проблем, связанных с изменением климата, отличается от компании к компании. Значительная часть компаний выборки рассматривает климатическую повестку в контексте концепции устойчивого развития. Вопросы, связанные с устойчивым развитием и управлением климатическими рисками, как правило, контролируются на уровне совета директоров и профильных комитетов.

Особое внимание уделяется вопросам декарбонизации. Существенными темами для компаний являются «Изменение климата» и «Энергоэффективность», а также «Выбросы в атмосферу».

Примерно половина компаний выборки включают климатические риски в число ключевых, оказывающих весомое влияние на финансовые показатели. Приоритет отдается рискам, связанным с углеродным регулированием. Ключевыми являются также риски, связанные с репутацией компании, снижением конкурентоспособности продукции и недостаточным раскрытием информации о климате. Энергетические компании в число ключевых рисков включают нарушения требований законодательства в отношении охраны природных, прежде всего водных объектов. Представители цветной металлургии и химической промышленности, а также нефтегазовой отрасли акцентируют внимание на рисках, связанных с медленными изменениями климата (риски растепления грунтов для предприятий, расположенных в зоне многолетней мерзлоты).

Особое место в управлении климатическими рисками занимает сценарный анализ, служащий основой для формирования возможных ответных мер по смягчению рисков и адаптации к изменениям климата. На уровне предприятия основные направления снижения уровня рисков и адаптации к изменениям климата включают: раскрытие информации о климате; энергосбережение и повышение энергоэффективности; использование ВИЭ и инструментов зеленого финансирования; декларацию целей о достижении углеродной нейтральности к 2050-2070 гг.; сохранение биоразнообразия; защитные мероприятия от экстремальных явлений и стихийных бедствий.

Компании из рассмотренного списка ставят краткосрочные цели относительно сокращения выбросов парниковых газов или делают разбивку целей по разным временным интервалам. Большинство заявленных целей (70%) связано с операционными выбросами (сфера охвата 1 и 2). Относительно сферы охвата 3 (косвенные выбросы), в рамках которой намного сложнее сократить выбросы, постановка целей оказывается затруднительной. Небольшое число компаний ставит целью достижение углеродной нейтральности к 2050 г. при последовательном снижении выбросов CO₂.

Таким образом, российские компании с учетом особенностей экономического развития и лучшей мировой практики выдвигают собственные инициативы и активно участвуют в разработке стратегий устойчивого развития и адаптации к изменениям климата.

ГЛАВА 2. ИДЕНТИФИКАЦИЯ И КЛАССИФИКАЦИЯ КЛИМАТИЧЕСКИХ РИСКОВ

2.1. Климатический риск как экономическая категория

Понятие «климатический риск» не является универсальным и трактуется по-разному в рамках различных научных дисциплин. Метеорологи и климатологи акцентируют внимание на изучении вероятности возникновения опасных явлений (например, смерча, шквала, волн тепла или холода и т.д.), представителей бизнеса больше интересуют подверженность и уязвимость объектов финансово-хозяйственной деятельности (например, ущерб или потери активов организации), для населения важное значение имеет риск гибели людей (например, в результате разрушения зданий). Наиболее полное представление о климатическом риске дает концепция, предложенная Межправительственной группой по изменению климата (МГЭИК)³² (Рисунок 2.1).

В соответствии с данной концепцией климатический риск определяется как единство подверженности (англ. Exposure) и уязвимости (англ. Vulnerability) объекта (реципиента риска) воздействию опасных событий (англ. Hazards), которые приводят к стихийным бедствиям (англ. Disaster). В качестве объектов воздействия климатического риска идентифицируются природные, экономические и/или социальные системы (территории, население, отрасли экономики или отдельные предприятия, экосистемы, технические объекты, процессы и т.д.). Помимо воздействия опасных явлений, различают естественную климатическую изменчивость и изменения климата, обусловленные антропогенными факторами, связанными с эмиссией углекислого газа и изменениями в землепользовании. Особое место занимают адаптация к изменениям климата и управление рисками стихийных бедствий как основные механизмы снижения подверженности и уязвимости реципиентов риска к погодным и климатическим явлениям.

³² 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. [Электронный ресурс] // URL: <https://ipcc.ch/report/managing-the-risks-of-extreme-events-and-disasters-to-advance-climate-change-adaptation/>

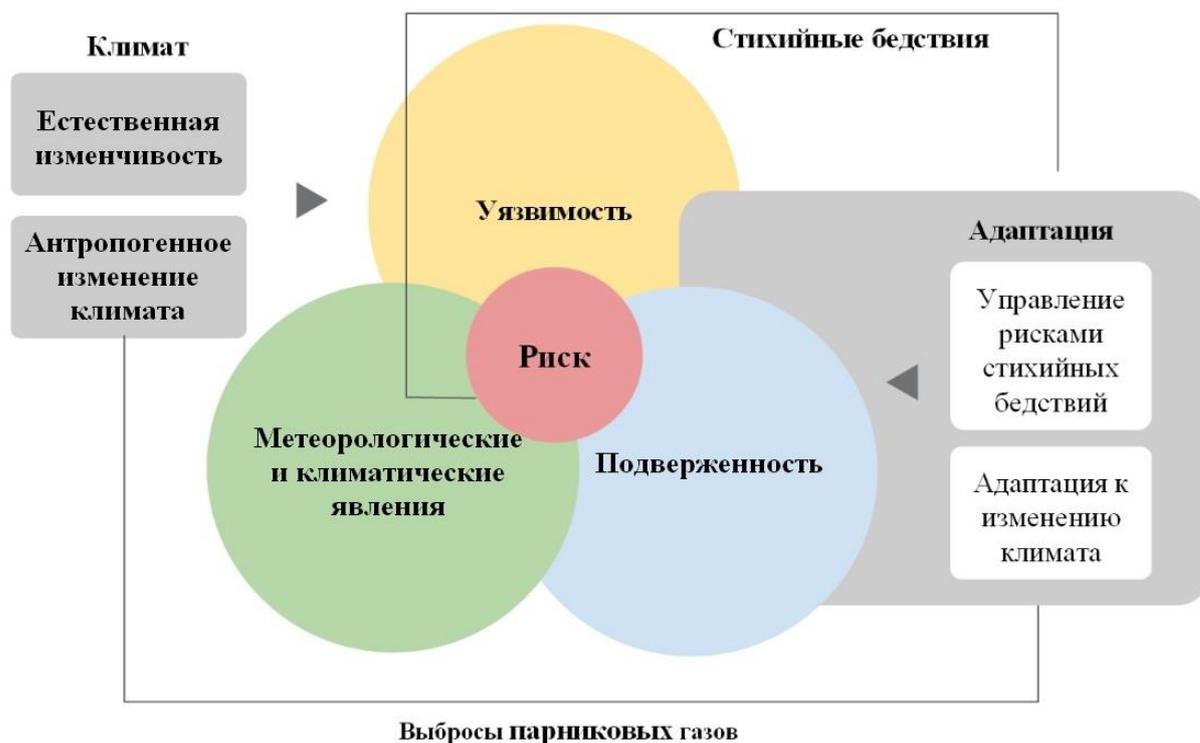


Рисунок 2.1 – Концепция климатического риска МГЭИК

Источник: переведено автором по материалам специального доклада Рабочих групп I и II Межправительственной группы экспертов по изменению климата «Управление рисками экстремальных явлений и стихийных бедствий для содействия адаптации к изменению климата»³³.

Понятие «климатический риск» объединяет такие компоненты, как опасность, подверженность и уязвимость. Опасность (как атрибут риска, но не сам риск) представляет возможные угрозы здоровью и жизни человека, экологической безопасности страны, является потенциальным источником экономического ущерба. Подверженность воздействию предполагает «присутствие людей, средств к существованию, видов или экосистем, экологических функций, услуг, ресурсов, инфраструктуры или экономических, социальных или культурных ценностей в местах и условиях, которые могут быть затронуты» (ГОСТ Р ИСО 14091-2022, 3.9).

Уязвимость является наиболее неопределенным атрибутом риска, требующим конкретизации как по отношению к опасности, так и к объекту, который подвергается опасности. Например, уязвимость компании к воздействию оползней и селей не означает ее уязвимости к рецессии или экономическому кризису. Точно так же уязвимость предприятия к воздействию наводнения не означает его уязвимости к воздействию засухи. Уязвимость,

³³ 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. [Электронный ресурс] // URL: <https://ipcc.ch/report/managing-the-risks-of-extreme-events-and-disasters-to-advance-climate-change-adaptation/>

определяясь существованием опасности, зависит от многих других факторов (например, эффективности управления рисками, проведения превентивных мероприятий, информирования населения). Национальный стандарт РФ ГОСТ Р ИСО 14091-2022 определяет уязвимость «как сочетание восприимчивости или чувствительности системы к наносимому ей вреду, а также к отсутствию у нее способности реагировать на него или адаптироваться» (ГОСТ Р ИСО 14091-2022, 3.12).

Существуют и другие определения климатического риска. В работе (Мазнина, 2021) «климатический риск отождествляется с риском потерь, обусловленных изменением климата и адаптацией мирового сообщества к данным изменениям». В Плана адаптации к изменениям климата в сфере природопользования вводится понятие природно-климатического риска, под которым понимается риск, «обусловленный воздействием на социально-экономические системы случайных природных (стихийные бедствия) и климатических факторов (аномальные метеорологические, гидрологические и иные подобные явления)»³⁴. При этом не считаются возможными положительные последствия реализации природно-климатического риска, то есть данные риски относят к категории «чистых» рисков при существовании вероятности получения убытков или ущерба.

В работе (Кобышева и др., 2015) обсуждаются различные возможные концепции управления риском, в основе которых лежит понятие опасности. Существование риска ассоциируется с возможностью появления в том или ином географическом регионе опасных или неблагоприятных метеорологических явлений, которые могут оказывать воздействие на некий объект – «реципиент риска». Последними могут быть «население, территории, отрасли экономики, технические объекты и процессы, экосистемы». В историческом ракурсе интерес представляют концепция «оправданного» риска, основанная на принятии решений в зависимости от соотношения «затраты-выгоды», и концепция «приемлемого риска», получившая широкое распространение на практике в качестве основы планирования мероприятий по обеспечению безопасности всего населения. Последняя тесно связана с «концепцией национальной безопасности», направленной на обеспечение безопасности личности, общества и государства.

В рамках концепции, принятой в Главной геофизической обсерватории им. А.И. Воейкова, с учетом неопределенности для количественной оценки риска используется произведение вероятности возможной реализации опасности на вероятность возможной

³⁴ Распоряжение Министерства природных ресурсов и экологии РФ от 30 сентября 2021 г. № 38-р «Об утверждении Плана адаптации к изменениям климата в сфере природопользования» // Информационно-правовой портал [Электронный ресурс] // URL: <https://garant.ru/products/ipo/prime/doc/402791975/?ysclid=lz7590paf0991121859>

степени уязвимости объекта риска, подверженного опасности (Кобышева, 2020). По мнению авторов (Zscheischler et al., 2018), при оценке риска должна учитываться зависимость между климатическими факторами. В соответствии с Национальным стандартом РФ ГОСТ Р ИСО 14091-2022 риск определяется как «влияние неопределенности, отклонение от ожидаемого результата, которое может быть как положительным, так и отрицательным, или и тем, и другим» (ГОСТ Р ИСО 14091-2022, 4.1).

Согласно методическим рекомендациям Минэкономразвития, климатический риск представляет «совместную характеристику вероятности опасных проявлений климатического фактора и его воздействия (вреда или ущерба) на объект этого воздействия, которая выражается в величине ущерба (в натуральном или стоимостном выражении), характерного для повторяемости заданных значений опасного климатического фактора»³⁵. «Стоимостное выражение», которое приобретает климатический риск в контексте понятий, связанных с опасностью, подверженностью, уязвимостью и способностью к адаптации, позволяет считать его экономической категорией, связанной с определенными экономическими отношениями, в частности, в деятельности компании.

2.2. Общие подходы к классификации климатических рисков

Под классификацией рисков понимается «группировка рисков по определенным признакам, используемым для структурирования их множества» (Пашковский и Быков, 2021). Как отмечается в (Быков и Порфирьев, 2006), «основная цель классификации – выделение конкретных рисков, а каждый из конкретных рисков, измеряемый частотой возникновения и размером неблагоприятных последствий (ущерба), описывается его стандартными характеристиками: опасность, связанная с риском, подверженность риску, уязвимость (чувствительность к риску), а также другими дополнительными параметрами (характеристиками), такими как: взаимодействие с другими рисками, степень однородности риска, степень прогнозируемости и др.» [45]. Выделяют общую и специфические классификации рисков. В контексте общей классификации критериями могут служить «источники, факторы или причины опасности; объекты, уязвимые к опасности; зависимость от фактора времени; регулярный (нерегулярный) характер риска и др.» (Быков и Зайковский, 2022).

Классификации климатических рисков носят особый характер и ориентированы на выделение конкретных климатических рисков с использованием специфических критериев

³⁵ Приказ Министерства экономического развития РФ от 13 мая 2021 г. № 267 «Об утверждении методических рекомендаций и показателей по вопросам адаптации к изменениям климата» [Электронный ресурс] // URL: <https://garant.ru/products/ipo/prime/doc/400673304/?ysclid=m0qxlhgsv8639294715>

с учетом основных особенностей изменения климата в пространстве и во времени. Существуют различные методические подходы к классификации климатических рисков, основанные на результатах научных исследований и экспертных суждениях относительно повторяемости и масштабов опасных явлений, продолжительности климатического воздействия, подверженности и уязвимости объектов – реципиентов риска (Михеев, 2021). Наиболее общий подход, представленный Межправительственной группой экспертов по изменению климата, связан с классификацией климатических рисков по объектам, уязвимым к изменениям климата. Реципиентами риска служат физические объекты (реки, озера, ледники, вечная мерзлота, уровень моря), биологические (экосистемы суши и моря, лесные массивы) и социально-экономические (производство, здоровье людей, экономика) системы.

Рассматриваются ключевые региональные и глобальные климатические риски в зависимости от трех временных интервалов: настоящее время, ближайшая перспектива (до 2030–2040 гг.) и долгосрочная перспектива (2080–2100 гг.). В процессе идентификации рисков учитываются повторяемость и масштаб опасных явлений, продолжительность их воздействия, подверженность и уязвимость рассматриваемых объектов. Исходной информацией служат не только фактические, но и прогностические данные, полученные на базе гидродинамических моделей климата и экономики. Учитываются не только наиболее вероятные, но и маловероятные воздействия с большими последствиями. Глобальные (по масштабу действия) климатические риски определяются (Climate Change 2014, 2014):

- закислением Мирового океана, что означает уменьшение содержания кислорода, в первую очередь в полузакрытых морях и лиманах, с необратимыми для морских экосистем последствиями;
- утратой биоразнообразия, исчезновением отдельных видов растений и животных со значительными изменениями экосистем в прибрежных и низменных районах на фоне повышения уровня моря;
- снижением уровня продовольственной безопасности на фоне уменьшения биологической продуктивности, в первую очередь морских экосистем и урожайности сельскохозяйственных культур;
- ухудшением здоровья людей и увеличением количества смертей за счет увеличения повторяемости экстремальных явлений (волны тепла, засухи, сильные осадки, наводнения и др.);
- замедлением экономического роста, повышением уровня бедности и безработицы в развивающихся странах и, как следствие, увеличением масштабов международной миграции населения.

В контексте решения экономических задач актуальными являются подходы к классификации рисков, предложенные Целевой группой по раскрытию финансовой

информации, связанной с климатом (Task Force on Climate-Related Financial Disclosures, TCFD)³⁶. Климатические риски делятся на две большие группы:

1) физические риски (включая экстремальные погодные явления и медленные изменения климата);

2) риски переходного периода.

Физические риски могут носить как кратковременный (экстремальные явления), так и долговременный (медленные изменения климата) характер, и могут нанести как прямой, так и косвенный ущерб активам организации. Последствия реализации рисков, обусловленные климатическими экстремумами, могут проявляться в виде незапланированных убытков, связанных с выплатой компенсаций персоналу, устранением последствий аварий, ремонтом оборудования, нарушением цепочек поставок. Превентивные меры предполагают дополнительные расходы, связанные с использованием новых технологий, созданием экологических рабочих мест и другими мероприятиями, направленными на повышение эффективности деятельности предприятия.

Переход к низкоуглеродной экономике, в свою очередь, предполагает ограничение деятельности, способствующей глобальному потеплению, и стимулирование адаптации компаний к изменению климата, что означает значительные политические, правовые, технологические и рыночные изменения. Важным аспектом концепции климатического риска Целевой группой по раскрытию финансовой информации, связанной с климатом, является акцентирование внимания не только на климатических угрозах, но и на новых благоприятных возможностях с учетом возможных финансовых последствий (Рисунок 2.2). Использование возобновляемых источников энергии, выход на новые рынки, уменьшение продолжительности периода с отрицательной температурой воздуха благоприятным образом могут сказаться на потреблении энергии, функционировании наземного транспорта, проведении строительных работ и стать дополнительным источником прибыли компании. Подробное описание физических рисков и рисков перехода к низкоуглеродной экономике на территории России приведено в докладе Банка России «Влияние климатических рисков и устойчивое развитие финансового сектора Российской Федерации» за 2020 г.³⁷

³⁶ G20 Green Finance Synthesis Report. – G20 Green Finance Study Group, 2016. – 35 p. [Электронный ресурс] // URL: http://unepinquiry.org/wp-content/uploads/2016/09/Synthesis_Report_Full_EN.pdf

³⁷ Влияние климатических рисков и устойчивое развитие финансового сектора Российской Федерации. Доклад для общественных консультаций // Банк России. Москва, 2020 [Электронный ресурс] // URL: https://cbr.ru/Content/Document/File/108263/Consultation_Paper_200608.pdf



Рисунок 2.2 – Климатические риски: угрозы и возможности

Источник: составлено автором на основе рекомендаций Целевой группы по раскрытию финансовой информации, связанной с изменением климата (TCFD)³⁸.

Климатические риски объединяются с экологическими и другими связанными с окружающей средой рисками в рамках трехмерной ESG-концепции (природные (E – англ. environmental), социальные (S – англ. social) и управленческие (G – англ. governance) аспекты), составляя часть рисков, связанных с устойчивым развитием. В то же время существуют определенные различия. В соответствии с определением Банка России экологические риски представляют «вероятность убытков, связанных с последствиями деградации окружающей среды, включая чрезмерное потребление природных ресурсов. Сюда входят выбросы вредных веществ в атмосферу, загрязнения отходами, вырубка лесов, злоупотребление водными ресурсами и др.». В отличие от экологических рисков, «климатические финансовые риски – это потенциальные риски, которые могут возникать вследствие изменения климата или мер по минимизации его последствий»³⁹.

Изменение климата носит глобальный характер, его проявления хорошо изучены и документированы. Экологические риски, включая широкий спектр воздействий, как правило, проявляются на региональном (местном) уровне (например, сброс токсичных отходов в озеро) и, в силу своих индивидуальных специфических особенностей, трудно поддаются мониторингу,

³⁸ Task Force on Climate-related Financial Disclosures (TCFD). Recommendations of the Task Force on Climate-related Financial Disclosures (June 2017) [Электронный ресурс] // URL: <https://assets.bbhub.io/company/sites/60/2020/10/FINAL-2017-TCFD-Report-11052018.pdf>

³⁹ Климатические риски в меняющихся экономических условиях. Доклад для общественных консультаций // Банк России. Москва, 2022 [Электронный ресурс] // URL: https://www.cbr.ru/Content/Document/File/143643/Consultation_Paper_21122022.pdf

количественной оценке и моделированию. Стандарты, разработанные в отношении рисков, связанных с изменением климата, могут использоваться в качестве эталонов при формировании отчетности о рисках, связанных с природой и экологией. На международном уровне в июне 2021 г. была сформирована Рабочая группа по раскрытию финансовой информации, связанной с природой (The Taskforce on Nature-related Financial Disclosures, TNFD), задачей которой является распространение системы отчетности о климатических рисках и возможностях, созданной Целевой группой по раскрытию финансовой информации, связанной с климатом, на более широкий спектр экологических воздействий. Разработанные экспертами рекомендации по раскрытию информации должны содействовать бизнесу и финансовым организациям, оценивать, сообщать и действовать в соответствии со своими специфическими особенностями, рисками и возможностями, связанными с природой.

2.3. Фасетно-иерархический подход

Неопределенный и необратимый характер климатического воздействия, его специфические проявления в различных отраслях экономики и географических регионах создают определенные трудности на пути разработки подходов к классификации и учету климатических рисков. Классификация климатических рисков предприятия, с одной стороны, должна учитывать многосторонний характер климатических воздействий, систематизировать и упрощать обмен информацией о существующих климатических рисках и их взаимозависимостях. С другой стороны, необходимо учитывать специфику финансово-хозяйственной деятельности, возможности проявления климатических рисков в различных сферах экономической деятельности предприятия.

Наиболее целесообразным решением при выборе основы классификации климатических рисков представляется использование системно-интеграционной теории (Клейнер, 2011; Клейнер, 2013; Клейнер и др., 2016; Концептуальное моделирование, 2017), охватывающей различные аспекты экономической деятельности предприятия. По аналогии с другими социально-экономическими системами экономика предприятия структурируется в виде четырех основных подсистем: объектной, процессной, проектной и средовой, характеризующихся определенными границами и локализацией в физическом (для материальных активов) и виртуальном (для нематериальных активов) пространстве. «Нарушение системной сбалансированности всех четырех подсистем может привести к потере стабильности и устойчивости предприятия» (Клейнер, 2011). Данный подход представляется наиболее эффективным в контексте интеграции климатических рисков в общую систему управления рисками или, иными словами, управления рисками, охватывающего основные аспекты экономической деятельности предприятия (Быков, 2012).

В целях подразделения рисков на категории, классы, виды использовался фасетно-иерархический подход. В работе (Пашковский и Быков, 2021) данный подход был приложен к классификации рисков устойчивого развития крупных международных вертикально интегрированных холдингов. Основываясь на анализе отчетности в области устойчивого развития крупных компаний, а также учитывая требования регулятора, авторы выделили три основные группы рисков, связанных с экологическими, социальными и управленческими факторами, а также подгруппы внутри каждой из них. Данная классификация не акцентирует внимание на климатических рисках, в частности, относительно их влияния на различные аспекты экономической деятельности отдельного предприятия.

Основные преимущества фасетно-иерархического подхода связаны с принципами непересекаемости (независимости) и достаточности (включение признаков, охватывающих организацию), реализуемыми при выборе фасетов. Принцип непересекаемости и независимости фасетов обеспечивает возможность оперировать сразу с несколькими классификациями независимо от их содержания, а также при необходимости изменять содержание и число фасетов. Принцип достаточности гарантируется иерархической структурой каждого фасета, обеспечивающей, с одной стороны, учет многомерного характера климатического воздействия, с другой – сложности и специфические особенности экономической деятельности предприятия. Данный подход допускает количественные и качественные изменения в составе признаков в зависимости от поставленных задач, характеризуется простотой в использовании, позволяет автоматизировать процессы сбора, индексирования, хранения и поиска необходимых данных.

На основе объединения системно-интеграционной теории и фасетно-иерархического подхода в условном семимерном пространстве признаков формируется набор из семи фасетов, а именно (Рисунок 2.3):

- Фасет № 1 – «Объектная подсистема»;
- Фасет № 2 – «Процессная подсистема»;
- Фасет № 3 – «Проектная подсистема»;
- Фасет № 4 – «Средовая подсистема»;
- Фасет № 5 – «Климат»;
- Фасет № 6 – «Продолжительность воздействия»;
- Фасет № 7 – «Оценка воздействия».

Каждый из фасетов имеет собственную, отличную от других фасетов иерархию признаков, в совокупности представляющих в деталях воздействие климатических рисков на различные аспекты хозяйственной деятельности компании. Подробное описание основных особенностей классификатора приведено в работе (Михеев, 2022).



Рисунок 2.3 – Фасетно-иерархический подход к классификации климатических рисков

Источник: разработано автором.

Рассмотрим каждый из фасетов более подробно.

Экономическая подсистема объектного типа фасет № 1 может быть структурирована по следующим основным элементам: материальные, нематериальные и финансовые активы (Рисунок 2.4). Материальные активы включают физическое имущество компании (здания, сооружения, основное оборудование, земельные участки, на которых предприятие ведет свою производственную деятельность, и др.). К нематериальным активам относятся объекты интеллектуальной собственности, правоустанавливающие документы, лицензии, патенты и др. Особое место занимают финансовые активы: имущественные ценности, принадлежащие предприятию, в виде наличных денежных средств (например, расчетные, валютные счета), финансовых вложений (например, государственные и муниципальные ценные бумаги, страховые полисы) и финансовых инструментов, в том числе производных (фьючерсы, форварды, опционы, свопы).

Категория	Код		Классификационный признак: «ОБЪЕКТЫ»
	Класс	Вид	
100	110	Материальные активы	
		111	земельные участки
		112	здания и сооружения
		113	инфраструктура
		114	сырье
		115	основное оборудование
	116	готовая продукция	
	130	Финансовые активы	
		131	наличность в кассе
		132	ценные бумаги (акции, облигации)
		133	страховые полисы
		134	депозиты в банках
		135	коммерческие кредиты
	136	паи или долевые участия в других предприятиях	
	140	Нематериальные активы	
		141	правоустанавливающие документы
		142	товарные знаки
		143	патенты
144		лицензии	
	145	программные продукты	

Рисунок 2.4 – Фасет № 1 «Объектная подсистема»

Источник: разработано автором.

Структура процессной подсистемы фасет № 2 строится с учетом специфики хозяйственной деятельности компании (Рисунок 2.5). Подсистему процессного типа могут представлять реализуемые предприятием технологические или бизнес-процессы, в основе которых лежит устойчивая, многократно повторяющаяся деятельность, направленная на преобразование материальных, трудовых и информационных ресурсов в экономические

результаты – продукцию и услуги. Существуют различные подходы к классификации бизнес-процессов предприятия (Долгая, 2012). Наиболее распространенная на практике классическая модель М. Портера (Портер, 2008) базируется на пяти первичных и четырех вторичных действиях (процессах), составляющих цепочку создания добавленной стоимости (англ. added value chain). К первичным процессам относятся: производственные процессы; материально-техническое обеспечение деятельности компании; обеспечение сбыта; маркетинг и продажи; обслуживание. В число вторичных поддерживающих процессов входят: планирование; управление персоналом; поддержание инфраструктуры. Особое значение имеет процесс управления в качестве одного из наиболее важных механизмов повышения экономической эффективности организации и взаимодействия с заинтересованными сторонами. При выделении первичных и вторичных процессов важно учитывать специфику (уникальность) бизнес-процессов организации.

Категория	Код		Классификационный признак: «БИЗНЕС-ПРОЦЕССЫ»
	Класс	Вид	
200	210	Основные процессы (операционная деятельность)	
		211	материально-техническое обеспечение
		212	логистика сырья
		213	технологические операции (создание добавочной стоимости)
		214	услуги или товары
		215	логистика готовой продукции или услуги
		216	реклама, послепродажный сервис
	220	Поддерживающие процессы	
		223	управление персоналом
		224	планирование
		225	поддержание инфраструктуры

Рисунок 2.5 – Фасет № 2 «Процессная подсистема»

Источник: разработано автором.

Подсистема проектного типа фасет № 3 представляется совокупностью реализуемых на предприятии проектов (Рисунок 2.6). В состав фасета № 3 могут входить инвестиционные (расширение производства, вложение капитала в строительство новых объектов, реконструкция и ремонт старых зданий и сооружений и т.д.), инновационные (применение новых технологий,

продуктов и услуг), научно-исследовательские, образовательные и другие проекты. Особую группу представляют климатические проекты – «комплекс мероприятий, обеспечивающих сокращение (предотвращение) выбросов парниковых газов или увеличение поглощения парниковых газов»⁴⁰. В соответствии с Приказом Минэкономразвития России от 11 мая 2022 г. № 248 утверждены «критерии и порядок отнесения проектов, реализуемых юридическими лицами, индивидуальными предпринимателями или физическими лицами, к климатическим проектам»⁴¹.

Категория	Код		Классификационный признак: «ПОДСИСТЕМА ПРОЕКТНОГО ТИПА»	
	Класс	Вид		
300	310	Инвестиционные проекты		
		311	капитальное строительство	
		312	приобретение технологий и оборудования	
		313	модернизация оборудования	
		314	ремонт	
		Инновационные процессы		
		320	321	создание нового продукта (услуги)
			322	новые технологии (в том числе информационные)
			324	источники сырья
		Климатические проекты		
		330	331	покупка оффсетов
			332	климатические инвестиции
			333	зеленые кредиты, облигации, финансовые инструменты

Рисунок 2.6 – Фасет № 3 «Проектная подсистема»

Источник: разработано автором.

⁴⁰ Федеральный закон Российской Федерации от 02.07.2021 № 296-ФЗ «Об ограничении выбросов парниковых газов» [Электронный ресурс] // URL: <http://publication.pravo.gov.ru/Document/View/0001202107020031>

⁴¹ Приказ Минэкономразвития России от 11 мая 2022 г. № 248 «Об утверждении критериев и порядка отнесения проектов, реализуемых юридическими лицами, индивидуальными предпринимателями или физическими лицами, к климатическим проектам, формы и порядка представления отчета о реализации климатического проекта» [Электронный ресурс] // URL: <https://base.garant.ru/404769817/?ysclid=m0qxs87km391926466>

Подсистема средового типа – фасет № 4 – представляет социально-экономическую и природную среду, в которой предприятие ведет экономическую деятельность (Рисунок 2.7). Состав природной среды определяют природные и (или) этнические особенности территории, где предприятие ведет свою деятельность (например, растительный и животный мир, почвы, поверхностные и подземные воды и др.). Институциональное окружение, в свою очередь, определяется совокупностью политических, социальных, устойчивых формальных и неформальных норм или правил, процедур, регулирующих поведение, виды деятельности и взаимодействие социально-экономических субъектов (физических и/или юридических лиц, организаций и/или групп организаций). Подсистемой средового типа можно также считать сложившиеся в пределах предприятия культурные условия, традиции, неформальные институты, в соответствии с которыми предприятие осуществляет свою деятельность, а сотрудники и подразделения взаимодействуют. В этом контексте особое значение имеет культура управления рисками – созданная в данной организации система ценностей и правил поведения, которая определяет существо и формы решений, принимаемых в области управления рисками.

Компании не только взаимодействуют, но и конкурируют друг с другом, то есть ведут экономическую деятельность в условиях конкурентной среды, формирование которой происходит на внешних и внутренних рынках. За счет изменений цен на товары и услуги, структуры и источников доходов, переоценки активов, связанных с климатическими воздействиями, волатильность рынков сильно растет. С поведением рынка связана значительная доля неопределенности, которую нельзя не учитывать при оценке климатических рисков.

Категория	Код		Классификационный признак: «ПОДСИСТЕМА СРЕДОВОГО ТИПА»
	Класс	Вид	
400	410	Институциональная среда	
		411	федеральное и местное законодательство
		412	взаимоотношения с другими организациями
	420	Внутренняя среда	
		421	организационная структура (например, обучающая организация)
		422	корпоративная культура
		Конкурентная среда	
	430	431	внутренние рынки реализации продукции (услуг)
		432	внешние рынки реализации продукции (услуг)
		433	рынок труда (региональный или глобальный)
	440	Природные условия	

Рисунок 2.7 – Фасет № 4 «Средовая подсистема»

Источник: разработано автором.

Фасет № 5 «Климат» представляет иерархическую структуру климатических рисков, которая выстраивается независимым от содержания первых четырех фасетов образом (Рисунок 2.8). В зависимости от основных источников опасности и характера воздействия можно выделить следующие основные классы и виды климатических рисков.

1. Физические риски (источником опасности являются экстремальные погодные явления и медленные изменения климата). Особое значение имеют физические риски, связанные с увеличением повторяемости, интенсивности и продолжительности экстремальных погодных явлений. Влияние экстремальных явлений зависит как от географического положения компании, так и от специфики ее деятельности. Так, например, для нефтегазовых компаний, работающих в условиях крайнего севера, серьезные угрозы представляют экстремально низкие температуры воздуха (особенно при сильном ветре), метели, снежный покров. Риски аварий и прекращения работ на трубопроводах и буровых установках могут быть связаны с резкими перепадами температуры, грозowymi разрядами, экстремальными осадками. Важную роль информация о климатических экстремумах играет в тепловой энергетике. Например, при строительстве электростанций учитываются температура наиболее холодных суток и пятидневки, а также самая жаркая декада (Руководство, 2008). Для энергетического сектора

и коммунальной службы большой интерес могут представлять «дефицит тепла» и «дефицит холода», продолжительность отопительного периода и т.д. (Катцов и др., 2020).

Медленные климатические изменения, в отличие от экстремальных явлений, имеют большие пространственно-временные масштабы и в долгосрочной перспективе могут привести к значительным социально-экономическим потерям. Показательным примером может служить деградация (растепление многолетнемерзлых грунтов) криолитозоны России, в которой сосредоточены большие потенциальные и разведанные запасы углеводородного сырья. «Изменение климата вызывает увеличение температуры многолетнемерзлых грунтов (ММГ), уменьшение их прочностных свойств и интенсификацию ряда деструктивных геокриологических процессов, таких как термокарст, солифлюкция, неравномерные просадки почвы и т.п.» (Доклад о климатических рисках, 2017). К 2030 г. эта зона может существенно расшириться по площади и распространиться на огромную (порядка нескольких миллионов квадратных километров) территорию (Оценочный отчет, 2010). В научной литературе имеются свидетельства того, что эти процессы уже имеют место и в ближайшие десятилетия будут усиливаться. В зоне потенциального риска окажутся целые города, промышленные предприятия, инфраструктура, нефтяные и газовые промыслы, трубопроводы.

В ряде исследований отмечается возрастание потерь за счет увеличения площади и интенсивности лесных пожаров, связанных с жаркими и засушливыми условиями (Tyukavina et al., 2022; Jolly et al., 2015). По прогнозам, к концу XXI века площадь и интенсивность пожаров увеличатся по всему миру, в первую очередь в северных высоких широтах (Flannigen et al., 2013). На территории России значительный положительный тренд в увеличении площади и числа лесных пожаров наблюдается в Сибири (Ponomarev et al., 2016). Последствия пожаров, связанные с увеличением выбросов в атмосферу парниковых газов и снижением поглощающей способности лесов, могут способствовать ускорению темпов глобального потепления климата.

Увеличение количества и интенсивности осадков может потребовать дополнительных затрат, связанных с необходимостью изменений режима работы гидроэлектростанций. Виды энергии, получаемой из возобновляемых источников (солнечная, ветровая, геотермальная энергия и др.), также чувствительны к изменениям климата. Запасы возобновляемых источников энергии (солнце, ветер, вода, приливы и отливы), пополняемые естественным образом, являются непостоянными, зависящими от колебаний погоды и климата.

2. Риски перехода к низкоуглеродной экономике. Переходный период может повлечь за собой риски, связанные с использованием новых источников энергии, инновационными технологиями, изменениями нормативной правовой базы и требований регуляторов, потерей доверия инвесторов и изменениями моделей бизнеса. Климатическое регулирование,

стимулируя переход к низкоуглеродной экономике, может увеличить дополнительные издержки, связанные с соблюдением нормативно-правовых требований, страховыми взносами, возможными судебными исками и штрафами.

Декарбонизация предприятия означает переход на виды топлива с меньшими объемами выбросов парниковых газов, повышение энергоэффективности и снижение энергоемкости, внедрение технологий, позволяющих снизить углеродный след компании, а также увеличение объемов производства низкоуглеродной продукции. Дополнительными расходами для компании могут обернуться изменения производственной цепочки и требований к капиталу, научно-технические исследования, а также климатические проекты.

На фоне высокой изменчивости финансовых рынков, а также рынков товаров и услуг новыми угрозами (благоприятными возможностями) для предприятия могут стать снижение (повышение) цен на товары и услуги из-за изменения потребительского спроса, увеличение (снижение) издержек производства в связи с изменением цен на электроэнергию и топливо, требований к качеству продукции (например, к используемому сырью), структуры и источников формирования активов (например, доли ценных бумаг). В условиях распространенности средств массовой информации и использования сети Интернет возрастает роль репутационных рисков, связанных с запросами общества на экологически чистую низкоуглеродную продукцию.

Категория	Код	Классификационный признак	
	Класс	Вид	«КЛИМАТИЧЕСКИЕ РИСКИ»
500	Физические риски: экстремальные погодные явления		
	510	511	экстремально высокая температура воздуха
		512	экстремально низкая температура воздуха
		513	штормовой (ураганный) ветер
		514	гололед, гололедица
		515	гроза
		516	сильные осадки
	Физические риски: медленные изменения климата		
	520	521	повышение уровня моря
		522	растепление многолетнемерзлых грунтов
		523	наводнения и паводки
		524	дефицит водных ресурсов
		525	лесные пожары
		526	засухи
	Риски перехода к низкоуглеродной экономике		
	530	531	эмиссия парниковых газов
		532	углеродное регулирование
		533	репутационные риски
		534	новые технологии
		535	возобновляемые источники энергии
		536	изменение бизнес-модели
540	Ресурсы и капитальные затраты		
	541	запасы природного капитала	

Рисунок 2.8 – Фасет № 5 «Климат»

Источник: разработано автором на основе доклада Банка России «Климатические риски в меняющихся экономических условиях»⁴².

⁴² Климатические риски в меняющихся экономических условиях. Доклад для общественных консультаций // Банк России. Москва, 2022 [Электронный ресурс] // URL: https://www.cbr.ru/Content/Document/File/143643/Consultation_Paper_21122022.pdf

3. Риски природного капитала. В некоторых исследованиях⁴³ к категории климатических рисков относят риски природного капитала, связанные с деградацией как возобновляемых, так и невозобновляемых ресурсов, на которые распространяется климатическое воздействие.

Климатические риски могут оказывать как кратковременное (acute), так и долговременное (chronic) воздействие – фасет № 6 (Рисунок 2.9).

Код			Классификационный признак: «ПРОДОЛЖИТЕЛЬНОСТЬ ВОЗДЕЙСТВИЯ»
Категория	Класс	Вид	
600	610	Кратковременное воздействие	
	620	Долговременное воздействие	

Рисунок 2.9 – Фасет № 6 «Продолжительность воздействия»

Источник: разработано автором.

«Оценка климатических рисков предполагает выявление опасных климатических факторов для объекта воздействия, его подверженности факторам и уязвимости к ним»⁴⁴. Фасет № 7 содержит оценки риска, включая уровень опасности, степень подверженности и уязвимость объекта по отношению к идентифицированной опасности (Рисунок 2.10). Оценки риска могут производиться как количественным, так и качественным образом. Руководящим документом при оценке риска, которым могут воспользоваться компании независимо от вида деятельности и географического положения, может служить Национальный стандарт Российской Федерации ГОСТ Р ИСО 14091-2022.

Риски, связанные с физическим воздействием климата и низкоуглеродным развитием, в большинстве исследований рассматриваются независимо друг от друга. Тем не менее, как подчеркивается в (Climate Tango, 2022), взаимодействие между движущими силами и последствиями переходного периода и физическими климатическими рисками может привести к большим потерям для отдельных предприятий и экономики в целом.

⁴³ Climate Tango: Principles for integrating physical and transition climate-risk assessment with sectoral examples. – The University of Cambridge Institute for Sustainability Leadership, 2024 [Электронный ресурс] // URL: <https://reliefweb.int/report/world/climate-tango-principles-integrating-physical-and-transition-climate-risk-assessment>

⁴⁴ Влияние климатических рисков и устойчивое развитие финансового сектора Российской Федерации. Доклад для общественных консультаций // Банк России. Москва, 2020 [Электронный ресурс] // URL: https://cbr.ru/Content/Document/File/108263/Consultation_Paper_200608.pdf

И предприятия, и регулирующие организации должны учитывать взаимодействие рисков, чтобы получить полное представление о подверженности климатическим рискам и разработать комплексную климатическую стратегию для оценки финансовой стабильности отдельного предприятия и экономики в целом. Однако такого рода подходы на сегодняшний день еще только ищут своего решения и требуют достаточно больших объемов как фактических, так и прогностических данных, в том числе полученных на базе климатических и эконометрических моделей.

Категория	Код		Классификационный признак: «ОЦЕНКИ КЛИМАТИЧЕСКОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ»
	Класс	Вид	
700	710	Уровень опасности	
		711	чрезвычайно опасный (катастрофический)
		712	весьма опасный
		713	опасный
		714	умеренно опасный
	720	Подверженность	
		721	очень сильная (70% территории)
		722	сильная (30-70% территории)
		723	средняя (30% территории)
		724	слабая (20% территории)
	730	Уязвимость объекта	
		731	да
		732	нет

Рисунок 2.10 – Фасет № 7 «Оценка воздействия»

Источник: разработано автором.

Таким образом, риски, обусловленные климатическими факторами с учетом специфики воздействия, распределяются по фасетам:

- по фасету № 1 – в случае воздействия климата на материальные и нематериальные активы компании;
- по фасету № 2 – при остановке и/или при нарушении бизнес-процессов предприятия;
- по фасету № 3 – в зависимости от специфики проекта;
- по фасету № 4 – в случае воздействия климата на социально-экономическую и природную среду, в которой предприятие ведет экономическую деятельность;

- по фасетам № 5–7 – в зависимости от категории, класса и вида климатического риска, продолжительности и степени его воздействия.

Иерархия фасетов выстраивается независимым друг от друга образом. Каждый структурный элемент фасета несет свою функциональную нагрузку в пределах обозначенной экономической подсистемы. Климатический риск может проявиться (и не проявиться) в любом структурном элементе каждого из фасетов № 1–4. Так, например, технологический климатический риск может проявиться в проектной подсистеме в процессе разработки новых технологий, рыночный климатический риск – в средовой системе на внутренних или внешних рынках реализации предприятием продуктов и/или услуг.

Алгоритм работы с классификатором и заполнение таблиц могут строиться на одном из принципов, а именно: «сверху-вниз» или «снизу-вверх». В первом случае идентификация рисков может производиться исходя из получаемой извне информации, например, прогнозов Росгидромета и/или предупреждений МЧС. Предположим, что в предстоящем летнем сезоне синоптики прогнозируют экстремально теплую погоду. Экстремально высокие температуры воздуха могут сказаться на различных аспектах экономической деятельности компании. Код классификатора 115-213-300-412-513-610-731 отражает это влияние более детальным образом. При этом цифры 115 означают, что в сфере влияния данного риска (513) оказывается основное оборудование компании, 213 – технологические операции, 412 – взаимоотношения с заинтересованными сторонами. Код 610 свидетельствует о кратковременном (в течение летнего периода) характере данного воздействия, 731 – об уязвимости предприятия к экстремально высокой температуре воздуха. Каждому фасету предоставляются три позиции, причем первая из них соответствует номеру фасета. Нулевые значения означают отсутствие риска, в данном случае код 300 указывает на отсутствие риска, связанного с экстремально высокой температурой воздуха, для реализации проектов компании.

При использовании подхода «снизу-вверх» исходными уровнями являются бизнес-процессы компании. При этом идентифицируются риски, реализация которых может привести к ущербу, превышающему принятый в компании допустимый уровень. Предположим, что при проведении работ на нефтяных или газовых промыслах выявлены случаи деградации многолетнемерзлых грунтов, указывающие на возможные аварии. При этом в зоне риска оказывается больше половины занимаемой предприятием территории. Данная ситуация, обусловленная влиянием медленных изменений климата, может привести к серьезным для предприятия проблемам вплоть до остановки его деятельности. На основании сведений, полученных от владельцев риска, формулируется его кодовое наименование: 110-210-310-440-522-620-722. При этом цифры 110 означают наличие возможной угрозы для материальных активов предприятия, 210 – операционной деятельности,

310 – инвестиционных проектов компании, 440 – состояния природной среды. Риски, связанные с многолетней мерзлотой (код 522), носят долговременный характер (код 620) и распространяются на значительную часть территории, занимаемой компанией (код 722). Дополнительной информацией могут служить даты обнаружения риска, а также номер подразделения организации, идентифицировавшего данный код. Риски, выявленные на этапе идентификации и классификации, аккумулируются в реестре рисков.

Предложенный классификатор позволяет не только идентифицировать и классифицировать климатические риски, но и определять их значимость в экономической деятельности организации. Не являясь универсальной, данная классификация может дополняться и легко модифицироваться в зависимости от специфики решаемых практических задач. Данный подход позволяет перейти к созданию единого реестра рисков в цифровом виде, интегрировать риски в общий процесс управления рисками организации, обеспечить последующую автоматизированную обработку рисков.

Выводы по главе 2

Климатический риск, понятие которого основывается на единстве вероятностных характеристик опасности, подверженности и уязвимости объекта воздействия, последняя из которых имеет стоимостное выражение, приобретает статус экономической категории, связанной с определенными экономическими отношениями, в том числе в процессе экономической деятельности предприятия.

Существуют различные методические подходы к идентификации и классификации климатических рисков, основанные на использовании определенных критериев в зависимости от целей, пространственно-временных масштабов исходных объектов и характера климатического воздействия. Наиболее общий подход МГЭИК выделяет физические объекты, биологические и социально-экономические системы и связанные с ними глобальные (по масштабу действия) климатические риски.

Разработанная классификация климатических рисков, основанная на системно-интеграционной теории предприятия и фасетно-иерархическом подходе, позволяет выделить семь основных структур (фасетов) – «Объектная подсистема», «Процессная подсистема», «Проектная подсистема», «Средовая подсистема», «Климат», «Продолжительность воздействия», «Оценка воздействия», – охватывающих основные аспекты экономической деятельности предприятия и климатической повестки.

В зависимости от основных источников опасности и характера воздействия среди климатических рисков выделены физические риски, связанные с увеличением повторяемости, интенсивности и продолжительности экстремальных погодных явлений и медленными

изменениями климата, риски перехода к низкоуглеродной экономике и риски природного капитала, обусловленные истощением как возобновляемых, так и невозобновляемых природных ресурсов. При анализе климатических факторов учитывались временные рамки воздействия – кратковременного или долговременного, а также уровень опасности, подверженности и уязвимости объекта воздействия.

Основные преимущества разработанной классификации связаны с принципами непересекаемости (независимости) и достаточности (включение признаков, охватывающих всю организацию), реализуемыми при выборе фасетов, которые позволяют оперировать сразу с несколькими классификациями независимо от их смыслового содержания, а также при необходимости изменять содержание и число фасетов. Данный подход допускает количественные и качественные изменения в составе признаков в зависимости от поставленных задач, характеризуется простотой в использовании, позволяет автоматизировать процессы сбора, индексирования, хранения и поиска необходимых данных.

Предложенная классификация может использоваться российскими публичными компаниями на практике как самостоятельная структура, так и в качестве дополнения к уже имеющейся системе управления рисками.

ГЛАВА 3. ОЦЕНКА, АНАЛИЗ И МЕРЫ ПО СНИЖЕНИЮ КЛИМАТИЧЕСКИХ РИСКОВ

3.1. Оценка климатических рисков в краткосрочной перспективе

Количественная и качественная адекватная оценка климатических рисков играет важную роль не только для выработки корпоративной стратегии и тактики ведения бизнеса, но также для кредиторов и инвесторов, имеющих дело не с отраслями экономики, а с конкретными компаниями. В соответствии с концепцией МГЭИК климатический риск является функцией опасности, подверженности и уязвимости, то есть «оценка климатических рисков предполагает выявление опасных климатических факторов для объекта воздействия, его подверженности этим факторам и уязвимости к ним»⁴⁵.

Основная задача, в решении которой важную роль играют экспертное сообщество и руководство предприятия, заключается в идентификации климатических факторов и основных каналов их воздействия на активы и стратегические цели компании. Цепочки воздействия объединяют компоненты риска (опасность, подверженность, уязвимость) и основные факторы для каждого из них. Так, например, источником опасности для экономической деятельности предприятия могут быть экстремально высокие и (или) низкие температуры воздуха, дефицит и/или избыток осадков, сильный ветер и другие экстремальные явления. Компонент «подверженность» состоит из одного или нескольких факторов подверженности (персонал, бизнес-активы).

Факторы, связанные с уязвимостью компании, помимо чувствительности включают в том числе способность справляться с климатическими проблемами (мониторинг состояния и своевременный ремонт, наличие ресурсов для покрытия ущерба, резервирование электроснабжения и т.д.). Рассматриваются также промежуточные воздействия, которые не являются компонентами риска, но позволяют полностью проследить процесс климатического воздействия и выявить соответствующую цепочку причинно-следственных связей. В отличие от климатического сигнала, на промежуточное воздействие можно повлиять адаптационными мерами и (или) мерами смягчения последствий (например, модернизация оборудования, инфраструктуры, обучение персонала и т.д.). На Рисунке 3.1 приводится общая схема климатического воздействия на предприятие с указанием промежуточных цепочек, позволяющих объяснить причинно-следственные связи между климатическим воздействием и экономикой предприятия. Схема воздействия не является консервативной, поскольку могут появиться новые риски и цепочки воздействия.

⁴⁵ Приказ Министерства экономического развития РФ от 13 мая 2021 г. № 267 «Об утверждении методических рекомендаций и показателей по вопросам адаптации к изменениям климата» [Электронный ресурс] // URL: <https://garant.ru/products/ipo/prime/doc/400673304/?ysclid=m0qxlhgsv8639294715>



Рисунок 3.1 – Структура и ключевые компоненты цепочки воздействия климата на предприятие

Источник: составлено автором на основе Руководства по оценке климатических рисков для адаптации на основе экосистем⁴⁶.

Оценка основных компонентов риска производится на основе результатов классификации, определяющих три основные категории климатических рисков, а именно: физические риски, связанные с экстремальными погодными явлениями, физические риски, связанные с медленными изменениями климата, и риски перехода к низкоуглеродной экономике. **В краткосрочной перспективе оценка опасности, связанной с экстремальными явлениями,** может основываться на исторических метеорологических данных и (или) результатах метеорологических прогнозов. Индикаторами риска могут служить конкретные климатические показатели, локализованные для территории присутствия предприятия. В качестве ключевых показателей рекомендуется использовать рекомендованные ВМО климатические индексы (Хлебникова и др., 2012; European Environmental Agency, 2008).

В данной работе для расчетов рекомендованных ВМО климатических индексов (Рисунок 3.2) использовались архивы Всероссийского научно-исследовательского института гидрометеорологической информации – Мирового Центра Данных (ВНИИГМИ-МЦД) средних суточных значений температуры воздуха и суточных сумм осадков для 236 станций,

⁴⁶ Оценка климатических рисков для адаптации на основе экосистем. Руководство для специалистов по планированию и практиков. – Бонн: GIZ, 2018. – 120 с.

расположенных на территории постсоветского пространства (1961–2020 гг.)⁴⁷. Расчеты проводились с использованием специализированного пакета R-project Climdex.org⁴⁸.

Индекс	Определение
SU25	Число дней в году с максимальной температурой TX > 25 °С
ID	Число дней в году с максимальной температурой TX < 0 °С
WSDI	Волны тепла: число дней в рассматриваемом периоде, когда по меньшей мере в течение пяти последовательных дней TX > 90-го перцентиля
CSDI	Волны холода: число дней в рассматриваемом периоде, когда по меньшей мере в течение пяти последовательных дней TN (минимальная температура) < 10-го перцентиля
R10	Число дней, когда суточные суммы осадков > 10 мм
R20	Число дней, когда суточные суммы осадков > 20 мм
CDD	Максимальная продолжительность непрерывного сухого периода, когда суточные суммы осадков < 1 мм
CWD	Максимальная продолжительность непрерывного влажного периода, когда суточные суммы осадков ≥ 1 мм

Рисунок 3.2– Рекомендованные ВМО климатические индексы (SU25, WSDI, CSDI, ID, CDD, CWD, R10 и R20), характеризующие экстремумы температуры и осадков (в днях)

Источник: составлено автором на основе рекомендаций ВМО.

Анализ многолетних рядов (1961–2020 гг., 60 случаев) климатических индексов, характеризующих температурный режим, проводился с использованием непараметрического теста Манна – Кендалла, определяющего наличие или отсутствие тренда на рангах данных (Руководство по гидрологической практике, 2011; Kunpeng et al., 2013). Нулевая гипотеза Ну заключалась в предположении, что выборка независимая, хронологически упорядоченная и однозначно распределена. Критическое значение U при p -value = 0,05 (95% доверительной вероятности) равно 1,96. В том случае, если эмпирическое значение критерия $U > 1,96$ ($U < -1,96$), нулевая гипотеза отвергалась, и положительный (отрицательный) тренд считался статистически значимым.

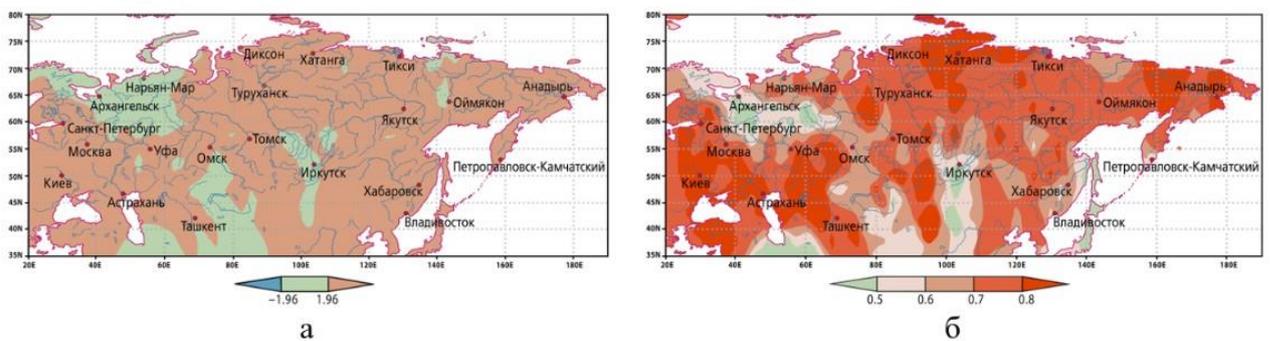
Для получения вероятностных характеристик опасности, связанной с реализацией температурных экстремумов, рассчитывались оценки повторяемости (вероятности)

⁴⁷ Федеральная служба по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды. ВНИИГМИ-МЦД [Электронный ресурс] // URL: <http://meteo.ru/data/>

⁴⁸ www.climdex.org

превышения (для индексов WSDI и SU25) и не превышения (для индексов CSDI и ID) норм 1961–1990 гг. в течение последних 30 лет (1991–2020 гг.). На Рисунке 3.3 приводятся карты пространственного распределения критерия U (левая панель) и вероятностных характеристик опасности (правая панель) для индексов WSDI, CSDI, SU25 и ID. Анализ пространственного распределения критерия Манна – Кендалла U для индекса WSDI (волны тепла) (Рисунок 3.3а) показывает, что на большей части территории постсоветского пространства, за исключением северо-востока Европейской России, юга Западной Сибири и востока Казахстана, тренд, связанный с увеличением продолжительности волн тепла, является статистически значимым (значения $U > 1,96$). Анализ пространственного распределения вероятностных характеристик опасности, связанной с волнами тепла (Рисунок 3.3б), позволяет выделить запад и юг Европейской России, запад Казахстана и Узбекистана, Восточную Сибирь, отдельные районы Якутии и Чукотки, где вероятности увеличения продолжительности волн тепла достигают критического уровня (0,8–0,9). При этом на юго-западе европейской территории, юге Восточной Сибири, в отдельных районах Якутии и Чукотки увеличивается не только продолжительность, но и интенсивность (с точки зрения параметра SU25) волн тепла (Рисунки 3.3в и 3.3г).

В арктических регионах Сибири и Дальнего Востока следствием глобального потепления климата является не только увеличение продолжительности и интенсивности волн тепла, но и уменьшение продолжительности волн холода (индекс CSDI) (Рисунки 3.3д и 3.3е). Статистически значимая тенденция уменьшения продолжительности безморозного периода (1961–2020 гг.) прослеживается практически на всей территории за исключением Казахстана и юга Западной Сибири (Рисунки 3.3ж и 3.3з). Анализ полученных распределений позволяет выделить наиболее уязвимые к изменению экстремальных характеристик температурного режима регионы (южные, юго-западные районы Европейской России, а также северные территории Сибири и Дальнего Востока).



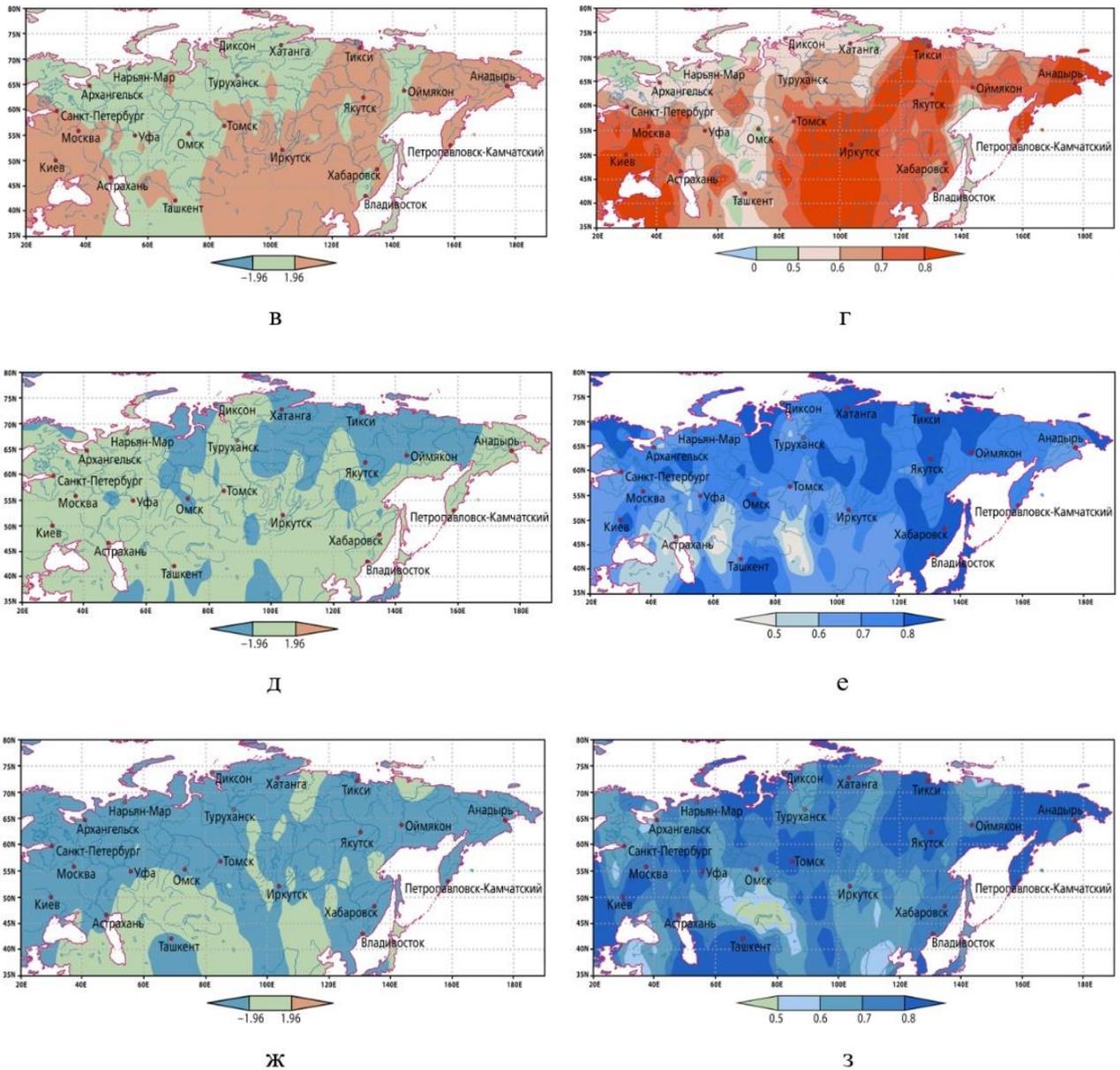


Рисунок 3.3 – Карты пространственного распределения критерия U для индексов: WSDI (а), SU25 (в), CSDI (д) и ID (ж), а также вероятностных характеристик опасности, идентифицированной индексами: WSDI (б), SU25 (г), CSDI (е) и ID (з)

Источник: разработано автором на основе данных ФГБУ «ВНИИГМИ-МЦД»⁴⁹.

Анализ изменчивости осадков был выполнен на основе квартильного анализа как одного из возможных непараметрических (не требующих гипотез о виде распределения) способов фильтрации выбросов и экстремальных величин. Результаты статистического анализа представлялись в виде графиков, выполненных отдельно для двух временных периодов: 1961–1990 гг. (30 случаев) и 1991–2020 гг. (30 случаев) для индексов, характеризующих режим увлажнения на каждой из 236 станций (Рисунок 3.4). Выявлены основные

⁴⁹ <http://meteo.ru/data/>

преобладающие тенденции в изменениях режима увлажнения, связанные с увеличением продолжительности и интенсивности осадков на территории постсоветского пространства. И только южные регионы Европейской территории России оказались в зоне возрастания опасности, связанной с засухами.

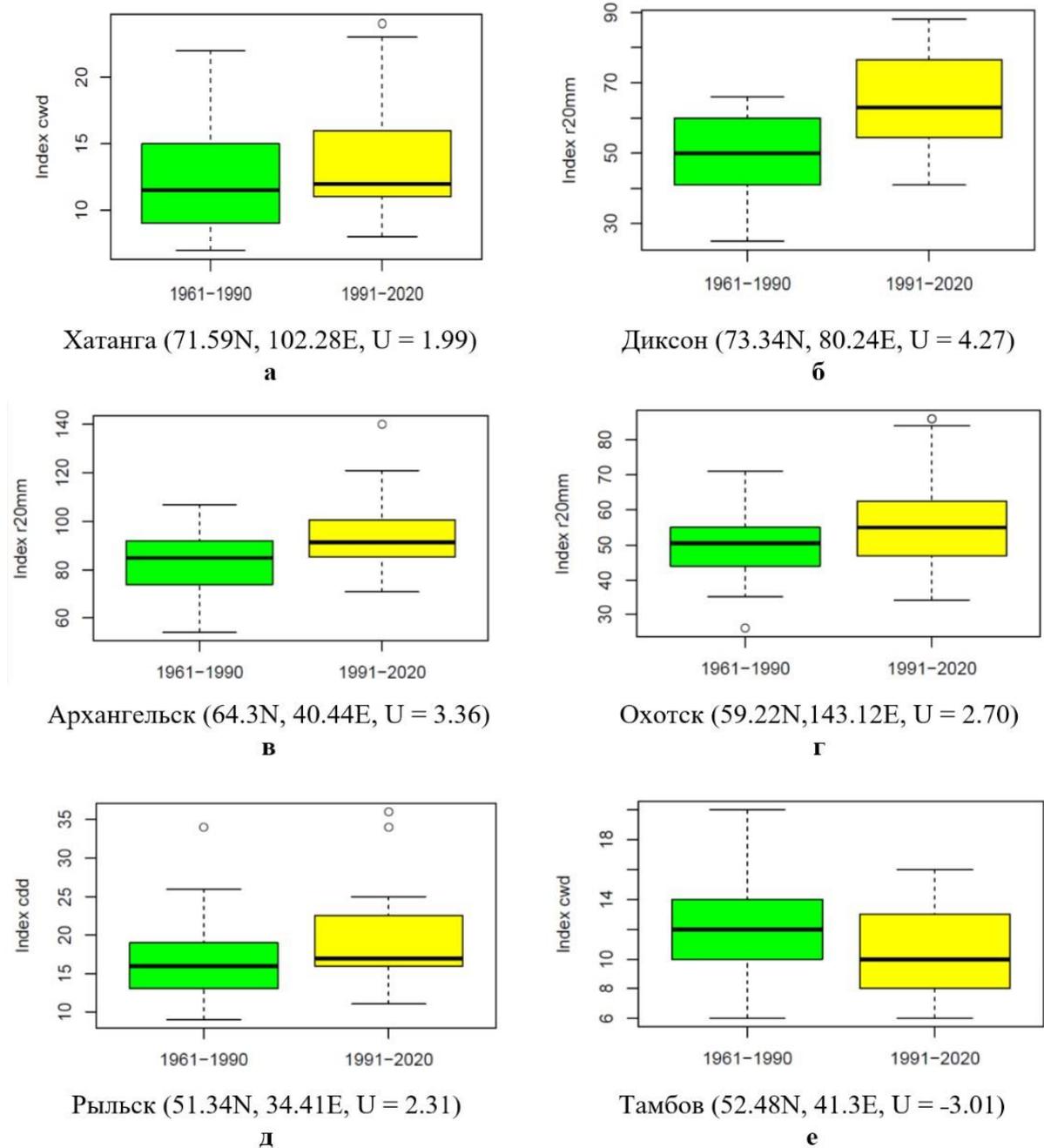


Рисунок 3.4 – Квартильный анализ климатических индексов, характеризующих осадки на станциях, выполненный для двух периодов: 1961–1990 гг. и 1990–2020 гг. (30 случаев). При $U \geq 1,96$ и $U \leq -1,96$ различия статистически значимы (доверительная вероятность 95%)

Источник: разработано автором на основе данных ФГБУ «ВНИИГМИ-МЦД»⁵⁰.

⁵⁰ www.meteo.ru/data/

На Рисунке 3.5 выделены регионы, для которых характерны наиболее значительные изменения повторяемости, интенсивности и продолжительности экстремальных явлений, идентифицированных с помощью климатических индексов. Уровень опасности определялся путем качественного анализа в зависимости от трендов климатических индексов, а также сопоставления их норм, рассчитанных для двух периодов: 1961–1990 гг. и 1991–2020 гг. Красным (зеленым) цветом выделены регионы с высоким (низким) уровнем потенциальной опасности. Положительные и отрицательные тренды температуры (осадков), характерные для каждого индекса, обозначены соответственно красным (зеленым) и синим (желтым) цветом. В зоне повышенной опасности, связанной с экстремальными значениями индексов, характеризующих температурный режим и осадки, оказались южные районы Европейской России, а также северные территории Сибири и Дальнего Востока. При этом площадь территории, находящейся в зоне потенциальной опасности, значительно превысила площадь индифферентной к изменениям индексов территории.

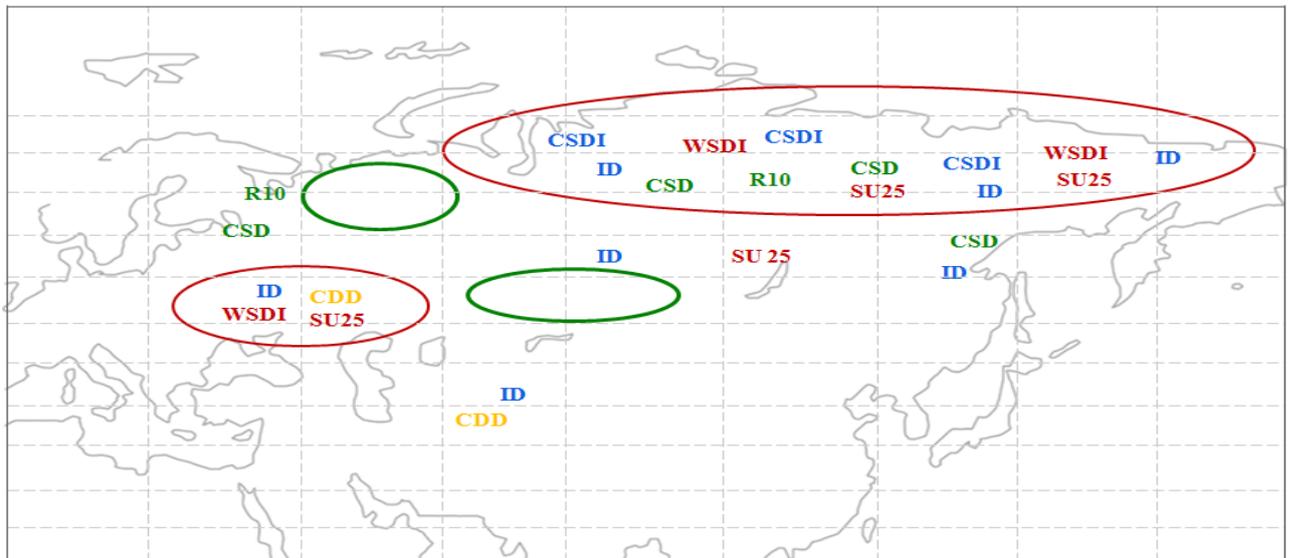


Рисунок 3.5 – Регионы на территории Российской Федерации с высоким (выделены красным цветом) и низким (выделены зеленым цветом) уровнем потенциальной опасности, связанной с увеличением повторяемости, интенсивности и продолжительности экстремальных явлений

Источник: разработано автором.

Важным моментом оценки климатического риска является выбор пороговых значений оцениваемого параметра, критичных для тех или иных объектов или видов деятельности предприятия, «превышение которых с высокой степенью вероятности (более 90%) приведет к потере работоспособности (прекращению нормального функционирования) или ликвидации объекта воздействия»⁵¹. Данные показатели должны определяться с учетом специфики

⁵¹ Приказ Министерства экономического развития РФ от 13 мая 2021 г. № 267 «Об утверждении методических рекомендаций и показателей по вопросам адаптации к изменениям климата» [Электронный ресурс] // URL: <https://garant.ru/products/ipo/prime/doc/400673304/?ysclid=m0qxlhgsv8639294715>

экономической деятельности предприятия и надежности используемого оборудования, зданий и сооружений. При этом можно воспользоваться рекомендациями Минэкономразвития, а также различными ведомственными актами (Кобышева и др., 2015).

Другими важными составляющими климатического риска являются **подверженность объекта климатическому воздействию и уязвимость**. В масштабах деятельности предприятия показателями подверженности могут служить бизнес-единицы (активы) и/или персонал компании, расположенные в зоне климатического воздействия и связанной с ним опасности (рассчитывается в процентах). **Уязвимость**, характеризующая возможный ответ предприятия на климатическое воздействие, определяется не только существованием опасности, но и другими, в том числе социально-экономическими факторами, включая превентивные мероприятия, страхование, эффективное управление рисками и другие.

В соответствии с рекомендациями Минэкономразвития показатель экономической уязвимости (ПЭУ) предприятия может рассчитываться по формуле:

$$\text{ПЭУ} = \frac{(Y - C)}{(P + B)}, \quad (2)$$

где Y – возможный ущерб в результате превышения пороговых значений климатического параметра, в состав которого входят: балансовая стоимость оборудования и инфраструктуры, уязвимых к климатическому воздействию; суммарные затраты, связанные с ликвидацией последствий в случае реализации климатического риска; неполученный доход и дополнительные расходы, обусловленные остановкой (приостановкой) производственной деятельности;

C – застрахованный ущерб в случае реализации климатического риска;

P – размер имеющихся резервов;

B – сумма годовой выручки.

В Таблице 3.1 приводится типовой перечень основных факторов и показателей по каждому компоненту риска (опасность, подверженность, уязвимость), который может корректироваться в зависимости от географической локации и специфики деятельности предприятия.

Таблица 3.1 – Типовой перечень основных факторов и показателей по каждому компоненту климатического риска (опасность, подверженность, уязвимость)

Компонент	Фактор	Показатель
Опасность (ретроспективный анализ)	Экстремально высокая температура воздуха	Индексы WSDI, SU25

Продолжение Таблицы 3.1

Компонент	Фактор	Показатель
	Экстремально низкая температура воздуха	Индексы ID, CSDI
	Осадки (избыток)	Индексы CWD, R10, R20
	Осадки (дефицит)	Индекс CDD
Подверженность	Работники предприятия	Количество работников на единицу производственной площади
	Имущество и здания, подверженные воздействию	Количество зданий, сооружений на единицу площади
	Критическая инфраструктура	Количество объектов критической инфраструктуры на единицу площади
Уязвимость	Оборудование и инфраструктура	Балансовая стоимость и стоимость суммарных затрат, необходимых для замены или ремонта (денежные единицы или %)
	Перерывы в работе (останов)	Неполученный доход и расходы, связанные с приостановлением производственной деятельности (денежные единицы или %)
	Повышение ресурсоемкости и/или снижение эффективности	Ущерб в % или в пересчете на восстановительную стоимость
	Потенциал адаптации	Застрахованный ущерб и другие защитные мероприятия (в % или в денежных единицах)
	Комплексная оценка	Отношение разницы между тремя первыми показателями и застрахованным ущербом к сумме размера имеющихся резервов и годовой выручки (в %)

Источник: составлено автором с учетом Методических рекомендаций и показателей по вопросам адаптации к изменениям климата⁵².

⁵² Приказ Министерства экономического развития РФ от 13 мая 2021 г. № 267 «Об утверждении методических рекомендаций и показателей по вопросам адаптации к изменениям климата» [Электронный ресурс] // URL: <https://garant.ru/products/ipo/prime/doc/400673304/?ysclid=m0qxlhgsv8639294715>

При наличии количественных оценок показателей различной размерности, например, опасности в днях, а уязвимости в рублях, значения показателя нормализуются в соответствии со стандартными правилами (Оценка климатических рисков, 2018).

Нормализованное значение x_{norm} :

$$x_{norm} = \frac{x_i - x_{min}}{x_{max} - x_{min}}, \quad (3)$$

где x_i – пороговое значение показателя;

x_{max} и x_{min} соответственно – максимальное и минимальное значения показателя.

Нормализация позволяет агрегировать отдельные показатели опасности, подверженности и уязвимости объекта в составной показатель, представляющий комплексную оценку риска. В зависимости от степени влияния, которая определяется на основе статистических оценок (например, с помощью факторного анализа, метода главных компонент и т.д.) или мнений экспертов, производится взвешивание показателей.

Составной показатель риска CI определяется следующим образом:

$$CI = \frac{\sum_{i=1}^N H_i * w_i + \sum_{j=1}^M E_j * p_j + \sum_{k=1}^A S_k * u_k - \sum_{l=1}^B C_l * d_l}{\sum_{i=1}^N w_i + \sum_{j=1}^M p_j + \sum_{k=1}^A u_k + \sum_{l=1}^B d_l}, \quad (4)$$

где H, S, E и C – показатели опасности, подверженности, уязвимости и адаптации;

w, p, u и d – соответствующие весовые коэффициенты;

N, M, A и B – число показателей опасности, подверженности, уязвимости и адаптации соответственно.

При этом реестр показателей опасности, подверженности и уязвимости предприятия к климатическим воздействиям должен быть достаточно полным для получения достоверных оценок составных показателей риска. Общая схема агрегирования показателей представлена на Рисунке 3.6.

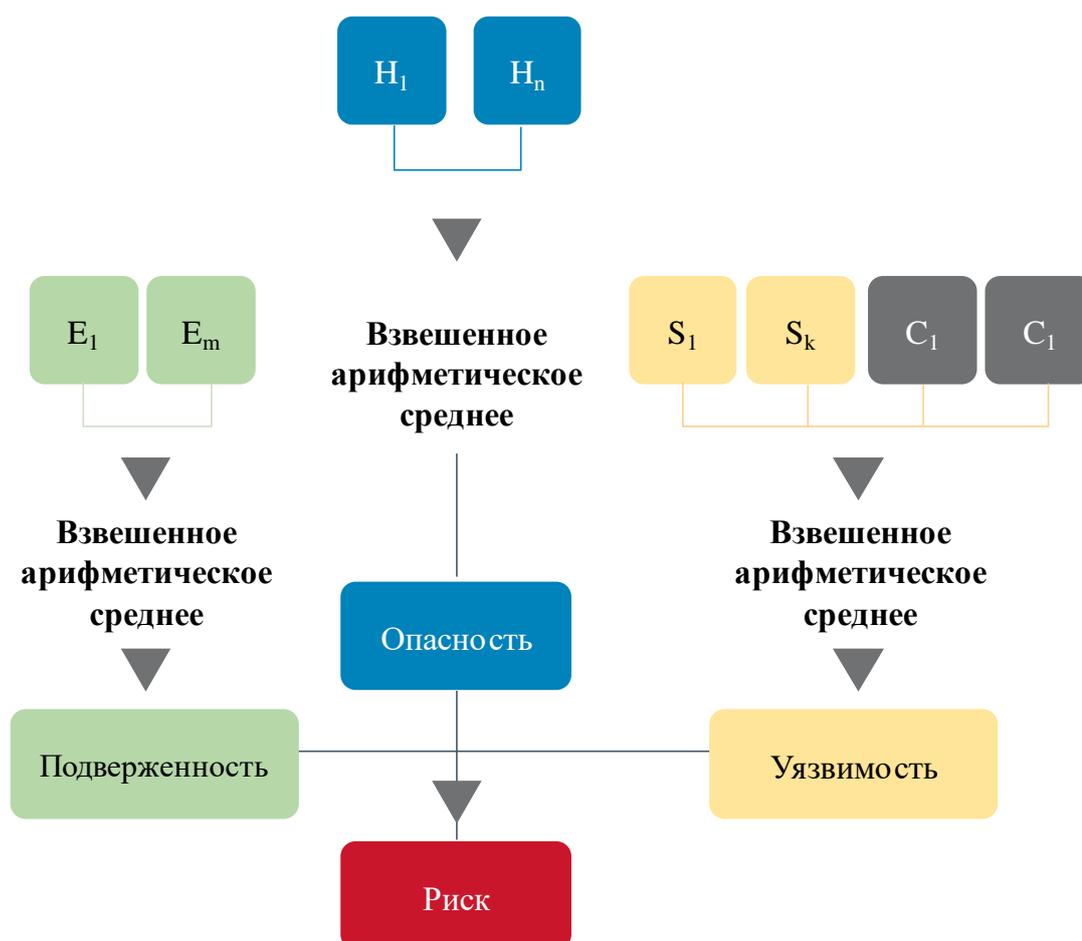


Рисунок 3.6 – Общая схема агрегирования показателей опасности подверженности и уязвимости предприятия к климатическому воздействию с использованием весовых коэффициентов

Источник: составлено автором на основе Руководства по оценке климатических рисков для адаптации на основе экосистем.

Показатели, по которым отсутствуют данные в метрической шкале измерений, могут оцениваться на основе мнений экспертов и менеджмента предприятия в ранговой шкале, например, с помощью пятиклассной системы оценок (Таблица 3.2). Для перехода от специализированных климатических показателей к нормативным параметрам могут использоваться указания, таблицы и формулы из соответствующих нормативных документов (например, Строительные нормы и правила, СНиП, Правила устройства энергооборудования, ПУЭ, Правила и нормы по атомной энергетике, ПНАЭ), а также внутренние документы организации, регламентирующие деятельность по управлению рисками.

Таблица 3.2 – Оценки рисков для переменных с ранговой шкалой

Категория (класс)	Классовое метрическое значение	Потенциальный риск
1	0,1	Очень низкий
2	0,3	Низкий
3	0,5	Средний
4	0,7	Высокий
5	0,9	Очень высокий

Источник: составлено автором.

В наиболее общем виде качественная (балльная) оценка вероятности реализации риска может быть определена методом экспертных оценок с учетом отраслевой специфики и особенностей географического региона деятельности предприятия. При этом очень высокий уровень риска может означать катастрофические последствия для деятельности организации, ее репутации и непрерывности бизнеса. Превышая установленный организацией допустимый уровень, он требует немедленных комплексных действий для своего снижения. Высокий уровень риска ассоциируется с серьезными, но не катастрофическими для организации последствиями. Для его снижения требуются немедленные действия и наличие соответствующего плана. Средний (умеренный) уровень риска означает умеренное влияние климатического воздействия на повседневную деятельность организации. Могут потребоваться отдельные действия для устранения риска и его последствий, а также разработка плана действий. Необходим также регулярный мониторинг уровня риска. Низкий уровень риска соответствует незначительным для организации последствиям. Он не требует немедленных действий, но нуждается в разработке плана возможных в случае его реализации действий. Уровень риска следует периодически контролировать. Очень низкий уровень означает незначительное воздействие, организация может не предпринимать никаких действий для устранения риска. Уровень риска необходимо время от времени пересматривать.

На Рисунке 3.7 в качестве иллюстративного примера приводится матрица рисков, составленная для объектов нефтегазовой отрасли, расположенных на территории Томской области. С учетом специфики климатических условий на территории региона выделены риски, связанные с экстремальными и опасными погодными явлениями (гроза; туман; число дней в году с температурой выше +25 °С и ниже -25 °С; «сильный продолжительный мороз», когда минимальная температура -40 °С и ниже в течение 3 суток и более; «аномально холодная погода при сильном ветре», когда минимальная температура -35 °С и ниже в течение 5 суток

и более при ветре с порывами больше 15 м/с; скользкость дорожного покрытия) и медленными изменениями климата (многолетняя мерзлота; наводнения и паводки; дефицит водных ресурсов; лесные пожары). Уровень риска определяется на основе экспертных суждений с учетом повторяемости и масштабов опасных явлений, продолжительности их воздействия, подверженности и уязвимости реципиентов. Реципиентами рисков служат технические объекты, рассматриваемые 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; использования зеленых технологий).

Т-температура воздуха в °С; V- скорость ветра в м/с	Факторы риска										
	Опасные и неблагоприятные метеорологические явления							Медленные изменения климата			
Реципиент (объект, процесс)	Гроза	Туман	T ≥ 25 °С	T ≤ -25 °С	T ≤ -40 °С T ≤ -30 °С (≥3-5 дней)	T ≤ -25 °С Ветер V ≥ 15 м/с	Скольз- кость дорожного покрытия	Многолет- няя мерзлота	Наводнения и паводки	Дефицит водных ресурсов	Лесные пожары
Разведка и разработка месторождений (строит-во, буровые установки и т.д.)	Высокий	Низкий	Высокий	Высокий	Высокий	Умеренный	Низкий	Высокий	Умеренный	Умеренный	Высокий
Проектирование и эксплуатация трубопроводов (подводящих, магистральных)	Умеренный	Низкий	Высокий	Высокий	Высокий	Низкий	Низкий	Высокий	Умеренный	Низкий	Высокий
Вспомогательные и жилые строения, станции, установки, жилые здания и т.д.	Высокий	Низкий	Высокий	Высокий	Высокий	Низкий	Очень низкий	Высокий	Умеренный	Умеренный	Высокий
Доставка грузов и оборудования (автомобильный, ж.д. и др. виды транспорта)	Умеренный	Умеренный	Умеренный	Высокий	Высокий	Низкий	Высокий	Высокий	Умеренный	Умеренный	Высокий
Экологичные технологии (рекультивация земель)	Низкий	Очень низкий	Низкий	Умеренный	Умеренный	Низкий	Низкий	Умеренный	Умеренный	Умеренный	Высокий

Потенциальный риск:  Очень низкий  Низкий  Умеренный  Высокий  Очень высокий

Рисунок 3.7 – Пример стандартной матрицы, построенной для объектов нефтегазовой отрасли, расположенных на территории Томской области

Источник: разработано автором с учетом данных метеорологических наблюдений, результатов гидродинамического моделирования, материалов климатических справочников, а также других источников общего характера.

Оценка рисков переходного периода является более сложной задачей по сравнению с оценкой физических рисков, т.к. требует дополнительной информации в контексте социальных и экономических последствий изменений климата не только в масштабах предприятия, но и глобальной экономики и экономики страны в целом. При наличии необходимой информации оценки рисков переходного периода могут рассчитываться по аналогии с физическими рисками. В Таблице 3.3 приводится типовой перечень показателей по каждому компоненту риска переходного периода (опасность, подверженность, уязвимость), разработанный с учетом регламентированных требований международных и отечественных стандартов. Данная таблица может модифицироваться и дополняться в зависимости от специфики деятельности предприятия и фактических (прогностических) социально-экономических условий. Для расчета количественной оценки составного показателя риска *CI* можно воспользоваться представленной выше формулой (4).

Таблица 3.3 – Типовой перечень факторов и показателей по каждому компоненту риска переходного периода (опасность, подверженность, уязвимость)

Компонент	Фактор	Показатель
Опасность (ретроспективный анализ и социально-экономические сценарии)	Эмиссия парниковых газов	Валовые выбросы (сфера охвата 1 ⁵³ – прямые выбросы ПГ, которые выбрасываются из источников, принадлежащих предприятию), в тыс. куб. м (М ³), процент (%)
	Водные ресурсы	Общий забор пресной воды, общий объем потребляемой пресной воды, процентное отношение каждого показателя в регионах с высоким или чрезвычайно высоким дефицитом водных ресурсов в тыс. куб. метров (м ³)
Подверженность	Работники предприятия	Количество работников на единицу производственной площади
	Активы предприятия	Доля активов, подверженных опасностям, связанным с изменением климата (в %)
Уязвимость	Ресурсы	Чувствительность уровней запасов углеводородов к прогнозу цен будущих сценариев, которые учитывают цену на выбросы углерода (млн баррелей, мега-стандартные кубические метры (МСм ³))
		Расчетные выбросы двуокиси углерода, заключенные в достоверных запасах углеводородов (метрические тонны (т) CO ₂ -экв.)
	Капитальные затраты	Сумма инвестиций в возобновляемые источники энергии, доход, полученный от продажи возобновляемой энергии (денежные единицы, отчетная валюта)

⁵³ Сфера охвата 1 – прямые выбросы ПГ, которые выбрасываются из источников, принадлежащих отчитывающемуся субъекту или контролируемых им.

Продолжение Таблицы 3.3

Компонент	Фактор	Показатель
Уязвимость	Топливо	Общее потребление топлива, процент возобновляемых источников, процент использования в: (1) дорожном оборудовании и транспортных средствах и (2) внедорожном оборудовании (гигаджоули, ГДж, процент, %)
	Спецификация продукция	Общий рынок и доля рынка современных видов продукции (отчетная валюта, процент, %)
	Новые возможности и потенциал адаптации	Изменение страховых премий Выпуск продукции с более низким уровнем выбросов углекислого газа Строительство в соответствии с экологическими стандартами Инвестиции в научно-исследовательскую деятельность Инвестиции в меры по адаптации к климату (например, оздоровление почвы, ирригация, технологии) (в денежном выражении или в %)

Источник: разработано автором с учетом Стандарта раскрытия информации в области устойчивого развития. Раскрытие информации, связанной с климатом (июнь 2023 г.)⁵⁴.

Результаты оценки рисков являются основой для их ранжирования. Используя полученные оценки опасности, подверженности и уязвимости предприятия, можно воспользоваться следующей схемой для наглядного описания возможности возникновения и роли риска в экономической деятельности компании.

1. Представить наглядное описание полученных оценок опасности (Таблица 3.4).

Таблица 3.4 – Ранговая оценка возможного возникновения риска в зависимости от вероятности возникновения опасности

Ранг	Оценка	Описание
1	Редкий	P (меньше 0,05) вероятность
2	Маловероятный	P (0,05–0,20) вероятность
3	Возможный	P (0,20–0,50) вероятность
4	Вероятный	P (0,50–0,80) вероятность
5	Почти достоверный	P (больше 0,80) вероятность

Источник: составлено автором.

⁵⁴ IFRS S2. IFRS® Sustainability Disclosure Standard. Climate-related Disclosures. June 2023. [Электронный ресурс] // URL: <https://ifrs.org/issued-standards/ifrs-sustainability-standards-navigator/ifrs-s2-climate-related-disclosures/>

2. Описать влияние риска на предприятие с учетом оценок уязвимости и подверженности (Таблица 3.5).

Таблица 3.5 – Воздействие риска на предприятие

Ранг	Оценка
1	Незначительное
2	Второстепенное
3	Умеренное
4	Значительное
5	Катастрофическое

Источник: составлено автором.

3. Определить первоначальный статус риска, используя в качестве первой оценки воздействие, в качестве второй – вероятность реализации опасности (Таблица 3.6).

Таблица 3.6 – Статус риска в экономической деятельности предприятия

Статус риска	Оценка (воздействие/вероятность)
Очень высокий	5/5, 5/4, 4/5
Высокий	5/3, 3/5, 4/4, 4/3
Умеренный	5/2, 4/2, 3/2, 3/3, 2/3, 2/4, 2/5
Низкий	5/1, 4/1, 2/2, 1/4, 1/5
Очень низкий	3/1, 2/1, 1/1, 1/2, 1/3

Источник: составлено автором.

Владельцы риска и руководитель организации должны использовать данные оценки для определения, является ли текущее положение вещей или воздействие на риск достаточным или требует повышенного внимания: например, является ли приемлемым «умеренный» или «низкий» статус риска? Если остаточный риск после принятия мер со стороны руководства остается выше, чем риск-аппетит организации, то это указывает на необходимость дальнейших действий. Представляется целесообразным в дальнейшем исключать из рассмотрения риски «очень низкого» статуса.

3.2. Анализ социально-экономических сценариев

Наиболее предпочтительным методом оценки рисков в **среднесрочной и долгосрочной перспективе** в условиях неопределенности является сценарный анализ (Быков, 2015; Колесников, 2019). Международные и национальные стандарты, а также рекомендации Банка России ориентируют компании на использование анализа климатических сценариев для оценки своей устойчивости к изменению климата (например, IFRS S2, пункты B1–B18)⁵⁵. «Многие организации уже делают первые шаги на пути внутреннего применения климатических сценариев и их использования при оценке устойчивости корпоративных стратегий»⁵⁶. Межправительственной группой экспертов по изменению климата (МГЭИК) начиная с 90-х гг. XX века ведутся разработки различных сценариев антропогенного воздействия на климатическую систему Земли. Спектр этих сценариев весьма широк и постоянно обновляется, отражая наиболее важные изменения в науке и социально-экономическом развитии общества. Подробный анализ эволюции сценариев МГЭИК дается в (Girod et al., 2009; Семенов, 2022).

В рамках Шестого оценочного доклада МГЭИК (2015–2022 гг.) научным сообществом проведены работы по построению нового семейства сценариев общего пути социально-экономического развития (shared socio-economic pathways, SSP). Траектории этих сценариев начинаются в 2015 г. и различаются объемами эмиссий вследствие различий в социально-экономических допущениях, включая меры смягчения рисков (целенаправленное сокращение эмиссий парниковых газов).

На Рисунке 3.8 приводятся будущие глобальные антропогенные годовые эмиссии диоксида углерода (CO₂) (нетто-эмиссии), метана (CH₄), окиси азота (N₂O) и диоксида серы (SO₂) для пяти публичных сценариев: SSP1–1.9, SSP1–2.6, SSP2–4.5, SSP3–7.0 и SSP5–8.5 (IPCC, 2021). Сценарии SSP3–7.0 и SSP5–8.5 характеризуются очень высокими темпами роста эмиссии парниковых газов в XXI веке. В сценарии SSP2–4.5 темпы роста эмиссии CO₂ более умеренные, до середины века изменения практически отсутствуют. Сценарии SSP1–1.9 и SSP1–2.6 отличаются самыми низкими значениями выбросов парниковых газов при достижении нулевой отметки к 2050–2070 гг., а затем переходом к отрицательным значениям.

⁵⁵ IFRS S2. IFRS® Sustainability Disclosure Standard. Climate-related Disclosures. June 2023. [Электронный ресурс] // URL: <https://ifrs.org/issued-standards/ifrs-sustainability-standards-navigator/ifrs-s2-climate-related-disclosures/>

⁵⁶ Task Force on Climate-related Financial Disclosures. Guidance on Scenario Analysis for Non-Financial Companies (October 2020) [Электронный ресурс] // URL: <https://tcfhub.org/risk-management>

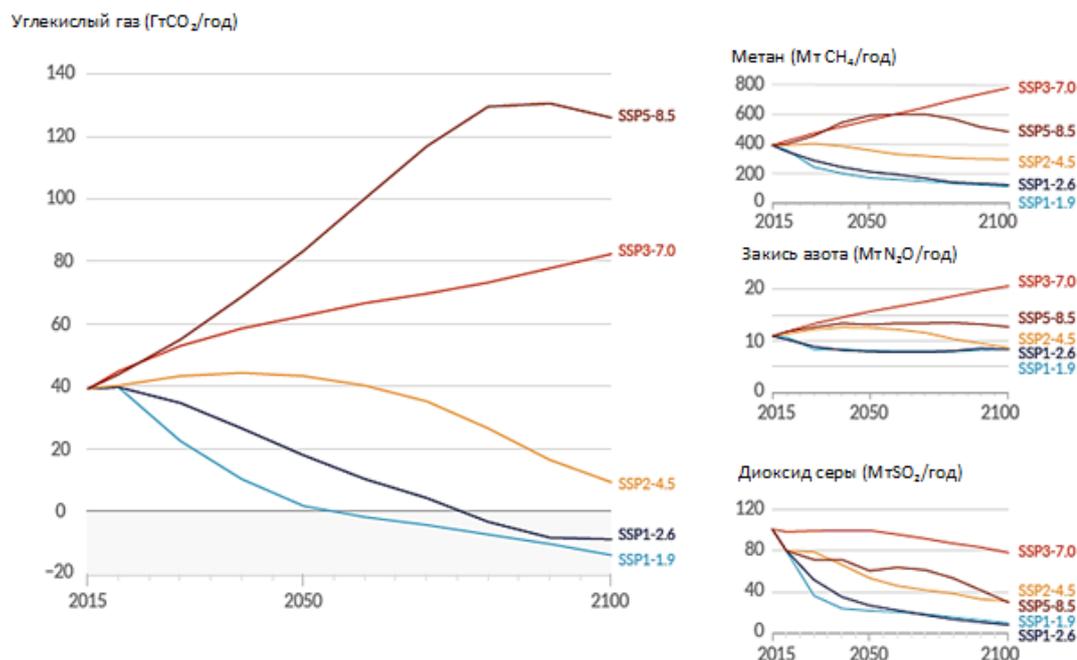


Рисунок 3.8 – Будущие глобальные антропогенные годовые эмиссии диоксида углерода CO_2 (нетто-эмиссии) (слева), метана CH_4 , окиси азота N_2O и диоксида серы SO_2 (справа) в рамках пяти публичных сценариев: SSP1–1.9, SSP1–2.6, SSP2–4.5, SSP3–7.0 и SSP5–8.5

Источник: МГЭИК, 2021: Резюме для руководителей. Вклад Рабочей группы I в шестой оценочный доклад Межправительственной группы экспертов по изменению климата⁵⁷.

С использованием климатических моделей проекта CMIP6 (Coupled Model Intercomparison Project, phase 6) для данных сценариев выполнены расчеты соответствующих траекторий климата. Согласно оценкам экспертов МГЭИК, в XXI веке глобальная температура воздуха будет повышаться при всех указанных выше сценариях (Рисунок 3.9). В зависимости от объема выбросов парниковых газов и аэрозолей в атмосферу по отношению к доиндустриальному периоду (1850–1900 гг.) оценки повышения глобальной температуры к 2100 г. составляют порядка 1,5 °C (SSP1–1.9), 1,7 °C (SSP1–2.6), 2,8 °C (SSP2–4.5), 4,0 °C (SSP3–7.0) и 4,7 °C (SSP5–8.5).

⁵⁷ IPCC, 2021: Summary for Policymakers. In: Climate Change 2021: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. p. 13. [Электронный ресурс] // URL: <http://hdl.handle.net/10204/12710>

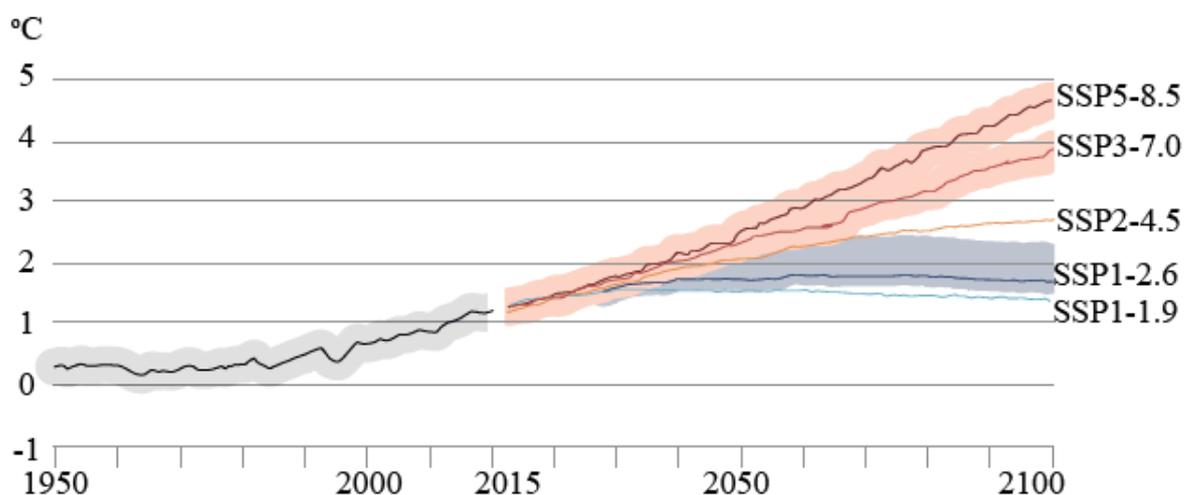


Рисунок 3.9 – Изменения глобальной средней температуры в приповерхностном слое по сравнению с уровнем 1850–1900 гг.

Источник: МГЭИК, 2021: Резюме для руководителей. Вклад Рабочей группы I в шестой оценочный доклад Межправительственной группы экспертов по изменению климата⁵⁸.

Таким образом, только сценарии SSP1–1.9 и SSP1–2.6 позволяют удержать в XXI веке рост глобальной температуры воздуха на уровне 1,5 °C и ниже 2 °C по отношению к доиндустриальному периоду, обеспечивая тем самым достижение целей Парижского соглашения по климату. Реализация данных сценариев предполагает существенные ограничения глобальной эмиссии парниковых газов и достижение нулевого уровня уже к середине XXI века. Данные расчетов параметров климата будущего, полученные с помощью глобальных климатических моделей с использованием сценариев SSP, имеются в открытом доступе и могут использоваться при проведении научных исследований.

В данной работе результаты гидродинамического моделирования климата, положенные в основу SSP-сценариев, использовались в целях **оценки опасности, связанной с медленными изменениями климата на территории Российской Федерации.**

На Рисунке 3.10 приводятся карты пространственного распределения аномалий среднегодовой температуры воздуха 20-летнего периода (2020–2049 гг.), рассчитанных по отношению к периоду 1955–1984 гг. для четырех публичных сценариев: SSP1–2.6, SSP2–4.5, SSP3–7.0 и SSP5–8.5. Как видно, даже в случае самого «мягкого» сценария SSP1–2.6 изменения температуры воздуха на территории России не укладываются в пределы 1,5 °C–2,0 °C, обозначенные в качестве цели в Парижском соглашении по климату. В зоне повышенного риска находятся предприятия, расположенные в северных регионах, где даже при реализации

⁵⁸ IPCC, 2021: Summary for Policymakers. In: Climate Change 2021: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. p. 22. [Электронный ресурс] // URL: <http://hdl.handle.net/10204/12710>

сценария SSP1–2.6 температура воздуха повысится на 3–4 °С, а сценария SSP5–8.5 – на 4–5 °С. Катастрофические изменения температурного режима ожидаются на акваториях арктических морей – на акватории Баренцева моря температура может повыситься на 5–6 °С.

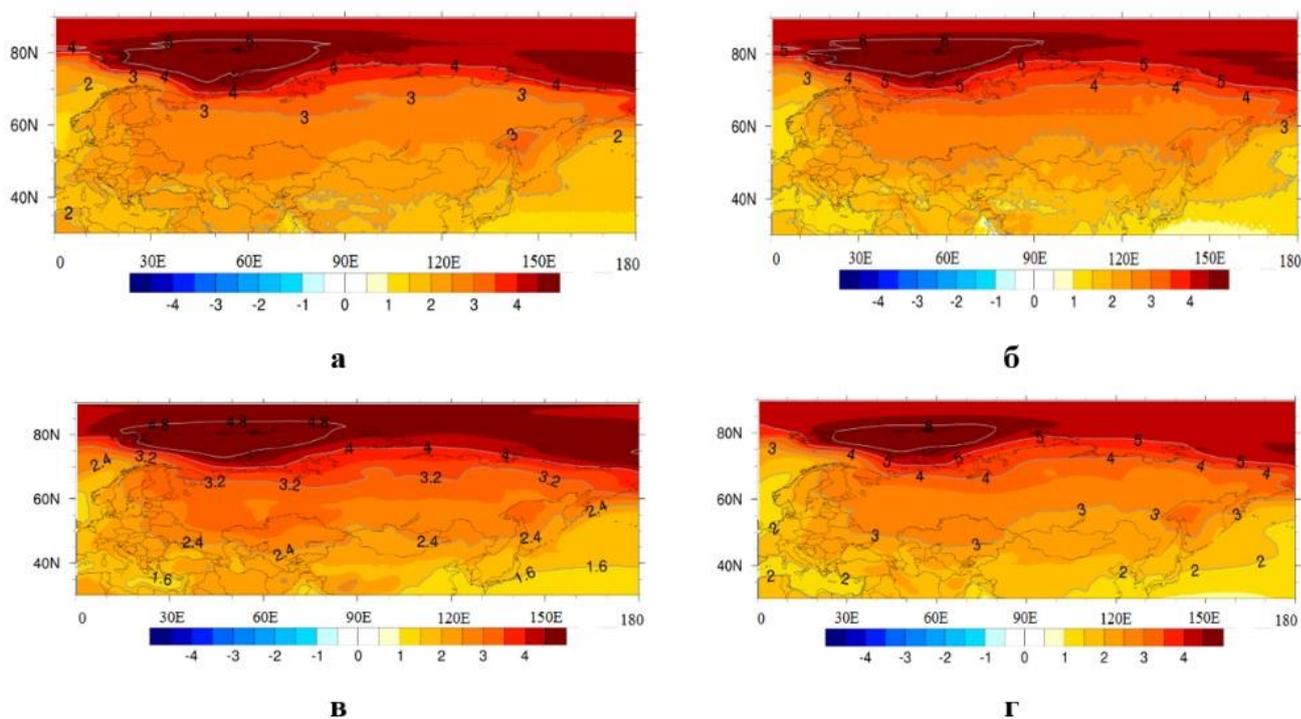


Рисунок 3.10 – Карты пространственного распределения аномалий средней годовой температуры воздуха (°С) 20-летнего периода (2020–2049 гг.), рассчитанных по отношению к периоду 1955–1984 гг. для четырех сценариев: а) SSP1–2.6, б) SSP2–4.5, в) SSP3–7.0, г) SSP5–8.5 (34 модели)

Источник: составлено автором по материалам Фазы 6 Проекта взаимного сравнения совместных моделей⁵⁹.

⁵⁹ CMIP6 – Coupled Model Intercomparison Project Phase 6 [Электронный ресурс] // URL: <https://pcmdi.llnl.gov/CMIP6/>

Значительные изменения на большей части территории России ожидаются и в режиме атмосферных осадков (Рисунок 3.11). При всех сценариях наиболее значительное увеличение количества осадков прогнозируется в Карелии, на севере Западной Сибири, северо-востоке Восточной Сибири, на большей части территории Дальнего Востока.

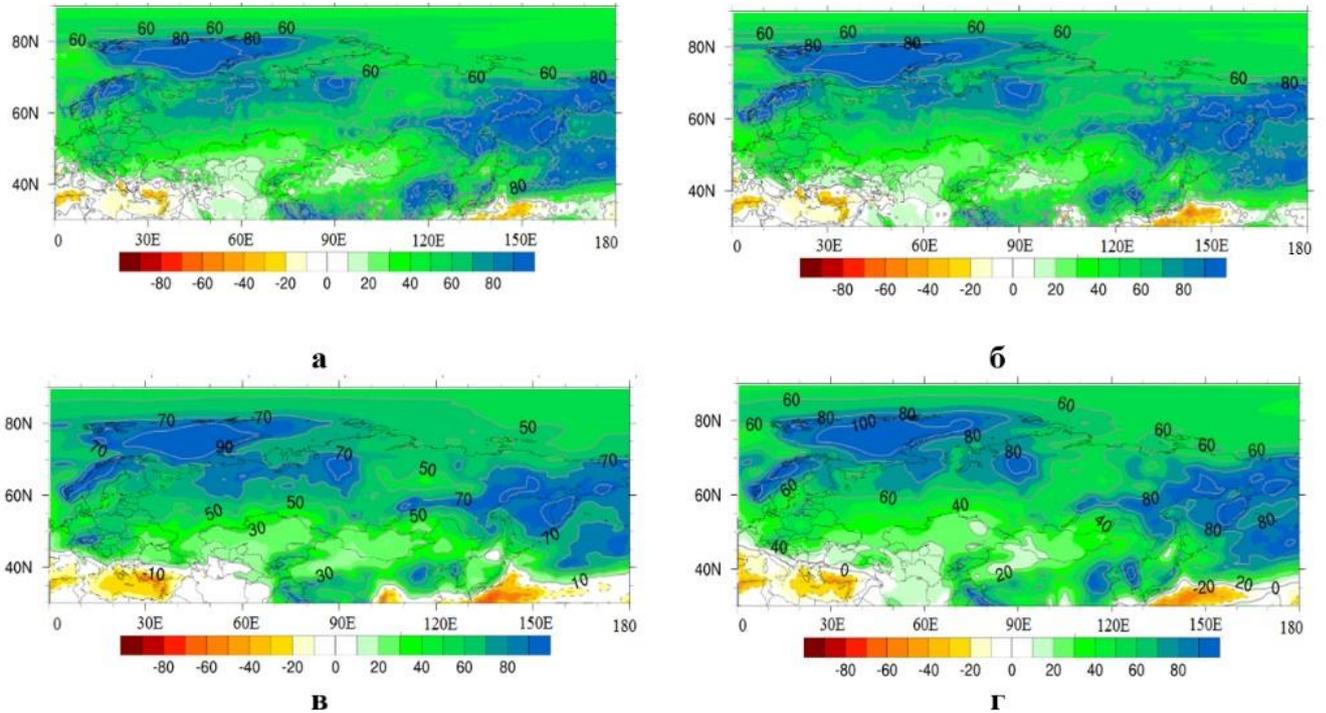


Рисунок 3.11 – Карты пространственного распределения аномалий среднегодового количества осадков (мм/год) 20-летнего периода (2020–2049 гг.), рассчитанных по отношению к периоду 1955–1984 гг. для четырех сценариев: а) SSP1–2.6, б) SSP2–4.5, в) SSP3–7.0, г) SSP5–8.5 (34 модели)

Источник: составлено автором по материалам Фазы 6 Проекта взаимного сравнения совместных моделей⁶⁰.

Медленные изменения климата проявляются на больших интервалах времени и имеют крупномасштабные последствия. Значительные положительные изменения средних годовых температур воздуха на севере несут с собой риски растепления многолетнемерзлых грунтов, сокращения площади и уменьшения концентрации (сплоченности) морского льда, повышения уровня Мирового океана, увеличения числа и площади лесных пожаров. В свою очередь, увеличение годовых сумм осадков может быть связано с увеличением числа циклонов и средней скорости приземного ветра, как следствие, – увеличение высоты снежного покрова, рост повторяемости и интенсификация наводнений. Подробный обзор сценариев SSP1–2.6, SSP2–4.5, SSP3–7.0 и SSP5–8.5 и связанных с ними последствий представлен на Рисунке 3.12.

⁶⁰ CMIP6 – Coupled Model Intercomparison Project Phase 6 [Электронный ресурс] // URL: <https://pcmdi.llnl.gov/CMIP6/>

Сценарии социально-экономического развития МГЭИК

Сценарий SSP1-2.6: устойчивое развитие	Повышение средней глобальной температуры к 2081-2100 г.: 1.3-2.2 °C	Глобальные эмиссии ПГ в 2050 г. (Мт CO ² -экв): 18 тыс. (-45% по сравнению с 2015 г.)	Экстремальные явления увеличение повторяемости (интенсивности) по температуре 2.8 (+1.2 °C)	Экстремальные явления увеличение повторяемости (интенсивности), осадки: 1.3 (6,7%)
Сценарий основывается на климатической политике, соответствующей Парижскому соглашению по климату, и может обеспечить устойчивое развитие и переход к низкоуглеродной экономике с нулевым уровнем выбросом парниковых газов во второй половине 21 века.				
Сценарий SSP2-4.5: промежуточный	Повышение средней глобальной температуры к 2081-2100 г.: 1.6-2.5 °C	Глобальные эмиссии ПГ в 2050 г. (Мт CO ² -экв): 42 тыс. (+5% по сравнению с 2015 г.)	Экстремальные явления увеличение повторяемости (интенсивности) по температуре 4.1 (+1.9 °C)	Экстремальные явления увеличение повторяемости (интенсивности), осадки: 1.5 (10,5%)
Продолжающиеся выбросы парниковых газов будут и дальше влиять на все основные компоненты климатической системы (атмосфера, океан, гидросфера, биосфера). Возрастут риски, связанные со здоровьем и жизнью человека, продовольственной безопасностью, исчезновением биоразнообразия, устойчивым экономическим ростом.				
Сценарий SSP3-7.0: высокий уровень антропогенного воздействия	Повышение средней глобальной температуры к 2081-2100 г.: 1.7-2.6 °C	Глобальные эмиссии ПГ в 2050 г. (Мт CO ² -экв): 60 тыс. (+50% по сравнению с 2015 г.)	Экстремальные явления увеличение повторяемости (интенсивности) по температуре 5.6 (+2.6 °C)	Экстремальные явления увеличение повторяемости (интенсивности), осадки: 1.7 (14,0%)
Сценарий SSP5-8.5: экстремально высокий уровень антропогенного воздействия	Повышение средней глобальной температуры к 2081-2100 г.: 1.9-3.0 °C	Глобальные эмиссии ПГ в 2050 г. (Мт CO ² -экв): 82 тыс. (+10% по сравнению с 2015 г.)	Экстремальные явления увеличение повторяемости (интенсивности) по температуре 9.4 (+5.1 °C)	Экстремальные явления увеличение повторяемости (интенсивности), осадки: 2.7 (30,2%)
Многие изменения в климатической системе в прямой зависимости от усиления глобального потепления станут масштабными и необратимыми в масштабах столетия или тысячелетия. С высокой степенью достоверности возрастет повторяемость и интенсивность экстремальных явлений, усилятся риски, связанные с таянием вечной мерзлоты и потерей сезонного снежного покрова, ледников, материкового льда и арктического морского льда.				

Рисунок 3.12 – Обзор SSP1–2.6, SSP2–4.5, SSP3–7.0 и SSP5–8.5 сценариев МГЭИК

Источник: составлено автором по данным МГЭИК, 2021: Резюме для руководителей. Вклад Рабочей группы I в шестой оценочный доклад Межправительственной группы экспертов по изменению климата⁶¹.

⁶¹ IPCC, 2021: Summary for Policymakers. In: Climate Change 2021: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. [Электронный ресурс] // URL: <http://hdl.handle.net/10204/12710>

С использованием ранговой шкалы с учетом изменений температуры воздуха и осадков выполнена оценка уровня риска на территории Российской Федерации (Таблица 3.7). Данная шкала использовалась в целях ранжирования субъектов Российской Федерации (89 регионов) в зависимости от опасности, связанной с медленными изменениями климата, для двух сценариев: самого «мягкого» SSP1–2.6 и самого «жесткого» SSP5–8.5 (Приложения А–Г). С точки температурного режима при усилении глобального потепления уровень опасности повысится практически во всех регионах Российской Федерации. Наиболее значительные изменения режима температуры и осадков ожидаются в Мурманской области, Ненецком автономном округе, а также на севере Западной Сибири и в Дальневосточном федеральном округе. В то же время на юге Европейской территории, где по фактическим данным за последние 30 лет наблюдений отмечается рост температуры воздуха и уменьшение количества осадков, уровень риска в связи с возрастанием количества осадков в долгосрочной перспективе может понизиться. Серьезными проблемами, связанными с избыточным увлажнением, потепление климата грозит восточным регионам России. Под угрозой затопления могут оказаться Иркутская область, Амурская область, Забайкальский край, Чукотка, Камчатка, Магаданская область, Якутия (восток) и Хабаровский край. Наименее подверженными климатическим рискам, как и в историческом ракурсе, в долгосрочной перспективе окажутся Новосибирская, Омская и Томская области, а также Республика Алтай.

Таблица 3.7 – Ранговая шкала для оценки рисков в зависимости от аномалии температуры воздуха и осадков

Категория (класс)	Температура (°С)	Осадки (мм/год)	Классовое метрическое значение	Потенциальный риск
1	< 1	0–20	0,1	Очень низкий
2	1–2	20–40	0,3	Низкий
3	2–3	40–60	0,5	Умеренный
4	3–4	60–80	0,7	Высокий
5	> 4	> 80	0,9	Очень высокий

Источник: составлено автором.

При анализе финансовой устойчивости организаций Банк России рекомендует⁶² проводить стресс-тестирование климатических рисков с использованием сценариев

⁶² «Стресс-тестирование переходных климатических рисков: предварительные оценки». Информационно-аналитический материал // Банк России. Москва, 2024 [Электронный ресурс] // URL: https://cbr.ru/Content/Document/File/158608/info_07022024.pdf

Сообщества центральных банков и надзорных органов по повышению экологичности финансовой системы (Network for Greening the Financial System, NGFS)⁶³. Сценарии NGFS исследуют последствия изменения климата и переходного периода с целью обеспечения различных финансовых и нефинансовых, в том числе правительственных, организаций общей справочной информацией. Предложен набор из семи сценариев, структура которых представлена на Рисунке 3.13.



Рисунок 3.13 – Сценарии Сообщества центральных банков и надзорных органов по повышению экологичности финансовой системы (Network for Greening the Financial System, NGFS)

Источник: переведено автором по материалам NGFS⁶⁴.

Выделяют:

- «Упорядоченные сценарии» характеризуются введением на ранней стадии и постепенным ужесточением климатической политики и регулирования, обеспечивающим низкий уровень как физических, так и переходных климатических рисков;

- «Беспорядочные сценарии» связаны с более высоким уровнем переходных рисков, обусловленным задержкой климатического регулирования, различающегося по странам и секторам экономики;

⁶³ Network for Greening the Financial System, NGFS [Электронный ресурс] // URL: <https://ngfs.net/ngfs-scenarios-portal/>

⁶⁴ <https://ngfs.net/ngfs-scenarios-portal/>

- «Тепличные сценарии» предполагают, что климатическое регулирование ограничится лишь некоторыми юрисдикциями, и глобальное потепление климата продолжится ускоренными темпами. Последствиями будут существенные физические риски, в том числе необратимые изменения (например, повышение уровня Мирового океана);

- Сценарии «слишком мало – слишком поздно» нацелены на поздний и беспорядочный переход к низкоуглеродному развитию, который может привести к значительным физическим и переходным рискам.

Сценарии NGFS предоставляют информацию относительно физических рисков и рисков перехода, а также связанных с ними экономических последствий. При проведении расчетов используются три модели комплексной оценки (REMIND-MAgPIE, GCAM и MESSAGEix-GLOBIOM), в которых учитываются параметры, характеризующие климатическую политику, а также основные экономические особенности переходного периода.

В Таблице 3.8 приводятся основные экономические показатели (2050 г./2020 г.) для четырех сценариев развития мировой экономики и экономики России до 2050 г., предложенных Сообществом центральных банков и надзорных органов по повышению экологичности финансовой системы. Рассматриваются следующие сценарии:

- Инерционный (Current Policies);
- Отложенный переход (Delayed transition);
- Потепление менее чем на 2 °C (Below 2 °C);
- Нулевые выбросы 2050 (Net Zero 2050).

Первый сценарий характеризуется климатической политикой, которая остается в рамках регулирования, принятого по состоянию на 2023 г. Остальные три сценария отличаются более активными мерами относительно перехода к низкоуглеродной экономике и являются в разной степени амбициозными по отношению к инерционному сценарию.

Таблица 3.8 – Сравнение климатических сценариев (2050 г. / 2020 г.) NGFS (модели GCAM 5.3+NGFS, REWIND-MAgPIE (только ВВП))

Показатели (2050 г. / 2020 г.)	Сценарии (2050 г.)			
	Инерционный (Current Policies)	Отложенный переход (Delayed transition)	Потепление менее чем на 2 °C (Below 2 °C)	Нулевые выбросы 2050 (Net Zero 2050)
Мир в целом				
Мировое потребление первичной энергии (ЭДж/год)	495 (+19%)	399 (-4%)	422 (+1.9%)	385 (-7%)

Продолжение Таблицы 3.8

Показатели (2050 г./2020 г.)	Сценарии (2050 г.)			
	Инерционный (Current Policies)	Отложенный переход (Delayed transition)	Потепление менее чем на 2 °С (Below 2 °С)	Нулевые выбросы 2050 (Net Zero 2050)
Эмиссии ПГ (Мт СО ₂ -экв.)	34 319 (-11%)	2 454 (-93%)	11 938 (-69%)	295 (-99%)
Народонаселение 7,740 млрд человек	9,402 млрд	9,402 млрд	9,402 млрд	9,402 млрд
Мировой ВВП в трлн долл. США (средний темп роста ВВП в год)	263 (3,9%)	251 (3,6%)	257 (3,7%)	249 (3,5%)
Цена на выбросы парниковых газов в 2050 г. за тонну СО ₂ экв. (долл. США)	1,3	494,71	248,06	627,08
Россия				
Эмиссии СО ₂ (Мт СО ₂ -экв.)	1 445 (-15%)	609 (-64%)	708 (-58%)	395 (-77%)
Население (144,27 млн человек в 2020 г.)	138,93 млн	138,93 млн	138,93 млн	138,93 млн
Средний темп роста реального ВВП (в год)	3,5%	3,0%	3,3%	3,0%

Источник: составлено автором на основе данных NGFS⁶⁵.

Динамика ВВП остается относительно стабильной при всех сценариях как на мировом, так и на региональных уровнях (при среднем приросте за год порядка 3–4%). Население планеты при всех сценариях должно увеличиться примерно на четверть – с 7,7 млрд человек в 2020 г. до 9,3 млрд в 2050 г., в России немного уменьшится – с 144 млн до 139 млн человек. В соответствии со всеми, кроме инерционного, сценариями ожидается значительное сокращение эмиссии парниковых газов (более чем на 90%), в России – лишь на 40–60% за счет сохранения относительно высокого уровня потребления нефти и газа. В рамках реализации сценариев низкоуглеродного развития важную роль играет введение платы за выбросы парниковых газов в виде системы торговли квотами и (или) углеродного налога. В долгосрочной перспективе система торговли квотами может стать серьезным стимулом для повышения энергоэффективности, в первую очередь применительно к наиболее

⁶⁵ NGFS Phase 3 Scenario Explorer [Электронный ресурс] // URL: <https://data.ece.iiasa.ac.at/ngfs-phase-3/>

углеродоемким отраслям. Во всех сценариях, за исключением инерционного, прогнозируется существенный рост цены на углерод к 2050 г. (более чем в 10 раз).

Уровень мирового потребления первичной энергии будет расти лишь при реализации инерционного сценария и сценария потепления климата менее чем на 2 °С. Для двух других сценариев уровень потребления, хотя и незначительно, понизится (на 4–7%). На Рисунке 3.14 представлена структура потребления первичных энергоресурсов в зависимости от климатических сценариев. В мировом потреблении энергии до 2050 г. заметного снижения суммарной доли нефти не ожидается – она остается на уровне не ниже 20% при всех рассмотренных сценариях. Доля газа повысится (до 28%) лишь при реализации инерционного сценария. Уголь, за исключением инерционного сценария, окончательно потеряет свои позиции (до 4–5%). Наиболее высокими темпами, как в силу удешевления технологий, так и повышения конкурентоспособности на фоне активной государственной поддержки, будут расти возобновляемые источники энергии (ВИЭ). К 2050 г. их доля, за исключением инерционного сценария, существенно повысится и составит более 50% мирового энергопотребления. В России, в отличие от мировой топливной корзины, заметного снижения доли газа, за исключением сценария «Нулевые выбросы 2050», не ожидается. Доля нефти повысится почти до 30%. Как и во всем мире, доля угля существенно уменьшится (до 1–2%). Повысится роль солнечной энергии и энергии ветра.

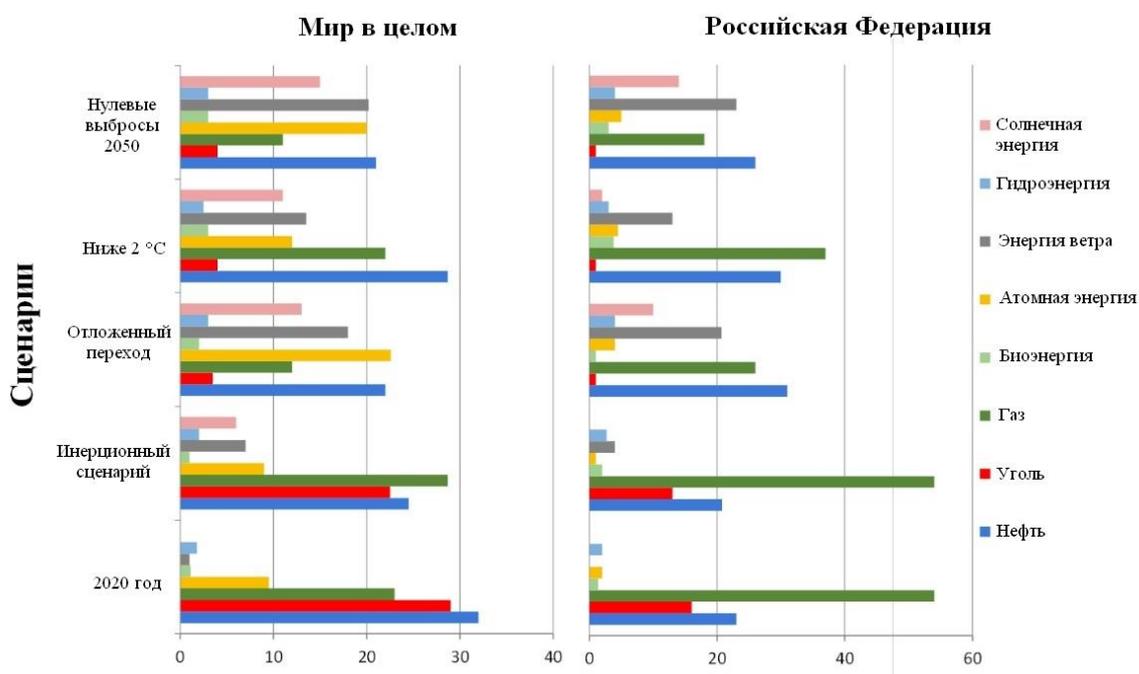


Рисунок 3.14 – Структура потребления первичных энергоресурсов в зависимости от климатических сценариев Сообщества центральных банков и надзорных органов по повышению экологичности финансовой системы (NGFS) (модели GCAM 5.3+NGFS) (2050 г./2020 г.)

Источник: составлено автором на основе данных NGFS⁶⁶.

⁶⁶ NGFS Phase 3 Scenario Explorer [Электронный ресурс] // URL: <https://data.ece.iiasa.ac.at/ngfs-phase-3/>

В Стратегии социально-экономического развития Российской Федерации с низким уровнем выбросов парниковых газов до 2050 года представлены два основных возможных сценария развития экономики Российской Федерации: инерционный и целевой (интенсивный)⁶⁷.

Сценарии содержат различные наборы мер, направленных на декарбонизацию российской экономики. В первом (втором) случае ожидается увеличение по отношению к 2020 г. ВВП на 83% (145%), инвестиций в основной капитал на 139% (254%), реальных денежных доходов населения на 147,2% (212,6%), срок достижения углеродной нейтральности не планируется (планируется к 2060 г.). В случае реализации инерционного сценария и сохранении темпов глобального потепления климата принимаемые государством и институциональными инвесторами меры по ограничению выбросов парниковых газов оказываются недостаточными для стимулирования компаний к переходу на низкоуглеродные технологии. Для организаций возрастают риски, связанные со снижением мирового спроса на углеводороды и углеродоемкие товары. Помимо замедленных темпов экономического роста инерционное развитие может привести к негативным последствиям для экосистем, здоровья и жизни людей, к утрате биоразнообразия.

Целевой (интенсивный) сценарий ассоциируется с конкурентоспособностью и устойчивым экономическим ростом Российской Федерации в условиях глобального перехода к низкоуглеродному развитию. При этом предполагаются структурные изменения экономики за счет увеличения доли энергоэффективных, высокотехнологичных и наукоемких отраслей. Декарбонизация экономики и экономический рост обеспечиваются реализацией мероприятий по повышению энергетической эффективности, развитию газовой генерации, атомных электростанций, гидроэлектростанций и возобновляемых источников энергии, переходу на наилучшие инновационные и климатически эффективные технологии. Важно отметить также планируемый рост поглощающей способности управляемых экосистем в лесном хозяйстве и землепользовании. При реализации данного сценария Россия планирует достичь углеродной нейтральности к 2060 году. Меры по сокращению выбросов парниковых газов в этом сценарии основаны на принципе самокупаемости. «Россия располагает значительным потенциалом снижения углеродоемкости экономики, включая максимизацию поглощающей способности природных экосистем, структурную трансформацию отраслей в сторону снижения нетто-эмиссии парниковых газов и повышения энергоэффективности всех сфер жизни» (Порфирьев, 2019).

⁶⁷ Распоряжение Правительства Российской Федерации от 29 октября 2021 г. № 3052-р. «О Стратегии социально-экономического развития Российской Федерации с низким уровнем выбросов парниковых газов до 2050 года» [Электронный ресурс] // URL: <https://docs.cntd.ru/document/726639341>

В работе (Порфирьев и др., 2020) с использованием макроструктурных моделей Института народнохозяйственного прогнозирования Российской академии наук (ИНП РАН) рассматриваются три сценария развития экономики России до 2050 г. (базовый, разумный и агрессивный). Влияние мероприятий по снижению выбросов парниковых газов на макроэкономические показатели определяется в контексте динамики инвестиций в основной капитал и ограничения на объем производства продукции. Базовый сценарий, основываясь на ресурсном потенциале России и технологическом импорте, не обеспечивает достижения целей Парижского соглашения по климату. В рамках разумного сценария осуществляются структурные преобразования экономики и технологическая модернизация, как следствие, – экономический рост, инновационный путь развития, достижение основных целей Парижского соглашения по климату и рост экономики России темпами не ниже среднемировых.

Агрессивный сценарий предполагает существенное ограничение роста глобальной температуры к концу XXI столетия (не более чем на 1,5 °С по сравнению с доиндустриальным периодом). Отмечаются как позитивные стороны, связанные с созданием стимулов для модернизации отечественной промышленности и повышения ее энергоэффективности, так и серьезные угрозы устойчивому долгосрочному социально-экономическому развитию страны вследствие вводимых ограничений. Причиной последних могут стать удорожание энергии и небеспримечательные затраты на осуществление мер по снижению выбросов парниковых газов и климатического регулирования. Долговременные тенденции развития мировой экономики и экономики России, представленные в сценариях, могут корректироваться с учетом особенностей текущей ситуации⁶⁸. Важное значение приобретает разработка механизмов реализации Стратегии на региональном уровне (Бобылев и др., 2024).

Анализ рассмотренных выше сценариев с большой долей вероятности позволяет идентифицировать в контексте низкоуглеродного развития экономики пять наиболее значимых для российских публичных компаний рисков на горизонте 2040–2050 гг., связанных:

- с углеродным регулированием (введением углеродных пошлин в США и ЕС, введением налога на эмиссию парниковых газов в РФ, ростом операционных расходов);
- с глобальным снижением уровня спроса на углеродоемкую продукцию (снижением доходов компаний);
- с ростом цены на углерод (ростом операционных расходов);
- с раскрытием информации о климате (репутацией и инвестиционной привлекательностью компании);

⁶⁸ Широков А.А. Как климатическая политика влияет на экономику? ИНП РАН, 2023 [Электронный ресурс] // URL: <https://ecfor.ru/publication/ekonomika-i-klimat/>

- с ростом повторяемости, интенсивности и продолжительности экстремальных погодных явлений и медленными изменениями климата (наводнения, засухи, таяние вечной мерзлоты и др.).

На Рисунке 3.15 представлены результаты анализа рисков в зависимости от отраслевой принадлежности компании, полученные на базе рассмотренных выше сценариев. Климатическое воздействие может оказаться существенным, в первую очередь – для энергетических и транспортных компаний, деятельность которых сопряжена со значительными объемами выбросов парниковых газов. В условиях существенных изменений структуры потребления первичных энергоресурсов, значительного увеличения доли возобновляемых источников энергии потребуются оперативная декарбонизация транспорта, модернизация теплоэлектростанций и инфраструктуры. Как результат – ухудшение финансовых показателей (доходы, прибыль, рентабельность и др.) российского энергетического и транспортного бизнеса. С большой вероятностью приоритетными рисками для производителей углеродоемкой продукции (цемент, удобрения, железо и сталь, алюминий, электроэнергия) могут стать риски, связанные с углеродным регулированием и ростом цены на углерод. Данные изменения могут обернуться серьезными финансовыми потерями для компаний черной металлургии и горной добычи (в первую очередь угольных компаний), а также производителей удобрений.

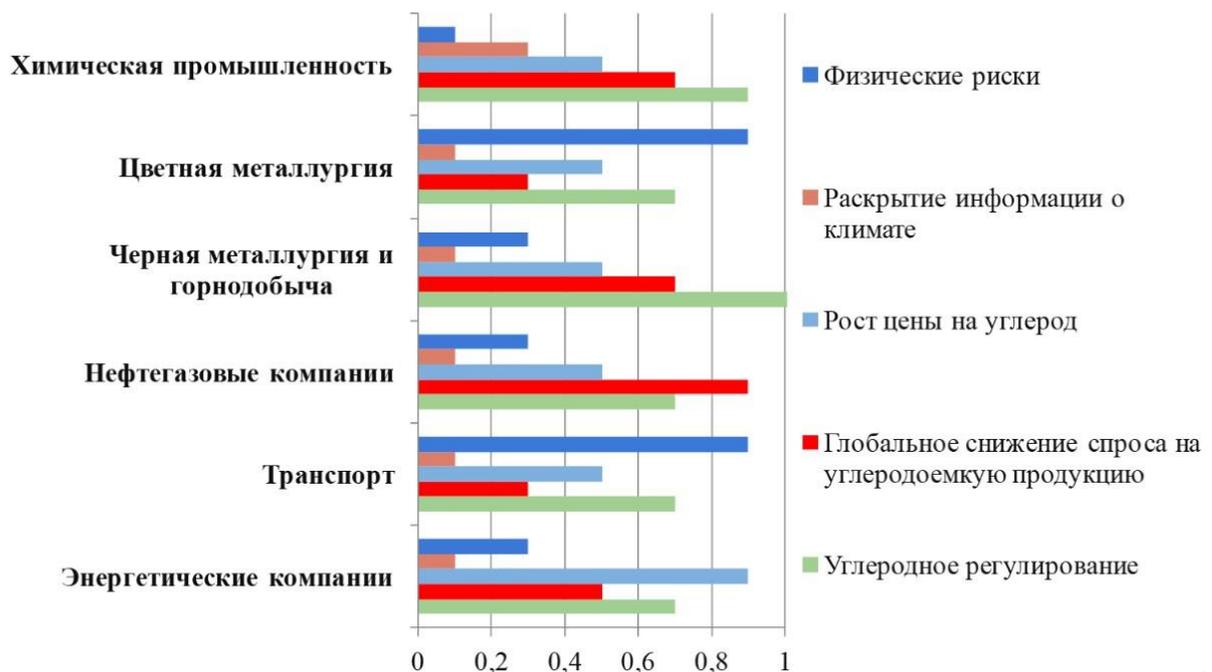


Рисунок 3.15 – Распределение климатических рисков в зависимости от отраслевой принадлежности компании на горизонте 2040–2050 гг.

Источник: составлено автором.

Для представителей цветной металлургии переходные риски будут менее критичными за счет повышения спроса на цветные металлы и их сплавы, потребность в которых будет

неуклонно расти. Медь, кобальт, никель, литий и алюминий будут востребованными в сегменте возобновляемой, никель и платина – водородной энергетике. Нефтегазовая отрасль также окажется подверженной рискам, связанным с углеродным регулированием и высокими ценами на углерод. В то же время в Российской Федерации нефтегазовые компании, вероятнее всего, сохранят финансовую устойчивость за счет ожидаемого сравнительно высокого спроса на нефть и газ.

На Рисунке 3.16 приводятся возможные показатели, которые могут использоваться компаниями при проведении сценарного анализа для оценки физических рисков и рисков перехода к низкоуглеродной экономике.

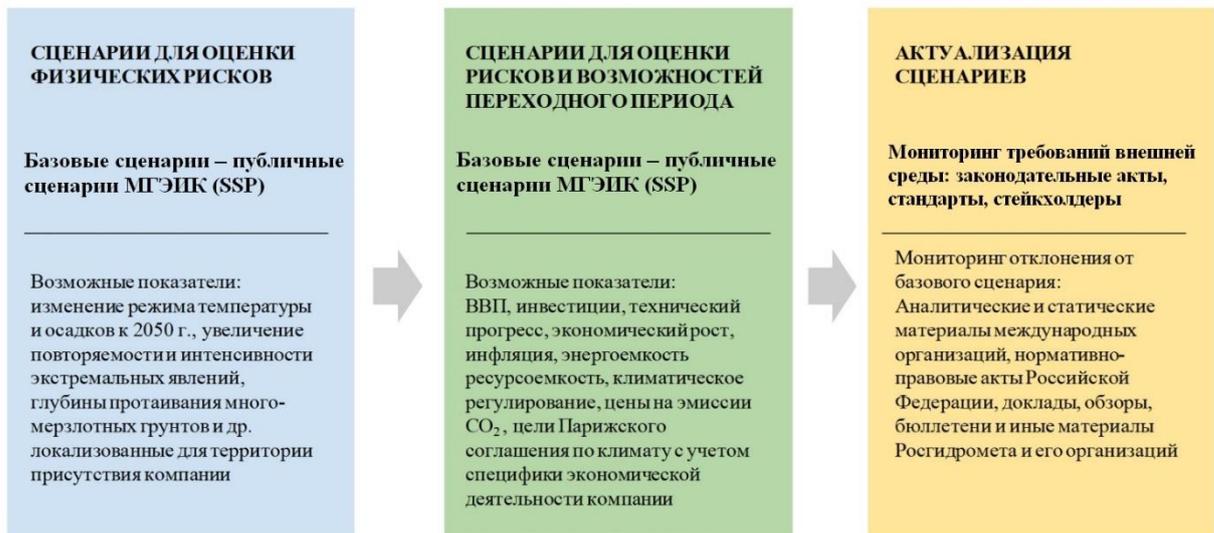


Рисунок 3.16 – Общая схема сценарного анализа

Источник: составлено автором.

Рассмотренные сценарии содержат неопределенности в величине оценок долгопериодных изменений климата и экономических последствий и нуждаются в дальнейшей конкретизации с учетом национальной, региональной и отраслевой специфики деятельности компании. Особое значение имеет актуализация сценариев, которая должна проводиться на основе мониторинга отклонений от базового сценария и требований внешней среды (законодательные акты, стандарты, заинтересованные стороны). Исходной информацией при этом могут служить аналитические и статистические материалы, нормативные и правовые акты Российской Федерации, доклады, обзоры, бюллетени Росгидромета и его организаций. Сценарный анализ, сопровождаемый количественной и качественной оценками климатического воздействия на расходы/доходы компании, может служить основой для формирования ответных мер по смягчению рисков и адаптации к изменениям климата, позволяя акцентировать внимание на ключевых факторах, которые способствуют высоким уровням климатических рисков и для которых требуются соответствующие меры.

3.3. Управление климатическими рисками

Эффективное управление рисками оказывает существенное влияние на экономический рост компании. В работе (Быков и Зайковский, 2022) управление рисками определяется как «системный подход к использованию различных механизмов (законодательных, организационных, экономических, инженерно-технических) в решении задач предупреждения или уменьшения опасности для жизни и здоровья человека, ущерба имуществу и окружающей среде до приемлемого уровня». Система управления рисками предприятия, целевым назначением которой является минимизация рисков, должна выстраиваться с учетом не только экономических, но и социальных, экологических, климатических и других аспектов. Данные аспекты взаимодействуют между собой и тесно связаны друг с другом. Так, например, климатическая политика зависит от экономических задач, решаемых компанией, ее стратегических целей, социальной и природной среды, в которой компания ведет свою деятельность. Планирование и реализация инженерно-технических задач должны основываться не только на финансовом анализе, но и на оценках возможных социальных и экологических последствий.

Кодекс корпоративного управления⁶⁹ ориентирует предприятия на использование общепринятых концепций, стандартов и практик в области управления рисками и внутреннего контроля. Наиболее распространенными на практике стандартами по управлению рисками являются международные стандарты (ISO 31000, ISO 14091, COSO ERM, FERMA) и национальные стандарты (ГОСТ) серии «Менеджмент риска». Национальный стандарт Российской Федерации ГОСТ Р ИСО 31000-2019 «Менеджмент риска. Принципы и руководство»⁷⁰ определяет менеджмент риска (risk management) как «скоординированные действия по руководству и управлению организацией в области риска».

В широком смысле слова управление рисками – это «процесс, осуществляемый советом директоров, менеджерами и другими сотрудниками, который начинается при разработке стратегии и затрагивает всю деятельность организации. Он направлен на выявление потенциальных событий, которые могут оказать влияние на организацию и управление связанным с этими событиями риском, а также на осуществление контроля за непревышением риск-аппетита организации и предоставления разумной уверенности в достижении целей организации»⁷¹. При выборе политики, правил и процедур, связанных с управлением рисками, компании следует учитывать особенности стандартов, а в случае необходимости использовать сразу несколько стандартов с учетом недостатков и преимуществ каждого из них. На Рисунке 3.17 представлена общая схема управления климатическими рисками, которая может использоваться российскими компаниями.

⁶⁹ Кодекс корпоративного управления. Центральный банк Российской Федерации. Письмо от 10 апреля 2014 г. № 06-52/2463 [Электронный ресурс] // URL: <https://docs.cntd.ru/document/499090337?marker=6500IL>

⁷⁰ ГОСТ Р ИСО 31000-2019 Менеджмент риска. Принципы и руководство [Электронный ресурс] // URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200170125>

⁷¹ Committee of Sponsoring Organizations (COSO). Enterprise Risk Management. Integrating with Strategy and Performance, 2017 [Электронный ресурс] // URL: <https://www.coso.org/guidance-erm>

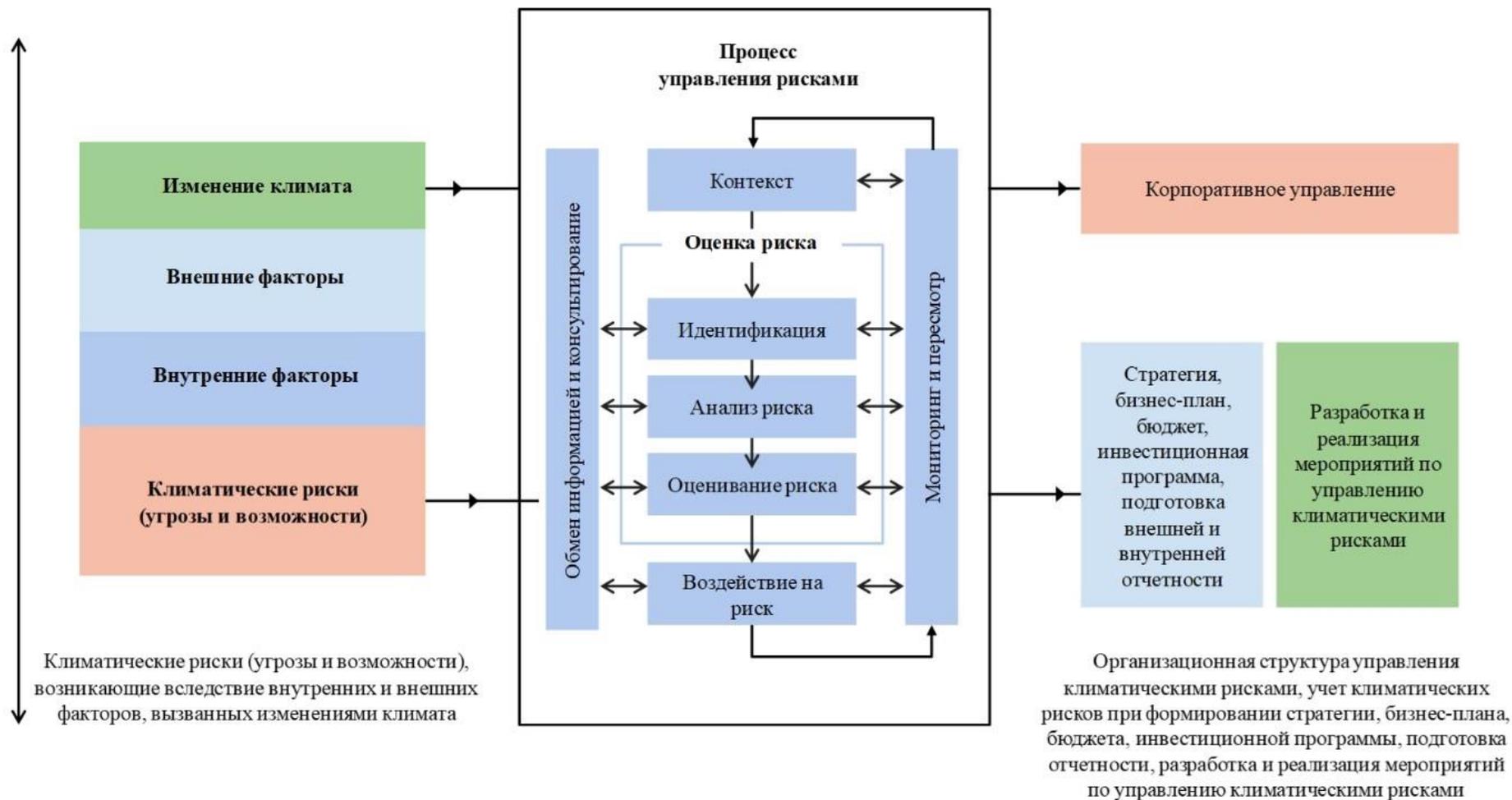


Рисунок 3.17 – Общая схема управления климатическими рисками организации

Источник: разработано автором.

Среди подходов к управлению климатическим риском можно выделить два основных направления:

1) климатический риск рассматривается в рамках других категорий рисков, то есть является «сквозным» риском;

2) выделяется как отдельный, основной вид риска, управление которым осуществляется на основе традиционной практики принятия решений и управления рисками.

Первое направление базируется на традиционной для бизнеса таксономии рисков, на основе которой климатический риск оценивается через связь с существующими финансовыми рисками (страховой риск, рыночный риск, кредитный риск, риск ликвидности, операционный риск) (Edwards et al., 2021). Оказывая влияние, например, на общую способность заемщика погасить кредит своевременно и в соответствии с его первоначальными условиями, климатические риски становятся прямыми факторами кредитного риска⁷². Разработаны методики калибровки климатических событий, влияющих на корпоративные ставки дефолта, которые могут использоваться при оценивании ожидаемых и непредвиденных кредитных убытков, а также при определении кредитных рейтингов компаний, полученных, в частности, из показателей дефолта (Bell and van Vuuren, 2022).

Конкретные меры и способы управления климатическими рисками зависят от типа организации, сферы ее деятельности и особенностей бизнес-модели, а также типа конкретного риска. Тем не менее Банк России рекомендует как финансовым, так и нефинансовым организациям выделять климатический риск «как отдельно стоящий», «отдельно выявлять и учитывать существенные факторы, связанные с климатическими рисками»⁷³.

В процессе управления рисками можно выделить два основных этапа. На первом этапе решаются задачи, связанные с идентификацией и классификацией рисков, способных оказывать воздействие на эффективность экономической деятельности компании, а также устанавливаются оценки опасностей, степени воздействия риска и его последствий. Выявленные на этапе идентификации и классификации риски аккумулируются в реестре рисков, который дополняется и корректируется в процессе мониторинга и регулярно повторяющейся проверки и оценки. На базе реестра рисков можно проводить ранжирование климатических рисков, выделить зоны с высоким и низким уровнем риска и определить, как они соотносятся с риск-аппетитом организации.

⁷² Integrating climate risk into credit risk modeling. ARF-Climate-Risk-Into-Credit-Risk-Models. [Электронный ресурс] // URL: <https://reply.com/contents/ARF-Climate-Risk-Into-Credit-Risk-Models.pdf>

⁷³ Влияние климатических рисков и устойчивое развитие финансового сектора Российской Федерации. Доклад для общественных консультаций // Банк России. Москва, 2020 [Электронный ресурс] // URL: https://cbr.ru/Content/Document/File/108263/Consultation_Paper_200608.pdf

Климатический риск должен быть стратегически интегрирован в существующие системы управления рисками субъекта хозяйствования с учетом утвержденного уровня «аппетита» к риску. Определение риск-аппетита является неотъемлемым элементом управления климатическими рисками, независимо от их типа. Существуют различные определения риск-аппетита, но все они зависят от склонности организации к тем или иным видам риска. «В широком смысле риск-аппетит определяет то, как организация распределяет ресурсы в целом и по отдельным направлениям (областям деятельности, бизнес-процессам, бизнес-единицам, проектам и т.д.)»⁷⁴. Применение риск-аппетита на практике предполагает сочетание двух подходов, обеспечивающих, с одной стороны, мониторинг результатов деятельности организации, с другой – принятие эффективных управленческих решений с учетом способности организации решать основные задачи в рамках приемлемого уровня риска и поставленных стратегических целей. При этом риски должны рассматриваться не только с точки зрения угроз, но и возможностей. Не ограничиваясь влиянием на финансовое состояние организации, они неизбежно будут влиять на эффективность ее деятельности и репутацию.

«Риск-аппетит должен отражать и определять уровень климатического риска, который организация готова принять для достижения своих бизнес-целей, и может включать более широкие соображения, основанные на экологических, социальных и управленческих аспектах (ESG-факторах), репутационном риске или корпоративной ответственности (например, следование подходу «не навреди»), которые могут уже существовать в компании»⁷⁵. Четкое формулирование риск-аппетита позволит бизнесу получить определенные преимущества, благодаря:

- принятию обоснованных управленческих решений; определению относительного вклада каждого направления деятельности компании в общий профиль рисков;
- определению эффективности различных стратегий распределения ресурсов, которые могут увеличивать или уменьшать уровень риска;
- сопровождению процесса согласования операций и управленческих решений;
- идентификации областей, в которых следует снизить (устранить) риски;
- прозрачности и последовательности бизнес-решений;
- улучшению планирования (бюджетирования) с учетом рисков.

Риск-аппетит не всегда поддается количественной оценке. Это зависит от целей бизнеса и того, какие риски должны быть приняты для достижения этих целей. В любом случае риск-аппетит организации должен быть хорошо обоснованным и управляемым должным образом.

⁷⁴ ГОСТ Р 71034-2023 Менеджмент риска. Риск-аппетит и ключевые индикаторы риска [Электронный ресурс] // URL: <https://docs.cntd.ru/document/1303621776>

⁷⁵ Climate financial risk forum guide 2020. Risk management chapter [Электронный ресурс] // URL: <https://fca.org.uk/publication/corporate/climate-financial-risk-forum-guide-2020-risk-management-chapter.pdf>

Качественное определение риск-аппетита включает «заявление» – формулирование приемлемого уровня риска, ориентированного на достаточно длительный период, соответствующий стратегическому планированию. Каждое «заявление» должно иметь ряд связанных с ним показателей, которые позволяют руководству компании и профильным комитетам отслеживать профиль риска, например, «высокий/средний/низкий риск-аппетит» (с описанием критериев отнесения к высокому/среднему/низкому уровню).

Количественный риск-аппетит может быть выражен с помощью целевых показателей с указанием диапазона значений верхнего и нижнего предела риска, на который готова пойти организация. Так, например, для оценки верхнего и нижнего предела уровня риска углеродных активов портфеля могут использоваться такие метрики, как интенсивность выбросов парниковых газов, срок службы углеродных активов, а также показатели чистой прибыли. Более универсальным показателем является «климатическая стоимость под риском» – приведенная стоимость климатических затрат или прибыли, деленная на рыночную стоимость компании. Стоимость под риском отражает размер возможного убытка, который не будет превышен в течение некоторого периода времени, за который могут реализоваться с некоторой доверительной вероятностью климатические риски.

Идентификация (классификация) и сценарный анализ, нацеленные на формирование полной и актуальной картины рисков организации, а также определение риск-аппетита являются ключевыми элементами **управления рисками**. Выделенные на этапе анализа и оценки приоритетные к управлению риски в соответствии с установленными в нормативном порядке или на основе практического опыта критериями (риск-аппетитом) служат основой для перехода ко второму этапу управления, связанному с соответствующей обработкой риска и принятия решения. Обработка климатического, как и любого другого риска, может базироваться на четырех стратегиях (допущение или принятие риска; передача или разделение риска; смягчение риска; избегание риска) в зависимости от соотношения между затратами на реализацию и полученной выгодой, с учетом правовых, нормативных и прочих требований (социальная ответственность и охрана окружающей среды). В то же время существует определенная специфика обработки климатического риска. Мероприятия по снижению климатического риска группируются в зависимости от стратегии управления риском (Рисунок 3.18).



Рисунок 3.18 – Стратегии управления климатическим риском

Источник: разработано автором.

Допущение или принятие риска представляется целесообразным в случае высокой ожидаемой выгоды или больших, превышающих выгоду, затрат на обработку риска, нормативно-правовых требований, а также отсутствия альтернативных возможностей. Данное обстоятельство может быть также связано с отсутствием определения климатических рисков для внутренних целей и/или процедур, связанных с их оценкой, отсутствием информации о временных горизонтах климатических рисков и др.

Передача риска означает разделение риска с другой стороной или сторонами. Возможными стратегиями в данном случае являются аутсорсинг, страхование и хеджирование. Одним из вариантов является создание различных резервных фондов (самострахование), когда организации выгоднее самостоятельно управлять риском с использованием собственных средств.

Важная роль в управлении климатическими рисками принадлежит **страховым компаниям и кредитным организациям**. В работе (Kuznetsova et al., 2022) подчеркивается ведущая роль институциональных инвесторов в процессе перехода к низкоуглеродной экономике. Страхование, располагая значительными финансовыми ресурсами, а также инструментами распределения и перераспределения рисков (микрострахование, страхование, повторное страхование, параметрическое страхование), может сыграть решающую роль в снижении рисков и ускорении темпов устойчивого развития. По мнению автора (Mills, 2005), «наличие и доступность страхования являются залогом экономического развития и финансовой сплоченности общества, обеспечивая безопасность и душевное спокойствие в мире». Выступая в качестве формы адаптивной способности общества к изменениям климата, сам страховой сектор, чтобы оставаться жизнеспособным, должен адаптироваться. При этом «успех страхования свидетельствует о развитой экономике» (Юлдашев и Цыганов, 2019).

Основные меры, предпринимаемые страховыми организациями, направлены на ограничения инвестиций в углеродоемкие отрасли. Международные страховые компании (Allianz Munich Re, Swiss Re, Zurich, SCOR, AXA) при поддержке нефинансовых организаций отказываются от страхования активов предприятий угольной отрасли. «Основной мерой по управлению климатическими рисками (для страховщиков) является ограничение инвестиций в неэкологичные секторы экономики, а также другие меры: от реализации подхода к управлению климатическими рисками посредством хеджирования рисков смертности до разработки продуктов по повышению осведомленности о климатических факторах»⁷⁶.

⁷⁶ Влияние климатических рисков и устойчивое развитие финансового сектора Российской Федерации. Доклад для общественных консультаций // Банк России. Москва, 2020 [Электронный ресурс] // URL: https://cbr.ru/Content/Document/File/108263/Consultation_Paper_200608.pdf

Ограничивая инвестиции в неэкологические отрасли, страховые компании и кредитные организации могут возглавить адаптацию к изменению климата (Erhardt et al., 2019).

Практики финансирования рисков катастроф, обусловленных климатическими факторами, на развитых и развивающихся страховых рынках в значительной степени отличаются друг от друга. Как отмечают авторы (Буданова и Котлобовский, 2017), «разница между реальными финансовыми потерями при наступлении катастрофического события и застрахованным ущербом на развивающихся страховых рынках приводит к колоссальной нагрузке, которая ложится на государственный бюджет». В то же время на развитых страховых рынках большая часть рисков оказывается застрахованной.

В России страховые компании только начинают осваивать климатическую тематику. Вследствие невысокой плотности страхования компенсации ущерба в случае катастрофического события осуществляются, как правило, из Резервного фонда страны или государственного бюджета. «Вопросы развития экологического страхования и влияния изменения климата на риски в России изучаются, и этот процесс, в 1990-е и 2000-е годы имевший только теоретический интерес, стал находить более практическую реализацию» (Цыганов и Крутова, 2022). Климатические риски учитываются страховыми компаниями как «сквозные» через другие виды риска (страховые, рыночные, кредитные), так и независимым от них образом.

Актуальной в условиях имеющихся проблем страхования с государственной поддержкой является разработка региональных программ страхования климатических рисков для различных сельскохозяйственных культур, подвергающихся климатическому воздействию (засуха, заморозки, наводнения и др.). В рамках региональных программ в целях получения более точных оценок суммы страховой премии предлагается использовать двухпараметрическую модель индексного страхования урожая от засухи с учетом температуры воздуха и осадков (Котлобовский и др., 2017; Котлобовский и др., 2018). В связи с ограниченной емкостью российского страхового рынка возникает необходимость разработки альтернативных методов управления рисками природных катастроф (пример в приложении к наводнению 2021 г. в Республике Крым приводится в работе (Соля и Котлобовский, 2021)).

В связи с потенциальными пробелами в традиционном покрытии страховой рынок разрабатывает новые решения, предлагая продукты/услуги, направленные на управление переходными рисками и адаптацию существующих видов страхования к изменениям климата. Новыми для страхового бизнеса являются такие направления, как страхование энергоэффективности, разработанное для инвесторов, занимающихся энергосбережением или финансирующих энергосберегающие проекты; страхование углеродных компенсаций, связанных с покупкой углеродных квот; страхование возобновляемых источников энергии

(солнечной и ветровой), полностью зависящих от погодных и климатических условий.

В работе (Belozyorov and Xie, 2021) на примере Китая показаны преимущества зеленого страхования, которое предоставляет страховые продукты, поддерживающие инициативы зеленого финансирования, планы и действия, направленные на улучшение качества окружающей среды, снижение климатических рисков, сохранение и эффективное использование природных ресурсов. Делается вывод, что опыт страховой отрасли Китая, которая год от года обогащается новыми продуктами и услугами в контексте управления рисками в сфере зеленой энергетики, транспорта, строительства и промышленности, может оказаться полезным для российских страховых компаний.

В последние годы появляются новые инструменты управления климатическим риском, связанные с хеджированием. Под хеджированием (от англ. «ограждать, страховать от возможных потерь») понимается «особая форма страхования цены и прибыли путем продажи и/или покупки срочных контрактов (фьючерсов, опционов) на товарных биржах или вне биржевого рынка» (Макоско и др., 2006). Цель хеджирования – снизить риски потенциальных потерь и обеспечить финансовую устойчивость организации. Хеджирование не является источником дополнительной прибыли или доходов компании. Как механизм передачи риска хеджирование обладает определенными преимуществами, связанными с возможностью в режиме реального времени управлять затрачиваемыми на устранение риска ресурсами, при необходимости в случае биржевых операций закрывать действующие контракты и открывать новые, взаимодействовать одновременно с различными контрагентами, такими как брокер, биржа, клиринговый центр, контрагент-спекулянт и т.д.

В историческом ракурсе появление первых погодных деривативов связывают с финансовым эффектом явления «Эль-Ниньо»⁷⁷, обусловившим необычайно теплую зиму 1997-1998 гг. в США и крупные в связи с этим финансовые потери энергетических компаний. В 1997 г. первые погодные деривативы появились на Чикагской торговой бирже (Chicago Mercantile Exchange, CME). В целях стандартизации и развития рынка погодных деривативов созданы Ассоциация погодного риск-менеджмента (Weather Risk Management Association, WRMA) и Международная ассоциация свопов и деривативов (International Swaps and Derivatives Assotiation, ISDA), которая в 2005 г. разработала и утвердила соответствующую документацию для погодных производных.

Хеджирование климатических рисков имеет свою специфику, обусловленную неопределенным характером изменения климата и связанных с ним экономических

⁷⁷ Явление «Эль-Ниньо» – повышение температуры поверхности воды в центральной и восточной тропической части акватории Тихого океана, с которым связано появление крупномасштабных аномалий температуры воздуха и осадков в различных регионах Земного шара.

последствий. В работе (Engle et al., 2020) предлагается подход так называемого динамического хеджирования, который в долгосрочной перспективе может компенсировать инвесторам убытки, связанные с реализацией климатического риска. На первом этапе реализации стратегии динамического хеджирования климатических рисков решается задача построения временного ряда, в котором фиксируются новости о долгосрочных климатических рисках. Источником информации могут служить новостные ресурсы, в которых освещаются темы, связанные с экстремальными погодными явлениями (например, наводнения, ураганы, засухи, лесные пожары, экстремальные температуры), крупномасштабными физическими изменениями на планете (например, изменение уровня моря, таяние ледников, температура океана), техническим прогрессом в энергетической сфере и ценами на ископаемое топливо.

Вторым этапом в реализации стратегии динамического хеджирования является создание инвестиционного портфеля с учетом изменения цен на акции в зависимости от новостей о материализации негативных последствий изменения климата. Постоянное обновление портфеля на основе новой информации о взаимосвязи между климатическими новостями и доходностью акций в конечном итоге приводит к портфелю, в котором обозначены «победившие» и «проигравшие» компании. С использованием методов имитационного моделирования решается задача создания хорошо диверсифицированного портфеля, доходность которого является независимой от климатического риска. Инвесторы могут затем хеджировать свою подверженность климатическим рискам, торгуя этим портфелем, без изменения подверженности своих портфелей другим факторам риска.

Смягчение климатического риска направлено на снижение и смягчение климатического воздействия. Инструментами управления в этом случае могут быть переход от ископаемых видов топлива к возобновляемым источникам энергии; повышение энергоэффективности и энергосбережения; защита и восстановление лесов, разработка и применение новых технологий. В перспективе эффективное снижение рисков, прежде всего связанных с углеродным регулированием и ростом цены на углерод, могут обеспечить:

- внутренняя цена на углерод;
- углеродные офсеты;
- корпоративные климатические инвестиции;
- климатические технологии;
- раскрытие информации о климате.

Остановимся на данных подходах ввиду их возрастающей актуальности более подробным образом.

Цена на углерод, являясь одним из наиболее эффективных инструментов снижения выбросов, устанавливается в добровольном порядке и зависит от объема эмитированного

углерода из активов и инвестиционных проектов компании. В настоящее время диапазон индивидуальных цен на углерод сильно варьирует в зависимости от специфики деятельности и уровня капитализации компании. Так, например, внутренняя цена на углерод у компании En+ Group составляет 20 долл. США, «Татнефти» – 49 долл. США, «Лукойла» – 10-60 долл. США за тонну CO₂⁷⁸. Внутренняя цена на углерод отражает влияние выбросов на финансовые результаты и служит показателем размера издержек компании, связанных с введенными в законодательном порядке налогами или ограничениями в торговле.

Один из инструментов, которым могут воспользоваться компании, чтобы снизить свой углеродный след, – **углеродные офсеты**. Компании могут купить (продать) углеродные единицы – квоты других компаний, разрешения на выбросы парниковых газов, участие в климатических проектах, заплатить штраф, внедрить низкоуглеродные технологии. Покупка офсетов может осуществляться как в принудительном (по требованию регулятора), так и в добровольном (на основе принципов социальной ответственности) порядке. Примером регуляторной инициативы может служить Система компенсации и сокращения выбросов углерода (Carbon Offsetting and Reduction Scheme for International Aviation, CORSIA), разработанная Международной организацией гражданской авиации (ИКАО). Система обязывает авиакомпании к платам за выбросы, превышающие базовый уровень 2019 г.

Покупка углеродных единиц, верифицированных по добровольным стандартам, имеет большое значение не только для репутации компании, но в перспективе может избавить ее от дополнительных издержек, связанных с изменениями в углеродном законодательстве. Стоимость углеродных единиц (на тонну CO₂) на добровольных рынках существенно ниже, чем на регулируемых. Особое внимание уделяется проектам, связанным с сохранением и предотвращением вырубки лесов, земледелием и возобновляемой энергетикой. Некоторые компании (например, компании «РУСАЛ» и «Роснефть») участвуют в проектах по восстановлению и защите лесов на территории России⁷⁹. Важную роль в этом контексте играет Федеральный закон от 02.07.2021 № 296-ФЗ «Об ограничении выбросов парниковых газов», который определяет понятие климатического проекта и устанавливает принципы правового регулирования в области климата. «РусГидро»⁸⁰ предложен механизм реализации климатических проектов, с помощью которого компании могут снижать углеродный след.

⁷⁸ Корпоративные стратегии углеродной нейтральности. Обзор климатических обязательств мировых компаний // Департамент многостороннего экономического сотрудничества Минэкономразвития России. [Электронный ресурс] // URL: <https://economy.gov.ru/material/file/f55d57f8dcb8ec195b1575e857610dc/03062021.pdf>

⁷⁹ Климатическая повестка России: реагируя на международные вызовы. Доклад подготовлен Фондом «ЦСР» совместно с Аналитическим центром ТЭК РЭА Минэнерго России и ООО «Ситуационный центр», январь 2021 года [Электронный ресурс] // URL: <https://csr.ru/upload/iblock/8f3/8f34a0e7c6cc6b8af39986ae8e71f3ad.pdf>

⁸⁰ Энергетика и промышленность России. В «РусГидро» разработали механизм реализации климатических проектов. 27 апреля 2022 года [Электронный ресурс] // URL: <https://eprussia.ru/news/base/2022/1066665.htm>

Используя рыночные механизмы, компании могут решать проблемы, связанные с изменениями климата, без ограничений экономического роста.

Корпоративные климатические инвестиции включают широкий спектр проектов, нацеленных на смягчение последствий климатических рисков и адаптацию компаний к изменениям климата. Используя различные формы трансформации капитала, российские компании вносят свой вклад в создание и укрепление рынка зеленого финансирования в России. При этом важную роль играют разработанные Правительством Российской Федерации критерии зеленых проектов (таксономия зеленых проектов) и критерии адаптационных проектов (таксономия адаптационных проектов), определяющие соответствие проектов основным направлениям устойчивого (в том числе зеленого) развития Российской Федерации⁸¹. Так, например, для соответствия энергоснабжения (передачи электрической энергии) критериям зеленых проектов компаниям необходимо снизить потребление энергии более чем на 20% (обеспечить снижение потерь более чем на 10%). Критерии не распространяются на основные направления зеленого развития, а именно: солнечную, ветровую и геотермальную энергетику. В Республике Алтай, например, четверть электропотребления приходится на долю солнечных электростанций⁸².

Среди инструментов зеленого финансирования важное место занимают зеленые кредиты, зеленые облигации, зеленые банки и зеленые фонды. Принципы зеленого кредитования, зеленых облигаций и/или зеленых фондов предполагают целенаправленное использование предоставляемых и/или размещаемых средств, предназначенных для полного или частичного финансирования или рефинансирования новых и/или существующих зеленых проектов, удовлетворяющих установленным критериям. По данным «Эксперт РА»⁸³, значительная часть рынка устойчивых финансов в России приходится на зеленые облигации: к концу 2021 г. их доля в стоимостном выражении составила 80%. Два крупных выпуска РЖД и Правительства Москвы стимулировали инвестиции в транспортную отрасль, а именно в проект «Чистый город». Популярными также являются проекты возобновляемой энергетики, состоявшиеся вследствие размещений Сбербанка и Атомэнергопрома (входит в группу

⁸¹ Постановление Правительства Российской Федерации от 21 сентября 2021 г. № 1587 «Об утверждении критериев проектов устойчивого (в том числе зеленого) развития и требований к системе верификации инструментов финансирования устойчивого развития в Российской Федерации» (с изменениями и дополнениями) // [Электронный ресурс] // URL: <https://base.garant.ru/402839344/>

⁸² Солнечные электростанции покрывают четверть электропотребления Республики Алтай. Медиапортал сообщества ТЭК. 4 мая 2022 года [Электронный ресурс] // URL: <http://energyland.info/news-show-tek-alternate-227859>

⁸³ Доля «зеленых» облигаций на рынке устойчивых финансов РФ достигла 80% к концу 2021 года. Эксперт РА. 30 марта 2022 года [Электронный ресурс] // URL: https://raexpert.ru/researches/publications/tass_mar30_2022/

«Росатом»). Методической поддержкой организации при разработке климатических проектов может служить стандарт ГОСТ Р ИСО 14080-2021.

Климатические технологии есть не что иное, как инновационные технологии, предназначенные для решения проблемы изменения климата. В работе (Жилина, 2020) отмечается, что «инновационный процесс происходит на конкурентном рынке», – в отсутствие прибыльности инноваций «компании могут отказаться от инвестиций в их развитие». В связи с этим важную роль играет вмешательство государства, которое, используя различные административные инструменты (например, углеродный налог, систему торговли выбросов и другие), может корректировать влияние рынка и стимулировать компании к внедрению инновационных технологий.

Спектр климатических технологий весьма велик и в значительной степени зависит от специфики деятельности компании. Так, например, в сельском хозяйстве в состав технологий по адаптации к изменению климата могут входить меры по эффективному управлению водными ресурсами (капельное орошение, полив по бороздам, водосбережение и т.д.). Для промышленных предприятий достижение углеродной нейтральности в значительной степени зависит от инвестиций в технологии с нулевым или близким к нему уровнем выбросов. Приоритетными направлениями являются технологии производства авиационного биотоплива, улавливания и хранения углерода, производство экологически чистого водорода и долговременного хранения зеленой энергии. Переход с нефти и угля на газ, который компании закладывают в стратегии, требует использования новых технологий, позволяющих решать не только климатические проблемы, но и стимулировать инвестиции, способствовать укреплению и повышению экономической устойчивости компании.

В соответствии с Федеральным законом от 6 марта 2022 г. № 34-ФЗ «О проведении эксперимента по ограничению выбросов парниковых газов в отдельных субъектах Российской Федерации»⁸⁴ в России проводится эксперимент по применению мер, направленных на ограничение выбросов парниковых газов, в пределах отдельных субъектов. Местом проведения эксперимента, который планируется проводить до 31 декабря 2025 г., стала Сахалинская область. В перспективе предполагается распространить полученный в ходе эксперимента опыт по применению инновационных технологий в производстве на другие регионы России.

Стратегия смягчения климатического риска тесно связана со стратегией адаптации к изменениям климата, под которой подразумевается «процесс корректировки под реально

⁸⁴ Федеральный закон Российской Федерации от 6 марта 2022 г. № 34-ФЗ «О проведении эксперимента по ограничению выбросов парниковых газов в отдельных субъектах Российской Федерации» [Электронный ресурс] // URL: <http://www.kremlin.ru/acts/bank/47605>

существующий климат или прогнозируемое состояние климата и его воздействия»⁸⁵. В широком смысле слова под адаптацией понимают «приспособление природных, социальных или экономических систем к фактическим или ожидаемым климатическим изменениям и их последствиям, предполагающее корректировку процессов, действий или их организации с целью снижения потенциальных рисков или использования благоприятных возможностей, связанных с изменением климата» (Порфирьев, 2022). При этом основные направления адаптации включают: создание и развитие систем раннего предупреждения экстремальных явлений, устойчивую инфраструктуру, рациональное управление водными ресурсами, рекультивацию земель, защиту природных систем (Рисунок 3.19).

Развитие систем раннего предупреждения	Устойчивая инфраструктура	Рациональное управление водными ресурсами	Рекультивация земель	Защита экосистем
1	5	3	2	0

Рисунок 3.19 – Приоритетные направления адаптации к изменению климата

Источник: составлено автором по материалам Портала рисков и устойчивости Экономической и социальной комиссии ООН для Азии и Тихого океана (ЭСКАТО)⁸⁶.

Подчеркивается актуальность интеграции на макроэкономическом (федеральном) уровне планов адаптации в разработку и совершенствование двух ключевых документов стратегического планирования – Стратегии долгосрочного социально-экономического развития России и Стратегии пространственного развития России (Порфирьев, 2022). В работе (Porfiriev, 2022) обосновывается необходимость соблюдения баланса при реализации двух одинаково важных целей Парижского соглашения по климату 2015 года – минимизации чистых выбросов парниковых газов и адаптации экономики к изменению климата. Отмечается экономическая эффективность адаптационных мер и адаптационного планирования мероприятий, направленных на уменьшение потерь и ущерба от изменения климата и его последствий, для устойчивого долгосрочного социально-экономического развития России.

Варианты адаптации могут быть жесткими (развитие инфраструктуры, более устойчивой к климатическим воздействиям) или мягкими (совершенствование институтов и систем управления). В любом случае меры адаптации должны включать инновации и новые, более совершенные технологии (технологическая адаптация), изменение действующих правил и методологии (управленческая адаптация), изменение поведения (поведенческая адаптация).

⁸⁵ ГОСТ Р ИСО 14090-2019 Адаптация к изменениям климата. Принципы, требования и руководящие указания [Электронный ресурс] // URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200167738>

⁸⁶ www.rrp.unescap.org/country-profile/RUS

Подготовка планов адаптации должна осуществляться в соответствии с принципами организации планирования, установленными национальным планом⁸⁷. Приоритетные адаптационные мероприятия рекомендуется включать в национальные, региональные, отраслевые и корпоративные планы адаптации.

Основные этапы адаптации на уровне предприятия могут включать⁸⁸:

- определение потребностей в адаптации к изменениям климата на основе анализа существующих и возможных в будущем климатических рисков с учетом их приемлемого уровня в зависимости от экономических и социальных факторов;

- анализ и оценку различных вариантов адаптации к изменению климата на основе экономических оптимизационных методов;

- согласование адаптационных мер на отраслевом и региональном уровнях (если применимо);

- мониторинг результатов адаптации, внесение по результатам этого мониторинга изменений в реализуемые и планируемые меры по адаптации к изменениям климата.

В Таблице 3.9 приводится возможный перечень мер адаптации для компаний, расположенных в географических регионах с наиболее высоким уровнем климатического риска.

Таблица 3.9 – Перечень адаптационных мероприятий в зависимости от географического расположения компании и уровня климатического риска

Регион	Адаптационные мероприятия
Юг и юго-запад Европейской России	<ul style="list-style-type: none"> - Технологические - Инженерно-технические (защитные сооружения, модернизация оборудования) - Развитие систем промышленного и бытового кондиционирования - Использование огнестойких конструкций - Соблюдение противопожарных требований - Развитие рекреационных зон, расширение зеленой инфраструктуры - Внедрение влагосберегающих технологий - Развитие водохозяйственной инфраструктуры и водохранилищ - Диверсификация источников воды, сокращение утечек, повторное использование - Охрана и расширение лесополос и других природных объектов - Оперативная деятельность (службы раннего предупреждения и быстрого реагирования)

⁸⁷ Распоряжение Правительства Российской Федерации от 11 марта 2023 г. № 559-р «Об утверждении национального плана мероприятий второго этапа адаптации к изменениям климата на период до 2025 года» [Электронный ресурс] // URL: <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/406426879/?ysclid=m0qsy025vr599816245>

⁸⁸ Приказ Министерства экономического развития РФ от 13 мая 2021 г. № 267 «Об утверждении методических рекомендаций и показателей по вопросам адаптации к изменениям климата» [Электронный ресурс] // URL: <https://garant.ru/products/ipo/prime/doc/400673304/?ysclid=m0qxlhgsv8639294715>

Продолжение Таблицы 3.9

Регион	Адаптационные мероприятия
Восточная Сибирь и Якутия	<ul style="list-style-type: none"> - Реконструкция и повышение устойчивости инфраструктуры, зданий и сооружений - Дублирование жизненно важных элементов инфраструктуры - Пересмотр нормативов по теплоспротивлению зданий и отоплению - Мониторинг состояния оснований и покрытий зданий - Пересмотр режима работы гидроэлектростанций и сроков ремонта - Устройство противозрозионных систем, поддерживающих мерзлое состояние оснований сооружений, зданий и линейных объектов - Расширение применения влагосберегающих технологий - Повышение надежности эксплуатации нефте- и газопроводов - Использование защитных свойств природных экосистем

Источник: составлено автором с учетом Методических рекомендаций и показателей по вопросам адаптации к изменениям климата Минэкономразвития России⁸⁹.

В соответствии с Национальным планом мероприятий первого этапа адаптации к изменениям климата на период до 2022 г. при выборе мер адаптации «учитывается весь комплекс потерь и выгод, связанных с изменениями климата, характерными для природно-климатических условий регионов Российской Федерации и экономической специализации. Наблюдаемые и прогнозируемые изменения климата на территории Российской Федерации могут быть как неблагоприятными, так и несущими определенные выгоды для экономики и населения»⁹⁰.

При определении набора адаптационных мероприятий или принятии технических решений, позволяющих снизить риски от источников климатической опасности, можно использовать экономические оптимизационные методы управления риском, подробный анализ которых дается в работе (Быков и Зайковский, 2022). Среди многочисленных подходов к экономической оценке мер адаптации, следуя авторам⁹¹, можно выделить:

- экономическую оценку мер адаптации, основанную на анализе затрат и выгод (cost-benefit analysis, CBA), которые могут быть представлены в денежном выражении;

⁸⁹ Приказ Министерства экономического развития РФ от 13 мая 2021 г. № 267 «Об утверждении методических рекомендаций и показателей по вопросам адаптации к изменениям климата» [Электронный ресурс] // URL: <https://garant.ru/products/ipo/prime/doc/400673304/?ysclid=m0qxlhgsv8639294715>

⁹⁰ Распоряжение Правительства Российской Федерации от 25 декабря 2019 г. № 3183-р «Об утверждении национального плана мероприятий первого этапа адаптации к изменениям климата на период до 2022 года» (с изменениями на 23 июля 2022 года) [Электронный ресурс] // URL: <https://docs.cntd.ru/document/564102934?marker=65A0IQ>

⁹¹ Кобышева Н.В., Акентьева Е.М., Петерс А.А. Использование климатической информации для обслуживания технической сферы экономики. Главная геофизическая обсерватория им. А.И. Воейкова. Санкт-Петербург. Россия [Электронный ресурс] // URL: <http://193.7.160.230/web/neacc/neacof5/Kobysheva.pdf>

- анализ экономической эффективности затрат (cost effectiveness analysis, CEA) (снижение уровня риска до допустимых значений при минимальных затратах);

- анализ по множеству критериев (multi-criteria analysis, MCA), связанный с использованием экономических, технических, экологических и других возможных балльных оценок, которые могут взвешиваться в зависимости от их значимости;

- анализ реальных опционов (real option analysis), основанный на выборе оптимальной меры адаптации с учетом приспособляемости объекта. При этом учитываются неопределенность в отношении будущих воздействий изменения климата и изменения приспособляемости объектов к климатическому воздействию;

- метод полной экономической оценки и выбора адаптационных мер, включающий определение экономико-климатических ресурсов, оценку инвестиционной привлекательности адаптационных мер, принятие решения об адаптации.

Количественные и качественные оценки источников опасности, связанных с изменениями климата, ориентируют компании на более широкое использование гидрометеорологической, в первую очередь прогностической информации в контексте решения проблем адаптации к изменению климата. На практике обычно используется модель оптимизационного решения, в которой все потенциальные пользователи гидрометеорологических прогнозов, в том числе предприятия, могут ориентироваться на соотношение между стоимостью своих действий (затратами), направленными на предотвращение ущерба от изменения климата (C), и потерями, которые они несут в случае, если они не проводят адаптационные мероприятия (L).

Рассмотрим двухходовую таблицу сопряженности затрат и потерь предприятия, построенную с учетом данных наблюдений и качества метеорологических прогнозов, например, экстремальных значений температуры воздуха (Таблица 3.10). Возможными являются следующие случаи:

1) экстремальные значения температуры не наблюдались, адаптационные мероприятия не проводились (затраты предприятия $N = 0$);

2) экстремальные значения температуры наблюдались, адаптационные мероприятия не проводились (потери предприятия L);

3) экстремальные значения температуры наблюдались, адаптационные мероприятия проводились (затраты предприятия $(C + L_u < L)$);

4) экстремальные значения температуры наблюдались, но не прогнозировались, адаптационные мероприятия не проводились (затраты потребителя $L = L_p + L_u$).

Параметры L_p и L_u характеризуют непредусмотренные и предусмотренные защитными мероприятиями потери, то есть в случае реализации опасного явления предприятие может

понести убытки, связанные с расходами на адаптационные мероприятия и воздействием опасного явления. Параметр $M = C + L_u$ характеризует адаптационные потери, как правило, $C \leq M < L$.

Таблица 3.10 – Таблица сопряженности затрат и потерь предприятия как пользователя прогностической информацией

Реализация явления по фактическим данным	Реализация явления по прогнозам/мероприятиям	
	да	нет
да	Попадания h Потери $C + L_u$	Ложные тревоги m Потери $L = (L_p + L_u)$
нет	Пропуски f Затраты C	Верные отрицания c Затраты $N = 0$

Источник: составлено автором с учетом (Zhu et al., 2002).

Потенциальная экономическая эффективность, связанная с использованием прогнозов гидрометеорологических явлений, рассчитывается следующим образом (Zhu et al., 2002):

$$V = \frac{\text{Min}[o,r] - (h+f)R - m}{\text{Min}[o,r] - o \cdot r}, \quad (5)$$

где h, f и m характеризуют соответственно долю «попаданий», долю ложных «тревог» и «пропуск цели» в таблице сопряженности «прогноз явления – факт» (Таблица 3.10); o – климатическая повторяемость явления; $r = C/L_p$ – отношение возможных затрат и потерь потребителя (известное из экономики cost/loss-ratio).

Отсюда следует зависимость экономической эффективности от используемой прогностической информации – параметров: h, f и m , характеризующих соответственно «пропуск цели», долю «попаданий» и долю ложных «тревог» (то есть качество прогнозов). В то же время величина V определяется климатической повторяемостью явления и соотношением между затратами и потерями потребителя r . Затрачивая, скажем, 100 единиц стоимости при доверии к прогнозу, предприятие сможет избежать 500 единиц потерь при отсутствии доверия к прогнозу и при одновременном наступлении данного явления.

На Рисунке 3.20 приводятся оценки экономической эффективности (V) в зависимости от качества прогнозов и соотношения между затратами и потерями предприятия (C/L_p). Исходной информацией служили случайным образом сформированные выборки (размером 100 случаев), представляющие условно данные прогнозов и наблюдений тех или иных опасных

для экономической деятельности предприятия явлений для трех случаев, различающихся качеством прогнозов (60, 70 и 80% соответственно). Как видно, экономический эффект может быть получен уже при 60%-й оправдываемости прогнозов, значения $V > 0$ при $C/L = 0,45-0,70$ (суммарные затраты C примерно в 1,5–2 раза меньше потерь L). Очевидны преимущества прогностической системы, обладающей высоким качеством (80%), не только с точки зрения эффективности затрат, но и в контексте расширения диапазона возможных решений ($C/L = 0,40-0,82$) относительно стоимости проведения адаптационных мероприятий. Таким образом, с учетом уровня качества использование прогностической информации может принести предприятиям существенную экономическую выгоду.

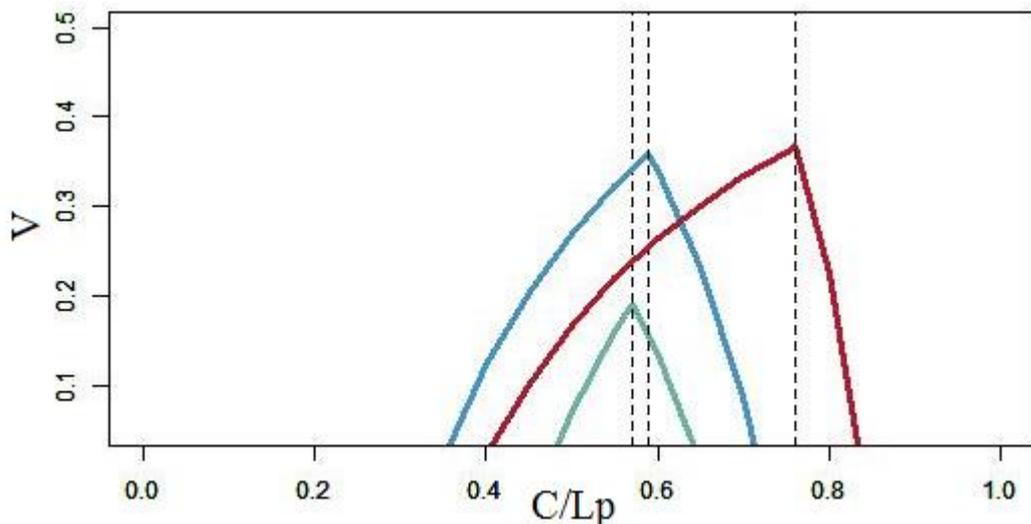


Рисунок 3.20 – Оценки экономической эффективности (V) в зависимости от уровня качества прогнозов гидрометеорологических явлений: 60% (зеленая кривая), 70% (синяя кривая) и 80% (красная кривая)

Источник: получено автором с использованием Package Verification (R Project for Statistical Computing).

Принятие и реализация экономически эффективных мер по адаптации к изменениям климата могут способствовать привлечению дополнительных инвестиций и устойчивому экономическому развитию организации не только в краткосрочной, но и в долгосрочной перспективе.

Избегание риска означает прекращение или отказ от деятельности, которая может повысить вероятность возникновения риска. Успешная реализация стратегии низкоуглеродного развития, разработка и реализация проектов в области генерации электроэнергии и низкоуглеродных технологий могут потребовать перехода к **бизнес-модели**, отличной от основного вида деятельности организаций. Многие международные и зарубежные компании в целях переориентации на низкоуглеродное развитие коренным образом меняют свою организационную структуру. Примерами могут служить крупнейшая энергетическая компания Дании Ørsted A/S (до ноября 2017 г. Dong Energy), а также Норвежская международная

нефтегазовая компания Equinor ASA (ранее – Statoil ASA), которые после продажи нефтегазовых активов переключились на строительство ветряных электростанций. Переносит акценты в своей деятельности в солнечную и ветряную энергетику, а также в разработку аккумуляторов и французский нефтегазовый концерн Total, рассчитывая стать мировым лидером в области производства энергии из возобновляемых источников. Компания En+ Group в рамках экономики замкнутого цикла планирует создать новую рыночную категорию «низкоуглеродного алюминия» – важнейшего материала для экономики будущего, включающего как первичный, так и переработанный алюминий⁹².

В работе (Кобышева и др., 2015) подчеркивается особая роль «диверсификации рисков как наиболее эффективного инструмента снижения риска по портфелю, предполагающей перераспределение рисков по объемам, времени и пространству». Вопрос об отнесении климатических рисков к диверсифицируемым (несистемным) и недиверсифицируемым (системным) является спорным. Существуют мнения, что климатические риски в связи с их универсальным и глобальным характером относятся к категории недиверсифицируемых (системных) рисков. По мнению автора⁹³, оказывая широкое воздействие на каждую отрасль экономики и каждый географический регион, климатические риски не могут быть диверсифицируемыми.

Других взглядов придерживаются авторы (Hambela et al.)⁹⁴, рассматривающие вопросы климатической повестки в контексте финансовой потребности в диверсификации активов компаний в борьбе с изменением климата с учетом таких показателей, как цена на выбросы углерода, цены на «зеленые» и «грязные» активы. С использованием стохастической модели макроэкономического роста с двумя запасами капитала и двумя источниками энергии показана динамическая взаимозависимость между финансовой целью диверсификации активов в портфелях и целью сокращения выбросов углекислого газа. При этом ресурсом энергии для зеленого сектора служит безуглеродная энергия (зеленая энергия). «Грязный» сектор, являясь углеродоемким, использует ископаемое топливо, сгорание которого приводит к выбросам парниковых газов. Финансовый «мотив» диверсификации усиливает скорость перехода к экономике с нулевым уровнем выбросов парниковых газов.

⁹² En+ Group. Годовой отчет за 2020 г. [Электронный ресурс] // URL: <https://enplusgroup.com/ru/investors/results-and-disclosure/annual-reports/>

⁹³ Bakshi G. Why Climate Risk Demands A Targeted Strategy, 2023 [Электронный ресурс] // URL: <https://15rock.com/blog/why-climate-risk-demands-a-targeted-strategy>

⁹⁴ Hambela C., Kraft H., Frederick van der Ploeg. Asset Diversification versus Climate Action. Current version: May 22, 2020. [Электронный ресурс] // URL: https://frbsf.org/wp-content/uploads/Van-der-Ploeg_Asset-Pricing-and-Decarbonization-НКР.pdf

Делается вывод о том, что диверсификация и сокращение выбросов парниковых газов изначально являются взаимодополняющими целями, поскольку экономические субъекты заинтересованы в декарбонизации экономики и получении сбалансированного портфеля безуглеродных и углеродоемких активов. Однако с течением времени эти две цели вступают в противоречие, для разрешения которого необходимы компромисс и остановка процесса диверсификации при достижении баланса между «зеленым» и «грязным» капиталом. Показано, что потенциальные климатические катастрофы определяют существенное влияние изменения климата на цены активов. В отсутствие катастроф влияние климатического фактора на цены активов оказывается умеренным.

Уникальный характер климатических рисков оставляет открытым, не имеющим однозначного решения, вопрос об их диверсификации. Рассмотрим в качестве примера активы компании. Они могут быть подвержены как физическим рискам, так и рискам, связанным с переходным периодом. Для снижения физических рисков может быть избрана стратегия разделения портфеля по разным географическим регионам с учетом вероятности реализации опасности, связанной с экстремальными явлениями и (или) медленными изменениями климата. Управление риском переходного периода, например, связанного с углеродным регулированием, может быть связано с включением в портфель акций других, менее углеродоемких компаний. Решением вопроса о возможной диверсификации климатического риска может служить простое правило: если совокупная уязвимость по портфелю рисков окажется меньше, чем по каждому риску в отдельности, риск можно отнести к диверсифицируемым рискам, в противном случае – недиверсифицируемым. Недиверсифицируемы, например, являются климатические риски, связанные с крупномасштабными природными бедствиями (наводнения, засухи и др.).

Одним из эффективных инструментов снижения климатических рисков в перспективе может стать пруденциальное регулирование. На международном уровне изучаются вопросы относительно создания и (или) усовершенствования регулятивных практик в части требований к капиталу (Служба пруденциального регулирования Банка Англии (PRA), ЕЦБ и Европейский совет по системным рискам (ESRB)). Предполагается установление дополнительных требований к лимитам на отношение величины запрашиваемого кредита к стоимости имущества, передаваемого в качестве залога кредитной организации, а также к показателям долговой нагрузки на уровне заемщика в случае ипотечного кредитования с учетом влияния климатических рисков на приобретаемую недвижимость.

Банк России уделяет повышенное внимание климатической повестке. «С учетом текущих ограничений на публикацию чувствительной информации одной из задач, которую предстоит решить Банку России в ближайшей перспективе, является обеспечение доступности информации, в том числе в области устойчивого развития. Такая информация необходима

инвесторам для принятия решений, справедливого ценообразования финансовых инструментов, эффективной работы финансового рынка» России»⁹⁵. Предполагается создание необходимой информационной базы для разработки эффективных макропруденциальных инструментов и интеграции климатических рисков в пруденциальное регулирование Российской Федерации. Оптимизационное решение проблемы должно позволить, с одной стороны, углеродоемким компаниям разработать и внедрить планы перехода к низкоуглеродной экономике, с другой – дать банкам возможность более детально изучить и оценить климатические риски клиентов без возможных негативных последствий для корпоративного и финансового сектора, государственного бюджета и экономики в целом. В долгосрочной перспективе в процессе перехода к низкоуглеродной экономике с возрастанием климатических рисков и угроз потребность в регулировании и введении макропруденциальных надбавок к коэффициентам риска при расчете нормативов достаточности капитала по операциям финансирования углеродоемких заемщиков будет только расти.

3.4. Интеграция климатической повестки в систему корпоративного управления

Все возрастающая значимость климатической повестки определяет необходимость интеграции управления климатическими рисками в общий процесс корпоративного управления компании. В работе (Писаренко и др., 2022) на примере энергетических компаний показана зависимость их конкурентоспособности и социально-экономической привлекательности от степени интеграции климатической повестки в корпоративную стратегию в контексте четвертого энергоперехода.

В рамках разработанной Правительством Российской Федерации «Федеральной научно-технической программы в области экологического развития Российской Федерации и климатических изменений на 2021–2030 годы» ставятся задачи «решения проблем научного и информационного обеспечения управления экологическими и климатическими рисками, повышения качества информационно-аналитического обеспечения соответствующих управленческих решений»⁹⁶. Органами государственной власти Российской Федерации формируется актуальное в современных условиях «климатическое» законодательство на национальном уровне. «Государство в настоящее время формирует правовую основу

⁹⁵ Информационное письмо Банка России от 04.12.2023 № ИН-018-35/60 «О рекомендациях по учету климатических рисков для финансовых организаций» [Электронный ресурс] // URL: <https://cbr.ru/Crosscut/LawActs/File/6556>

⁹⁶ Постановление Правительства Российской Федерации от 08.02.2022 № 133 «Об утверждении Федеральной научно-технической программы в области экологического развития Российской Федерации и климатических изменений на 2021–2030 годы» [Электронный ресурс] // URL: <http://actual.pravo.gov.ru/content/content.html#pnum=0001202202140015>

для переориентации потоков капитала на финансирование устойчивого экологического, социального и экономического развития страны» (Мухлынина, 2022).

В соответствии с Рекомендациями Рабочей группы по вопросам раскрытия финансовой информации, связанной с изменением климата (TCFD), для интеграции климатических факторов в общий процесс управления рисками организации необходимо:

1) выработать общее понимание руководителями и сотрудниками компании концепции изменения климата и связанных с ним потенциальных последствий;

2) идентифицировать бизнес-процессы, риски и мероприятия по управлению рисками, которые могут потребовать корректировки при интеграции климатических факторов, а также определить основные структурные подразделения, ответственные за эти процессы и элементы, и их функции;

3) интегрировать климатические риски в существующую таксономию (классификацию и систематизацию) рисков и перечень рисков, используемых в компании. Провести сопоставление рисков, связанных с климатом, с другими существующими в компании категориями и видами рисков;

4) адаптировать ключевые элементы управления к существующим бизнес-процессам на основе полученной на этапах идентификации и классификации рисков информации.

Важным стимулом введения климатических рисков в общую систему управления рисками организации становится раскрытие информации о климате. Вопросы, связанные с реализацией основных принципов раскрытия информации, широко обсуждаются в литературе (Устинов, 2022; Большаков, 2022; Ефимова, 2022). Выделяют следующие ключевые принципы раскрытия информации (TCFD, 2021)⁹⁷:

- принцип взаимосвязи – интегрированный подход, связанный с внедрением климатических рисков в процесс корпоративного управления, с участием всех функций, структурных подразделений и работников компании;

- принцип временной детализации – учет физических и переходных рисков в кратко-, средне- и долгосрочной перспективе;

- принцип пропорциональности – соотношение физических и переходных рисков;

- принцип последовательности – анализ событий и факторов с учетом их изменений во времени.

Банк России рекомендует «раскрытие существенной нефинансовой информации осуществлять на основе заранее определенного и отобранного перечня существенных тем,

⁹⁷ TCFD Good Practice Handbook. 2nd Edition (November 2021) [Электронный ресурс] // URL: https://cdsb.net/sites/default/files/tcfid_good_practice_handbook_v5_pages.pdf

в который рекомендуется, в том числе, включать вопросы, связанные с воздействием на окружающую среду (в том числе климат)»⁹⁸. Новые требования, регламентированные Международными стандартами финансовой отчетности (International Financial Reporting Standards, IFRS), дополненные в 2022 г. Стандартом IFRS S2 «Раскрытие информации, связанной с климатом»⁹⁹, ориентируют компании на раскрытие информации о климате в рамках финансовой отчетности. Следуя требованиям Стандарта IFRS S2, основанного на разработках Рабочей группы по вопросам раскрытия финансовой информации, связанной с климатом (TCFD), предприятиям следует раскрывать информацию:

- о влиянии климатических рисков на рыночную капитализацию компании;
- об использовании собственных ресурсов и возможностей в целях адаптации к изменению климата и управления климатическими рисками;
- об устойчивости и способности адаптировать экономическую деятельность к значительным рискам и возможностям, связанным с климатом.

Предполагаемая рекомендациями Банка России и Стандартом IFRS S2 гармонизация финансовой и нефинансовой отчетности позволит обеспечить заинтересованных пользователей не только существенной нефинансовой информацией, но и информацией о влиянии климатических рисков на стоимость организации и об использовании организацией собственных ресурсов и возможностей в контексте управления климатическими рисками и адаптации к изменениям климата. Особое значение имеет отчетность о выбросах и поглощении парниковых газов, основные принципы и требования к которой регламентируются Стандартами ГОСТ Р ИСО 14064-1-2021 и ГОСТ Р ИСО 14080-2021.

Актуальность управления климатическими рисками определяется не только принятием новых законов и регламентов, но имеет экономические мотивы. По мнению экспертов Института народнохозяйственного прогнозирования РАН, проблемы выбросов парниковых газов и изменения климата следует рассматривать в контексте решения более актуальных целей устойчивого развития, в том числе под эгидой цели по обеспечению экономического роста (Порфирьев, 2022). «Стратегия социально-экономического развития России с низким уровнем эмиссии парниковых газов должна предусматривать соблюдение баланса между решением проблем сохранения населения, улучшения качества его жизни и обеспечением динамичного и инклюзивного экономического роста в стране» (Порфирьев и др., 2021). Соответствуя

⁹⁸ Информационное письмо Банка России от 12.07.2021 № ИН-06-28/49 «О рекомендациях по раскрытию публичными акционерными обществами нефинансовой информации, связанной с деятельностью таких обществ» [Электронный ресурс] // URL: https://cbr.ru/StaticHtml/File/117620/20210712_in-06-28_49.pdf

⁹⁹ IFRS S2 Climate-related Disclosures [Электронный ресурс] // URL: <https://ifrs.org/content/dam/ifrs/project/climate-related-disclosures/issb-exposure-draft-2022-2-climate-related-disclosures.pdf>

задачам, поставленным на международном и национальном уровне, система управления рисками организации должна способствовать минимизации риска с учетом экономических, социальных и других аспектов.

Экономическая эффективность управления климатическими рисками в значительной степени зависит от **эффективности управленческих решений**, ориентированных на интеграцию ESG-принципов и климатической повестки в систему корпоративного управления (Tourbina, 2023; ESG-трансформация, 2022), в том числе в организационную структуру компании. Данный процесс необходимо выстраивать с учетом нормативных и правовых требований, а также своеобразного характера климатических рисков, связанного с неопределенными и необратимыми последствиями изменения климата. На Рисунке 3.21 представлены ключевые участники и их возможные функции в управлении климатическими рисками. Конструктивный подход предполагает интеграцию климатической повестки со стратегией, миссией и целями компании, вовлечение в процесс управления рисками совета директоров, в случае существенности климатических рисков создание комитета (комитетов) по устойчивому развитию и изменению климата и (или) назначение ответственных сотрудников, обладающих необходимыми компетенциями. При реализации конструктивной модели управления деятельность комитетов сопровождает планирование и принятие решений по наиболее важным вопросам. Комитет по устойчивому развитию и изменению климата оказывает содействие Совету директоров в стратегическом руководстве и решении вопросов, связанных с устойчивым развитием и климатической повесткой.

Ключевые участники и их основные функции в управлении климатическими рисками компании	
Совет директоров (наблюдательный совет)	<ul style="list-style-type: none"> — определяет принципы и подходы к управлению климатическими рисками; — устанавливает предельно допустимые уровни рисков в контексте реализации стратегических целей и задач компании; — контролирует вопросы организации управления климатическими рисками и экономической эффективности адаптационных мероприятий; — проводит регулярные (не менее одного раза в год) рассмотрения вопросов климатической повестки.
Комитет по устойчивому развитию и изменению климата	<ul style="list-style-type: none"> — оказывает поддержку Совету директоров и осуществляет надзор за реализацией политик, процессов и стратегий в области устойчивого развития и изменения климата; — курирует вопросы, связанные с устойчивым развитием и климатической повесткой, включая декарбонизацию (с учетом использования инновационных технологий), а также меры относительно соблюдения нормативных требований относительно выбросов парниковых газов; — рассматривает вопросы устойчивого развития и изменения климата.
Подразделение по управлению рисками и внутреннему контролю	<ul style="list-style-type: none"> — несет ответственность за реализацию единой политики организации и интеграцию климатических рисков в общую систему управления рисками; — обеспечивает учет (выявление, оценку и управление) климатических рисков, включая каналы их влияния через традиционные для компании виды рисков; — координирует деятельность структурных подразделений и владельцев (совладельцев) рисков, включая риски, связанные с экстремальными погодными явлениями, медленными изменениями климата и энергопереходом; — разрабатывает, согласовывает и обеспечивает актуализацию локальных нормативных актов и методических документов компании в области управления климатическими рисками; — определяет методологические подходы к процессам управления климатическими рисками и их интеграции в бизнес-процессы компании.
Владельцы и совладельцы рисков	<ul style="list-style-type: none"> — осуществляют реализацию этапов процесса управления климатическими рисками; — предоставляют отчетность по климатическим рискам; — осуществляют выбор способа реагирования на риски, разработку и внедрение мероприятий по управлению рисками; — обеспечивают выполнение мероприятий по управлению рисками.
Деятельность по управлению климатическими рисками должна соответствовать нормативным и правовым требованиям и способствовать реализации стратегических целей и задач.	Мониторинг и управление климатическими рисками – циклический процесс, который должен учитывать не только изменения климата, но и возможные изменения в бизнесе, законодательстве и др.

Рисунок 3.21 – Структура управления климатическими рисками компании

Источник: составлено автором на основе отчетов российских компаний и рекомендаций Банка России¹⁰⁰.

В число основных функций совета директоров могут входить:

- участие в определении стратегических целей и задач компании, в том числе целей в области социальной, экологической (климатической) повестки и управления (ESG-факторы);
- координация и курирование вопросов, связанных с устойчивым развитием и изменением климата, включая декарбонизацию, соблюдение нормативных и правовых требований, внедрение инновационных технологий и др.;
- оценка деятельности руководителей основных структурных подразделений и их участия в процессе управления климатическими рисками;

¹⁰⁰ Информационное письмо Банка России от 04.12.2023 № ИН-018-35/60 «О рекомендациях по учету климатических рисков для финансовых организаций» [Электронный ресурс] // URL: <https://cbr.ru/Crosscut/LawActs/File/6556>

- участие в контроле исполнения утвержденных планов финансово-хозяйственной деятельности организации, включая планы адаптации компании к изменениям климата.

На подразделение по управление рисками и внутреннему контролю возлагается обязанность контролировать связанные с климатом риски и возможности, в том числе основные риски дочерних компаний. Особую роль играют координация всех видов деятельности, методическая поддержка, сбор отчетности по климатическим рискам, сопоставление последних с другими рисками компании. Полученная от комитетов информация используется советом директоров при осуществлении функции контроля за исполнением обязательных требований по управлению рисками. Собрание акционеров и совет директоров на основе рекомендаций профильных комитетов (например, Комитета по стратегии, устойчивому развитию, управлению рисками) определяют единую политику и требования в области управления климатическими рисками.

В процессе управления климатическими рисками должны участвовать не только владельцы рисков и ответственные за реализацию мероприятий по управлению рисками, но и подразделения и сотрудники компании в рамках функциональных направлений деятельности. Корпоративная культура, в рамках которой все работники организации следуют основным принципам и нормативам климатической повестки, в значительной степени определяет эффективность системы управления рисками. Залогом успеха является наличие в компании комплексной программы обучения персонала, получение сотрудниками компании новых знаний, усвоение и постоянное совершенствование навыков и приемов работы с климатическими рисками, участие в процедурах их мониторинга и в мероприятиях по адаптации к изменениям климата. Помимо создания системы обучения персонала, важную роль играет мотивация персонала: наличие материальных и нематериальных стимулов участия сотрудников в управлении климатическими рисками. Подобные меры могут помочь бизнесу не только избежать существенных потерь, но и будут способствовать его дальнейшему развитию.

Не существует общего рецепта построения системы управления климатическими рисками предприятия. Тем не менее, основываясь на результатах выполненного исследования, можно выделить несколько этапов в управлении климатическими рисками.

- **Идентификация и классификация** климатических рисков с указанием и назначением владельцев (совладельцев) риска. Представляется целесообразным использовать фасетно-иерархический подход, позволяющий определить место климатического риска в экономической системе предприятия и обеспечить создание единого реестра рисков в цифровом виде.

- **Постановка целей организации**, на основе которых определяются предельно допустимые и пороговые уровни рисков. В этих целях целесообразно использовать

корпоративный опыт и имеющиеся на предприятии исторические данные об аварийности и убытках (например, акты технического расследования причин аварий), а также информационные ресурсы МЧС, связанные с климатическим воздействием.

- **Комплексная оценка физических рисков и рисков переходного периода**, включающая определение вероятности опасности, а также подверженности и уязвимости предприятия по отношению к климатическому воздействию **в краткосрочной перспективе**. Определив совокупное воздействие климатических факторов на финансовые показатели предприятия, перейти к ранжированию рисков с целью выделения из них наиболее существенных.

- **Оценка рисков в среднесрочной и долгосрочной (на горизонте 2030–2050 гг.) перспективе** с использованием сценарного анализа. При этом для оценки физических рисков можно использовать локализованные для территории присутствия предприятия показатели: например, аномалии температуры воздуха и осадков, изменения повторяемости, интенсивности и продолжительности экстремальных погодных явлений; степень промерзания многолетнемерзлых грунтов и другие. Параметрами рисков переходного периода могут служить ВВП, инвестиции, экономический рост, энергоемкость, ресурсоемкость, объемы выбросов парниковых газов, цена на углерод, раскрытие информации о климате.

- **Разработка планов действий и выбор способов реагирования на климатические риски** (стратегии обработки риска) в зависимости от уровня риска и возможностей предприятия с учетом затрат на реализацию мероприятий по управлению риском, а также предельно допустимого уровня риска. Смягчение риска путем перехода на возобновляемые источники энергии, повышения энергоэффективности и применения новых технологий. Предусмотреть возможное использование новых инструментов управления рисками (внутренняя цена на углерод, углеродные офсетсы, корпоративные климатические инвестиции, климатические технологии). Принять в качестве руководства к действию типовой перечень мер по адаптации к изменению климата.

- **Оценка и мониторинг эффективности мероприятий по управлению климатическими рисками** на основе локальных нормативных актов организации.

Выводы по главе 3

В соответствии с концепцией Межправительственной группы экспертов по изменению климата, а также рекомендаций Министерства экономического развития Российской Федерации структура понятия климатического риска представляет собой единство трех основных компонентов – опасности, подверженности и уязвимости объекта воздействия с учетом его способности к адаптации и смягчению последствий изменения климата. Исходя из этого,

оценка климатических рисков включала определение опасных климатических факторов, а также подверженности и уязвимости предприятия к климатическому воздействию.

Для **количественной оценки в краткосрочной перспективе опасности**, связанной с экстремальными явлениями, на базе архивов ВНИИГМИ-МЦД средних суточных значений температуры воздуха и осадков за период 1961–2020 гг. для 236 станций, расположенных на постсоветском пространстве, проведены расчеты рекомендованных ВМО климатических индексов и выделены регионы (в зависимости от вероятности реализации экстремальных явлений), наиболее чувствительные к увеличению повторяемости, интенсивности и продолжительности экстремальных явлений (южные, юго-западные районы Европейской России, а также северные территории Сибири и Дальнего Востока).

Определены основные показатели **подверженности** (бизнес-единицы (активы) и/или персонал компании) и **уязвимости** (ущерб, неполученный доход, превентивные мероприятия, страхование, эффективное управление и др.) предприятия к воздействию опасности, связанной с экстремальными явлениями, которые могут иметь количественное выражение. Предложен типовой перечень основных факторов и показателей по каждому компоненту риска (опасность, подверженность, уязвимость), который может использоваться для получения комплексной количественной оценки климатического риска.

Составлен **типовой перечень показателей по каждому компоненту риска переходного периода** (опасность, подверженность, уязвимость), полученный с учетом регламентированных требований международных и отечественных стандартов. Данный реестр может модифицироваться и дополняться в зависимости от специфики деятельности предприятия и фактических социально-экономических условий. При наличии необходимой информации оценки рисков переходного периода могут рассчитываться по аналогии с физическими рисками.

Для оценки климатических рисков в долгосрочной перспективе (на горизонте 2040–2050 гг.) использовались методы сценарного анализа. Для **оценки опасности, связанной с медленными изменениями климата**, по результатам гидродинамического моделирования климата были построены карты пространственного распределения аномалий среднегодовой температуры воздуха 20-летнего периода (2020–2049 гг.), рассчитанных по отношению к периоду 1955–1984 гг. для четырех публичных сценариев МГЭИК: SSP1–2.6, SSP2–4.5, SSP3–7.0 и SSP5–8.5. С использованием ранговой шкалы выполнена оценка уровня риска для 85 субъектов Российской Федерации для самого «мягкого» (SSP1–2.6) и самого «жесткого» (SSP5–8.5) сценариев на горизонте 2040–2050 гг., на основе которой определены регионы, наиболее подверженные возрастанию климатического воздействия в долгосрочной перспективе

(Мурманская область, Ненецкий автономный округ, север Западной Сибири и Дальневосточный федеральный округ).

Оценки рисков переходного периода в долгосрочной перспективе основывались на экономических показателях (уровень потребления первичной энергии, выбросы ПГ, темпы роста ВВП, цена на углерод, структура потребления первичной энергии), рассчитанных для четырех, в том числе стрессовых, сценариев развития мировой экономики и экономики России до 2050 г. Сообщества центральных банков и надзорных органов по повышению экологичности финансовой системы (Network for Greening the Financial System, NGFS). Анализ различных сценариев развития экономики с большой долей вероятности позволил идентифицировать пять наиболее значимых для российских компаний на горизонте 2040–2050 гг. рисков, связанных с углеродным регулированием, глобальным снижением уровня спроса на углеродоемкую продукцию, ростом цены на углерод, раскрытием информации о климате, с увеличением повторяемости, интенсивности и продолжительности экстремальных погодных явлений и медленными изменениями климата.

С учетом передовых практик российских и зарубежных компаний, а также результатов анализа научных исследований выделены основные особенности обработки климатического риска, основанной на четырех стратегиях (допущение или принятие риска, передача или разделение риска, смягчение риска, избегание риска). Подчеркнута роль индексного страхования в процессе передачи риска. Отмечено возрастание роли новых инструментов, которыми могут воспользоваться компании для управления климатическими рисками (внутренняя цена на углерод, углеродные оффсеты, корпоративные климатические инвестиции, климатические технологии, изменение бизнес-модели).

Стратегия смягчения климатического риска тесно связана со **стратегией адаптации** (приспособления) компании к фактическим и/или ожидаемым климатическим изменениям и их последствиям. Каждая компания при планировании процесса адаптации ориентируется не только на государственную и международную политику, но и на собственные оценки затрат (экономических, экологических и социальных) и возможностей получения прибыли за счет адаптации к изменению климата. На основе рекомендаций Минэкономразвития и полученных оценок, обусловленной климатическим воздействием опасности, предложен возможный перечень мер адаптации для компаний, расположенных в географических регионах с наиболее высоким уровнем климатического риска.

Эффективное управление климатическими рисками компании должно строиться с учетом основных приоритетов ее бизнеса. При выборе оптимальной стратегии следует учитывать выгоды от деятельности, связанной с климатическими рисками, затраты на мероприятия по смягчению рисков и адаптации к изменениям климата, потенциальные

последствия климатического воздействия. С использованием модели оптимизационного решения, основанной на использовании соотношения между стоимостью адаптационных мероприятий и потерями предприятия в случае реализации климатического риска, показана возможность получения положительного экономического эффекта за счет использования гидрометеорологических прогнозов при удовлетворительном уровне их качества (не ниже 60%-й оправдываемости).

Экономическая эффективность реализации климатической повестки в значительной степени зависит от **эффективности управленческих решений**, ориентированных на интеграцию климатической повестки в экономическую деятельность компании. Предложена встроенная в систему корпоративного управления компании организационная структура, в рамках которой определены ключевые участники и их возможные функции в управлении климатическими рисками. Подчеркнута необходимость вовлечения в процесс управления климатическими рисками органов управления, руководящих лиц, а также работников компании в рамках основных функциональных направлений деятельности – одного из ключевых условий повышения экономической эффективности управления рисками в российских публичных компаниях.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Цель настоящего диссертационного исследования заключалась в разработке подходов и инструментов по управлению климатическими рисками в контексте обеспечения устойчивого экономического развития и роста российских публичных компаний. Для достижения данной цели в работе были проанализированы ключевые документы климатической политики Российской Федерации, международные и национальные стандарты в области управления рисками, научные исследования, публичные отчеты отечественных публичных компаний. Рассмотрены основные особенности климатического воздействия, связанного с увеличением повторяемости, интенсивности и продолжительности экстремальных погодных явлений, медленными изменениями климата и переходом к низкоуглеродной экономике на макро- и микроэкономическом уровне. Получены количественные оценки, указывающие на влияние экологических, климатических, социальных и управленческих факторов на финансовые показатели российских публичных компаний. С использованием открытых источников выполнен контент-анализ климатической повестки в деятельности российских публичных компаний. На основе объединения системно-интеграционной теории предприятия и фасетно-иерархического метода разработана классификация климатических рисков, позволяющая не только выделять ключевые климатические воздействия, но и определять их место и роль в экономической деятельности организации, перейти от качественного описания к цифровому представлению и автоматизированной обработке рисков. Предложен инструментарий для количественной оценки климатических рисков, включая оценки опасности, подверженности и уязвимости предприятия к климатическому воздействию, а также процедура агрегирования данных оценок. Продемонстрирована роль адаптации как ключевого фактора снижения климатического риска. Показаны возможности получения положительного экономического эффекта за счет использования компаниями гидрометеорологических прогнозов в случае удовлетворительного уровня их качества. Предложены возможные управленческие решения проблемы интеграции климатической повестки в экономическую деятельность российских публичных компаний. По результатам работы можно сделать нижеследующие выводы.

Количественные оценки глобальных экономических последствий изменения климата, представленные в литературе, значительно разнятся в зависимости от используемых исходных данных и методов исследования, типов включенного воздействия, параметров модели и характера взаимосвязи между ними. За рамками исследований остаются так называемые «недостающие риски», связанные с неопределенностями не только научного характера (ограниченностью наших знаний, несовершенством моделей, недостаточной точностью

исходных данных и т.д.), но и неопределенностями исторического характера в отношении путей развития человечества в нынешнем столетии и траекторий выбросов парниковых газов.

Влияние изменения климата на финансовое состояние компании носит довольно сложный характер, обусловленный наличием не только прямых, но и обратных связей, порой нелинейного характера между климатической и экономической составляющими. Как показали результаты расчетов, выполненных с использованием дисперсионного анализа, количественные оценки, указывающие на влияние экологических, климатических, социальных и управленческих факторов на рыночную капитализацию российских публичных компаний являются статистически значимыми с доверительной вероятностью не менее 95%.

Анализ источников информации, имеющихся в открытом доступе, показал, что основные направления развития климатической повестки российских публичных компаний связаны с повышением роли совета директоров, разработкой климатической стратегии и политики, интеграцией климатических рисков в общую систему управления рисками организации, раскрытием информации о климате, планированием и реализацией мер адаптации к изменениям климата. Российские компании с учетом особенностей современного экономического развития и лучшей мировой практики выдвигают собственные инициативы и участвуют в разработке стратегии устойчивого развития и адаптации к изменениям климата.

Существующие классификации климатических рисков носят довольно общий характер и ориентированы в основном на физические объекты, биологические и социально-экономические системы и связанные с ними глобальные (по масштабу действия) климатические риски. Разработанная автором классификация выделяет климатические риски в качестве самостоятельной категории в контексте экономической деятельности предприятия с учетом опасностей, связанных с экстремальными погодными явлениями, медленными изменениями климата и переходом к низкоуглеродной экономике. Определив положение климатических рисков в экономической системе предприятия, классификатор позволяет создать единый реестр рисков в цифровом виде. Преимуществом является независимость фасетов, позволяющая использовать классификатор не только в качестве самостоятельной структуры, но и как дополнение к существующей в компании системе управления рисками.

Предложен инструментарий для количественной оценки климатических рисков, основанный на выделении отдельных компонентов климатического риска (опасность, подверженность и уязвимость). На базе архивов ВНИИГМИ-МЦД проведены расчеты рекомендованных ВМО климатических индексов, характеризующих экстремальные явления, и выделены регионы на территории Российской Федерации, где уровень опасности наиболее значителен (южные, юго-западные районы Европейской России, а также северные территории Сибири и Дальнего Востока). В целях определения агрегированного показателя климатического

риска разработан типовой перечень основных показателей (межотраслевых метрик) по каждому компоненту риска (опасность, подверженность, уязвимость), который может корректироваться в зависимости от географического положения и специфики деятельности предприятия. Оценка рисков переходного периода производилась с учетом дополнительной информации в контексте социальных и экономических последствий изменения климата не только в масштабах предприятия, но и глобальной экономики и экономики страны в целом.

Для оценки опасности, связанной с медленными изменениями климата на горизонте 2040–2050 гг., рассмотрены основные особенности географического распределения на территории России аномалий среднегодовой температуры воздуха и осадков за 30-летний период 2020–2049 гг. для четырех предложенных МГЭИК публичных сценариев: SSP1–2.6, SSP2–4.5, SSP3–7.0 и SSP5–8.5. Отмечено, что даже в случае самого «мягкого» сценария SSP1-2.6 изменения температуры воздуха на территории России могут быть более значительными, чем в среднем по глобусу, выходящими за пределы 1,5–2,0 °С, обозначенных в качестве целевых показателей в Парижском соглашении по климату. Выделены субъекты Российской Федерации, наиболее уязвимые к возрастанию климатического воздействия в долгосрочной перспективе (Мурманская область, Ненецкий автономный округ, а также север Западной Сибири и Дальневосточный федеральный округ).

Для оценки финансовой устойчивости организаций в контексте перехода к низкоуглеродной экономике на горизонте 2050 г. были рассчитаны экономические показатели для четырех сценариев, предложенных Сообществом центральных банков и надзорных органов по повышению экологичности финансовой системы (Network for Greening the Financial System, NGFS). На основе сценарного анализа идентифицированы пять наиболее значимых для российских компаний на горизонте 2040–2050 гг. рисков переходного периода, связанных с углеродным регулированием, глобальным снижением уровня спроса на углеродоемкую продукцию, ростом цены на углерод, раскрытием информации о климате, увеличением повторяемости, интенсивности и продолжительности экстремальных погодных явлений и медленными изменениями климата. Проведено ранжирование рисков в зависимости от отраслевой принадлежности компании.

С учетом передовых практик российских и зарубежных компаний, а также результатов анализа научных исследований составлены предложения по управлению климатическими рисками, которыми могут воспользоваться российские компании. Выделены основные особенности обработки климатического риска, основанной на четырех стратегиях (допущение или принятие риска; передача или разделение риска; смягчение риска; избегание риска). Подчеркнута роль индексного страхования в процессе передачи риска. Отмечено возрастание роли новых инструментов, которыми могут воспользоваться компании для управления

климатическими рисками (внутренняя цена на углерод; углеродные офсеты; корпоративные климатические инвестиции; климатические технологии; изменение бизнес-модели).

Стратегия смягчения климатического риска тесно связана со **стратегией адаптации** (приспособления) компании к фактическим и/или ожидаемым климатическим изменениям и их последствиям. Каждая компания при планировании процесса адаптации ориентируется не только на государственную и международную политику, но и на собственные оценки затрат (экономических, экологических и социальных) и возможностей получения прибыли в контексте приспособления к изменениям климата. С учетом полученных количественных оценок климатических рисков предложен возможный перечень мер адаптации для компаний, расположенных в географических регионах с наиболее высоким уровнем опасности, связанной с изменением климата.

Эффективное управление климатическими рисками компании должно строиться с учетом основных приоритетов ее бизнеса. При выборе оптимальной стратегии следует учитывать выгоды от деятельности, связанной с управлением климатическими рисками, а также с мероприятиями по смягчению рисков и адаптации к изменению климата. С использованием простой модели оптимизационного решения, основанной на соотношении между стоимостью адаптационных мероприятий и потерями предприятия в случае реализации климатического риска, показана возможность получения положительного экономического эффекта при использовании метеорологических прогнозов в случае удовлетворительного уровня их качества (не ниже 60%-й оправдываемости).

Экономическая эффективность управления климатическими рисками в значительной степени зависит от **эффективности управленческих решений**, ориентированных на интеграцию климатической повестки в экономическую деятельность компании. Предложена оптимальная встроенная в систему корпоративного управления организационная структура, определены ключевые участники и их возможные функции в управлении климатическими рисками. Сделан вывод, что одним из ключевых условий повышения экономической эффективности реализации климатической повестки в российских публичных компаниях является вовлечение в процесс управления климатическими рисками органов управления, руководящих лиц, а также работников компании в рамках основных функциональных направлений деятельности.

Результаты исследования могут быть использованы на практике в качестве научно-информационной и методической поддержки при управлении климатическими рисками в целях повышения эффективности и дальнейшего экономического роста российских публичных компаний.

СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ И УСЛОВНЫХ ОБОЗНАЧЕНИЙ

В диссертации применяются следующие сокращения и обозначения:

Банк России	Центральный банк Российской Федерации
ВВП	валовой внутренний продукт
ВИЭ	возобновляемые источники энергии
ВМО	Всемирная метеорологическая организация (World Meteorological Organization, WMO)
ВНИИСХМ	Всероссийский научно-исследовательский институт сельскохозяйственной метеорологии
ЗИЗЛХ	Землепользование, изменения в землепользовании и лесное хозяйство
ИКАО	Международная организация гражданской авиации
МГЭИК	Межправительственная группа экспертов по изменению климата (англ. Intergovernmental Panel on Climate Change, IPCC)
Минэкономразвития	Министерство экономического развития Российской Федерации
ООН	Организация Объединенных Наций
ОЭСР	Организация экономического сотрудничества и развития (англ. Organisation for Economic Co-operation and Development, OECD)
ПГ	парниковые газы
ПНГ	попутный нефтяной газ
РКИК ООН	Рамочная конвенция ООН об изменении климата
Росгидромет	Федеральная служба по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды
РФ	Российская Федерация
ФГБУ «ВНИИГМИ-МЦД»	Всероссийский научно-исследовательский институт гидрометеорологической информации – Мировой центр данных
ЦУР	цели устойчивого развития
ЭСКАТО	Экономическая и социальная комиссия для Азии и Тихого океана
CMIP	Coupled Model Intercomparison Project (Проект взаимного сравнения совместных моделей)
Copernicus	Международная платформа по продвижению достижений науки
CORSIA	Carbon Offsetting and Reduction Scheme for International Aviation (Система компенсации и сокращения выбросов углерода)
EM-DAT	The International Disaster Database (Международная база данных о стихийных бедствиях)
IFRS	International Financial Reporting Standards (Международные стандарты финансовой отчетности)
ISIMIP	The Inter-Sectoral Impact Model Intercomparison Project (Проект межсекторального сравнения моделей воздействия)
ISSB	International Sustainability Standards Board (Совет по международным стандартам отчетности в области устойчивого развития)
TCFD	Task Force on Climate Related Financial Disclosures (Рабочая группа по вопросам раскрытия финансовой информации, связанной с изменением климата)
WCRP	World Climate Research Programme (Всемирная программа исследования климата)

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Нормативные правовые акты

1. Федеральный закон Российской Федерации от 4 ноября 1994 г. № 34-ФЗ «О ратификации рамочной Конвенции ООН об изменении климата» // [Электронный ресурс] // URL: <http://government.ru/docs/all/95807/>
2. Федеральный закон от 5 мая 2014 г. № 99-ФЗ «О внесении изменений в главу 4 части первой Гражданского кодекса Российской Федерации и о признании утратившими силу отдельных положений законодательных актов Российской Федерации» (с изменениями и дополнениями) // Официальный сайт Президента России [Электронный ресурс] // URL: <http://kremlin.ru/acts/bank/38444>
3. Распоряжение Правительства Российской Федерации от 13 февраля 2019 г. № 207-р «Об утверждении Стратегии пространственного развития РФ на период до 2025 г.» // Информационно-правовой портал [Электронный ресурс] // URL: <https://base.garant.ru/72174066/>
4. Постановление Правительства Российской Федерации от 21 сентября 2019 г. № 1228 «О принятии Парижского соглашения» // Официальный интернет-портал правовой информации [Электронный ресурс] // URL: <http://publication.pravo.gov.ru/Document/View/0001201909240028>
5. Распоряжение Правительства Российской Федерации от 25 декабря 2019 г. № 3183-р «Об утверждении национального плана мероприятий первого этапа адаптации к изменениям климата на период до 2022 года» (с изменениями на 23 июля 2022 года) // Электронный фонд правовых и нормативно-технических документов [Электронный ресурс] // URL: <https://docs.cntd.ru/document/564102934?marker=65A0IQ>
6. Федеральный закон Российской Федерации от 02.07.2021 № 296-ФЗ «Об ограничении выбросов парниковых газов» // Официальный интернет-портал правовой информации [Электронный ресурс] // URL: <http://publication.pravo.gov.ru/Document/View/0001202107020031>
7. Распоряжение Правительства Российской Федерации от 5 августа 2021 г. № 2162-р. Концепция развития водородной энергетики в Российской Федерации // [Электронный ресурс] // URL: <http://static.government.ru/media/files/5JFns1CDAKqYKzZ0mnRADAw2NqcVsexl.pdf>
8. Распоряжение Правительства Российской Федерации от 23 августа 2021 г. № 2290-р. Концепция по развитию производства и использования электрического автомобильного транспорта в Российской Федерации на период до 2030 года // [Электронный ресурс] // URL: <http://static.government.ru/media/files/bW9wGZ2rDs3BkeZHf7ZsaxnlbJzQbJt.pdf>
9. Постановление Правительства Российской Федерации от 21 сентября 2021 г. № 1587 «Об утверждении критериев проектов устойчивого (в том числе зеленого) развития и требований к системе верификации инструментов финансирования устойчивого развития

в Российской Федерации» (с изменениями и дополнениями) // Информационно-правовой портал [Электронный ресурс] // URL: <https://base.garant.ru/402839344/>

10. Распоряжение Министерства природных ресурсов и экологии РФ от 30 сентября 2021 г. № 38-р «Об утверждении Плана адаптации к изменениям климата в сфере природопользования» // Информационно-правовой портал [Электронный ресурс] // URL: <https://garant.ru/products/ipo/prime/doc/402791975/?ysclid=lz7590pafo991121859>

11. Распоряжение Правительства Российской Федерации от 29 октября 2021 г. № 3052-р. «О Стратегии социально-экономического развития Российской Федерации с низким уровнем выбросов парниковых газов до 2050 года» // Электронный фонд правовых и нормативно-технических документов [Электронный ресурс] // URL: <https://docs.cntd.ru/document/726639341>

12. Постановление Правительства Российской Федерации от 08.02.2022 № 133 «Об утверждении Федеральной научно-технической программы в области экологического развития Российской Федерации и климатических изменений на 2021–2030 годы» // Официальный интернет-портал правовой информации [Электронный ресурс] // URL: <http://actual.pravo.gov.ru/content/content.html#pnum=0001202202140015>

13. Федеральный закон Российской Федерации от 6 марта 2022 г. № 34-ФЗ «О проведении эксперимента по ограничению выбросов парниковых газов в отдельных субъектах Российской Федерации» // Официальный сайт Президента России [Электронный ресурс] // URL: <http://www.kremlin.ru/acts/bank/47605>

14. Распоряжение Правительства Российской Федерации от 11 марта 2023 г. № 559-р «Об утверждении национального плана мероприятий второго этапа адаптации к изменениям климата на период до 2025 года» // Информационно-правовой портал [Электронный ресурс] // URL: <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/406426879/?ysclid=m0qsy025vr599816245>

15. Указ Президента Российской Федерации от 26.10.2023 № 812 «Об утверждении Климатической доктрины Российской Федерации» // Официальный сайт Президента России [Электронный ресурс] // URL: <http://www.kremlin.ru/acts/bank/49910>

Стандарты

16. ГОСТ Р ИСО 31000-2019 Менеджмент риска. Принципы и руководство // Электронный фонд правовых и нормативно-технических документов [Электронный ресурс] // URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200170125>

17. ГОСТ Р ИСО 14090-2019 Адаптация к изменениям климата. Принципы, требования и руководящие указания // Электронный фонд правовых и нормативно-технических документов [Электронный ресурс] // URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200167738>

18. ГОСТ Р ИСО 14064-1-2021 Газы парниковые. Часть 1. Требования и руководство по количественному определению и отчетности о выбросах и поглощении парниковых газов на уровне организации // Электронный фонд правовых и нормативно-технических документов [Электронный ресурс] // URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200181053>

19. ГОСТ Р ИСО 14064-2-2021 Газы парниковые. Часть 2. Требования и руководство по количественному определению, мониторингу и составлению отчетной документации на проекты сокращения выбросов парниковых газов или увеличения их поглощения на уровне проекта // Электронный фонд правовых и нормативно-технических документов [Электронный ресурс] // URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200181054>

20. ГОСТ Р ИСО 14064-3-2021 Газы парниковые. Часть 3. Требования и руководство по валидации и верификации заявлений в отношении парниковых газов // Электронный фонд правовых и нормативно-технических документов [Электронный ресурс] // URL: <https://docs.cntd.ru/document/726720621>

21. ГОСТ Р ИСО 14091-2022 Адаптация к изменениям климата. Руководящие указания по оценке уязвимостей, воздействия и риска // Электронный фонд правовых и нормативно-технических документов [Электронный ресурс] // URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200193814?ysclid=m0quvmmev3501743024>

22. ГОСТ Р ИСО 14080-2021 Управление парниковыми газами и связанные виды деятельности. Система подходов и методическое обеспечение реализации климатических проектов // Электронный фонд правовых и нормативно-технических документов [Электронный ресурс] // URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200181057>

23. ГОСТ Р 71034-2023 Менеджмент риска. Риск-аппетит и ключевые индикаторы риска // Электронный фонд правовых и нормативно-технических документов [Электронный ресурс] // URL: <https://docs.cntd.ru/document/1303621776>

24. Committee of Sponsoring Organizations (COSO). Enterprise Risk Management Integrated, 2004. Enterprise Risk Management. Integrating with Strategy and Performance, 2017 [Электронный ресурс] // URL: <https://www.coso.org/guidance-erm>

25. IFRS S2. IFRS® Sustainability Disclosure Standard. Climate-related Disclosures. June 2023 [Электронный ресурс] // URL: <https://ifrs.org/issued-standards/ifrs-sustainability-standards-navigator/ifrs-s2-climate-related-disclosures/>

Методические материалы

26. «Стресс-тестирование переходных климатических рисков: предварительные оценки». Информационно-аналитический материал // Банк России. Москва, 2024 [Электронный ресурс] // URL: https://cbr.ru/Content/Document/File/158608/info_07022024.pdf

27. Влияние климатических рисков и устойчивое развитие финансового сектора Российской Федерации. Доклад для общественных консультаций // Банк России. Москва, 2020 [Электронный ресурс] // URL: https://cbr.ru/Content/Document/File/108263/Consultation_Paper_200608.pdf

28. Информационное письмо Банка России от 12.07.2021 № ИН-06-28/49 «О рекомендациях по раскрытию публичными акционерными обществами нефинансовой информации, связанной с деятельностью таких обществ» [Электронный ресурс] // URL: https://cbr.ru/StaticHtml/File/117620/20210712_in-06-28_49.pdf

29. Информационное письмо Банка России от 16.12.2021 № ИН-06-28/96 «О рекомендациях по учету советом директоров публичного акционерного общества ESG-факторов, а также вопросов устойчивого развития» [Электронный ресурс] // URL: <https://cbr.ru/Crosscut/LawActs/File/5757>

30. Информационное письмо Банка России от 04.12.2023 № ИН-018-35/60 «О рекомендациях по учету климатических рисков для финансовых организаций» [Электронный ресурс] // URL: <https://cbr.ru/Crosscut/LawActs/File/6556>

31. Климатические риски в меняющихся экономических условиях. Доклад для общественных консультаций // Банк России. Москва, 2022 [Электронный ресурс] // URL: https://www.cbr.ru/Content/Document/File/143643/Consultation_Paper_21122022.pdf

32. Корпоративные стратегии углеродной нейтральности. Обзор климатических обязательств мировых компаний // Департамент многостороннего экономического сотрудничества Минэкономразвития России. [Электронный ресурс] // URL: <https://economy.gov.ru/material/file/f55d57f8dcbb8ec195b1575e857610dc/03062021.pdf>

33. Приказ Министерства экономического развития РФ от 13 мая 2021 г. № 267 «Об утверждении методических рекомендаций и показателей по вопросам адаптации к изменениям климата» [Электронный ресурс] // URL: <https://garant.ru/products/ipo/prime/doc/400673304/?ysclid=m0qxlhgsv8639294715>

34. Приказ Минэкономразвития России от 11 мая 2022 г. № 248 «Об утверждении критериев и порядка отнесения проектов, реализуемых юридическими лицами, индивидуальными предпринимателями или физическими лицами, к климатическим проектам, формы и порядка представления отчета о реализации климатического проекта» [Электронный ресурс] // URL: <https://base.garant.ru/404769817/?ysclid=m0qxs87km391926466>

35. Task Force on Climate-related Financial Disclosures (TSFD). Recommendations of the Task Force on Climate-related Financial Disclosures (June 2017) [Электронный ресурс] // URL: <https://assets.bbhub.io/company/sites/60/2020/10/FINAL-2017-TCFD-Report-11052018.pdf>

36. Task Force on Climate-related Financial Disclosures (TSFD). Guidance on Risk Management Integration and Disclosure (October 2020) [Электронный ресурс] // URL: <https://fsb.org/wp-content/uploads/P291020-2.pdf>

37. Task Force on Climate-related Financial Disclosures (TSFD). Risk Management. [Электронный ресурс] // URL: <https://tcfddhub.org/risk-management>

38. Task Force on Climate-related Financial Disclosures (TSFD). Guidance on Scenario Analysis for Non-Financial Companies (October 2020) [Электронный ресурс] // URL: https://assets.bbhub.io/company/sites/60/2020/09/2020-TCFD_Guidance-Scenario-Analysis-Guidance.pdf

39. TCFD Good Practice Handbook. 2nd Edition (November 2021) [Электронный ресурс] // URL: https://cdsb.net/sites/default/files/tcfdd_good_practice_handbook_v5_pages.pdf

Статьи и монографии

40. Абдурахимова Э.Н., Колесникова К.С., Иващенко Н.П., Тищенко Е.Б., Тищенко С.А. Методы оценки эффективности трансфера технологий // Экономические науки. – 2015. – № 5. – С. 29–33.

41. Башмаков И.А., Мышак А.Д., Башмаков В.А., Башмаков В.И., Борисов К.Б., Дзедзичек М.Г., Лунин А.А., Лебедев О.В. Оценка вклада технологического фактора в повышение энергоэффективности и в динамику выбросов ПГ в секторе «энергетика» России // Фундаментальная и прикладная климатология. – 2023. – Т. 9. – № 4. – С. 403–431.

42. Бобылев С.Н., Пакина А.А., Тарасова Ю.А. Низкоуглеродная повестка в региональных и корпоративных стратегиях развития // Вестник Московского университета. Серия 21: Управление (государство и общество). – 2024. – Том 21. – № 2. – С. 74–92.

43. Большаков В.В. Тенденции развития подходов к отражению влияния климатических рисков в корпоративной отчетности организаций // Хроноэкономика. – 2022. – № 2 (36). – С. 16–24.

44. Буданова М.М., Котловский И.Б. Анализ практики финансирования рисков катастроф на развитых и развивающихся страховых рынках // Страховое Дело. – 2017. – № 5. – С. 15–25.

45. Быков А.А. Неопределенность и риск: взаимоотношение понятий // Проблемы анализа риска. – 2015. – Т. 12. – № 4. – С. 4–5.

46. Быков А.А. О построении системы риск-менеджмента в рамках всего предприятия: уроки и выводы из практики ведущих компаний // Проблемы анализа риска. – 2012. – Т. 9. – № 1. – С. 4–7.

47. Быков А.А., Порфирьев Б.Н. Об анализе риска, концепциях и классификации рисков // Проблемы анализа риска. – 2006. – Т. 3. – № 4. – С. 319–337.

48. Быков А.А., Зайковский В.Э. Методологические прикладные основы управления рисками предприятия и безопасностью населения и окружающей среды / Под общ. ред. чл.-кор. РАН Н.А. Махутова. – Томск: Издательство ТУСУРа, 2022. – 617 с.
49. Данилов-Данильян В.И., Катцов В.М., Порфирьев Б.Н. Проблема климатических изменений – поле сближения и взаимодействия естественных и социогуманитарных наук // Вестник Российской академии наук. – 2020. – Т. 90. – № 10. – С. 914-915.
50. Дзюба Ю.А. и Бакалова И.К. Применение CGE-моделей в качестве инструмента оценки климатической политики: библиометрический анализ // ИНТЕРЭКСПО ГЕО-СИБИРЬ. – 2022. – Т. 2. – № 4. – С. 129–140.
51. «Наше общее будущее» – Доклад Всемирной комиссии по вопросам окружающей среды и развития (доклад Брундтланд) [Электронный ресурс] // URL: <https://un.org/ru/ga/pdf/brundtland.pdf>
52. Доклад о климатических рисках на территории Российской Федерации. – СПб: Климатический центр Росгидромета, 2017. – 106 с.
53. Доклад об особенностях климата на территории Российской Федерации за 2020 год. – Москва, 2021 [Электронный ресурс] // URL: https://meteof.gov.ru/upload/pdf_download/doklad_klimat2020.pdf
54. Доклад об особенностях климата на территории Российской Федерации за 2023 год – Москва, 2024 [Электронный ресурс] // URL: <https://meteof.gov.ru/images/news/20240329/4/DOCK202344.pdf>
55. Долгая А.А. Классификация бизнес-процессов предприятия // Пищевая промышленность. – 2012. – № 2. – С. 42–44.
56. Дудин М.Н., Иващенко Н.П. Мировой опыт и тенденции инновационного освоения Арктических территорий // МИР (Модернизация. Инновации. Развитие). – 2015. – Т. 6. – № 4-1 (24). – С. 107–117.
57. Ефимова О.В. Климатические риски и вопросы их отражения в отчетности организаций // Аудит. – 2022. – № 3. – С. 23–28.
58. Жилина И.Ю. Инновации в борьбе с глобальным потеплением // Экономические и социальные проблемы России. – 2020. – № 1. – С. 81-102.
59. Ивановский Б.Г. Экономическая оценка ущерба от природных бедствий и изменений климата // Экономические и социальные проблемы России. – 2021. – № 1 (45). – С. 125–144.
60. Катцов В.М., Хлебникова Е.И., Школьник И.М., Рудакова Ю.Л. Вероятностное сценарное прогнозирование регионального климата как основа разработки адаптационных программ в экономике РФ // Метеорология и гидрология. – 2020. – № 5. – С. 46–58.

61. Катцов В.М., Порфирьев Б.Н. Оценка макроэкономических последствий изменений климата на территории Российской Федерации на период до 2030 года и дальнейшую перспективу (резюме доклада) // Труды Главной геофизической обсерватории им. А.И. Воейкова. – 2011. – № 563. – С. 14.

62. Катцов В.М., Порфирьев Б.Н. Адаптация России к изменению климата: концепция национального плана // Труды Главной геофизической обсерватории им. А.И. Воейкова. – 2017. – № 586. – С. 7–20.

63. Клейнер Г.Б. Системный ресурс экономики // Вопросы экономики. – 2011. – № 1. – С. 89–100.

64. Клейнер Г.Б. Системная экономика как платформа развития современной экономической теории // Вопросы экономики. – 2013. – Т. 6. – С. 4–28.

65. Клейнер Г.Б., Качалов Р.М., Нагрудная Н.Б. Синтез стратегии кластера на основе системно-интеграционной теории // Отраслевые рынки. – 2016. – № 5. – С. 50–52.

66. Кобышева Н.В., Акентьева Е.М., Галюк Л.П. Климатические риски и адаптация к изменениям и изменчивости климата в технической сфере – Санкт-Петербург: «Издательство Кириллица», 2015. – 214 с.

67. Кобышева Н.В., Акентьева Е.М., Пигольцина Г.Б. Методическое руководство по оценке и управлению погодно-климатическими рисками и разработке адаптационных мер с экономическим обоснованием их применения в хозяйственной и социальной сферах // Труды Главной геофизической обсерватории им. А.И. Воейкова. – 2020. – № 598. – С. 5–136.

68. Кобышева Н.В., Акентьева Е.М., Петерс А.А. Использование климатической информации для обслуживания технической сферы экономики. Главная геофизическая обсерватория им. А.И. Воейкова. Санкт-Петербург. Россия [Электронный ресурс] // URL: <http://193.7.160.230/web/neacc/neacof5/Kobysheva.pdf>

69. Колесников Е.Ю. Тематика неопределенности в публикациях журнала «Проблемы анализа риска» // Проблемы анализа риска. – 2019. – Т. 16. – № 3. – С. 78–93.

70. Концептуальное моделирование процессов управления экономическим риском на основе теории нечеткой логики: коллективная монография / Под ред. Качалова Р.М. – М.: ЦЭМИ РАН, 2017. – 113 с.

71. Котлобовский И.Б., Буданова М.М., Лукаш Е.Н. Возможности применения индексного страхования в России // Страхование Дело. – 2017. – № 8. – С. 20–28.

72. Котлобовский И.Б., Буданова М.М., Лукаш Е.Н. Потенциал развития региональных программ параметрического страхования в России // Финансы: теория и практика. – 2018. – Т. 22. – № 2. – С. 106–123.

73. Кузин Д.В. Менеджмент XXI века: новый взгляд // Управленческие науки. – 2014. – № 4. – С. 16–25.

74. Мазнина Е.В. Типология климатических рисков и их влияние на деятельность коммерческого банка // Банковские услуги. – 2021. – № 1. – С. 33–36.

75. Макаров И.А., Чернокульский А.В. Влияние изменения климата на экономику России: рейтинг регионов по необходимости адаптации // Журнал Новой экономической ассоциации. – 2023. – № 4(61). – С. 145–202.

76. Макоско А.А., Гинзбург А.С., Солдатенко С.А., Матешева А.В. Использование производных финансовых инструментов для уменьшения погодных рисков // Инновации. – 2006. – № 6 (93). – С. 61–70.

77. Мельников В.П., Осипов В.И., Брушков А.В. и др. Оценка ущерба жилым и промышленным зданиям и сооружениям при изменении температур и оттаивании многолетнемерзлых грунтов в Арктической зоне Российской Федерации к середине XXI века // Геоэкология. Инженерная геология, гидрогеология, геокриология. – 2021. – № 1. – С. 14–31.

78. Михеев П.Н. О подходах к учету рисков изменения климатических условий при планировании и реализации нефтегазовых проектов // Проблемы анализа риска. – 2021. – Т. 18. – № 1. – С. 52–65.

79. Михеев П.Н. Фасетно-иерархический подход к классификации климатических рисков в контексте экономической деятельности предприятия // Проблемы анализа риска. – 2022. – Т. 19. – № 6. – С. 10–25.

80. Мухлынина М.М. Новеллы законодательства, регулирующие создание российской методологической и научной базы минимизации экологических и климатических рисков в рамках экологического развития страны // Аграрное и земельное право. – 2022. – № 2 (206). – С. 4–8.

81. Национальный доклад о кадастре антропогенных выбросов из источников и абсорбции поглотителями парниковых газов, не регулируемых Монреальским протоколом, за 1990–2020 гг. – Москва, 2022 [Электронный ресурс] // URL: http://downloads.igce.ru/kadastr/RUS_NIR-2022_v1_rev.pdf

82. Никоноров С.М., Богомазов П.А. Путь к устойчивому развитию в России: оценка ESG трансформации и адаптация к специфике компаний и региональным особенностям // Известия Субтропического научного центра Российской академии наук, издательство ФИЦ «Субтропический научный центр российской академии наук» (Сочи). – 2023. – № 3. – С. 34–47.

83. Оганесян В.В. Климатические изменения как факторы риска для экономики России // Гидрометеорологические исследования и прогнозы. – 2019. – № 3 (373). – С. 161–184.

84. Оценка климатических рисков для адаптации на основе экосистем. Руководство для специалистов по планированию и практиков. – Бонн: GIZ, 2018. – 120 с.

85. Оценочный отчет. Основные природные и социально-экономические последствия изменения климата в районах распространения многолетнемерзлых пород: прогноз на основе синтеза наблюдений и моделирования / Под ред. Анисимова О.А. – ОмННО: Совет Гринпис, 2010. – 44 с.

86. Пашковский Д.А., Быков А.А. Методические подходы и особенности построения фасетно-иерархической классификации рисков вертикально интегрированной компании // Газовая промышленность. – 2021. – № 11 (824). – С. 104–117.

87. Пашковский Д.А., Михеев П.Н. Раскрытие информации, связанной с климатом, в финансовой отчетности вертикально интегрированных холдингов // Инновации и инвестиции. – 2023. – № 12. – С. 267–270.

88. Писаренко Ж.В., Кузнецова Н.П., Тоан Н. Интеграция углеродной повестки в контексте четвертого энергоперехода в стратегии российских энергетических компаний // Международный экономический симпозиум – 2022: материалы международных научных конференций. – СПб.: «Скифия-принт», 2022. – С. 550–557.

89. Портер М.Е. Конкурентное преимущество: Как достичь высокого результата и обеспечить его устойчивость. Учебное пособие – М.: Альпина Паблишер, 2008. – 715 с.

90. Порфирьев Б.Н. Эффективная стратегия действий в отношении изменений климата и их последствий для экономики России // Проблемы прогнозирования. – 2019. – № 3 (174). – С. 3–16.

91. Порфирьев Б.Н. Декарбонизация versus адаптация экономики к климатическим изменениям в стратегии устойчивого развития // Проблемы прогнозирования. – 2022. – № 4 (193). – С. 45–54.

92. Порфирьев Б.Н. и др. Возможности и риски политики климатического регулирования в России // Вопросы экономики. – 2022. – № 1. – С. 72–89.

93. Порфирьев Б.Н., Ревич Б.А. Оценка возможного ущерба здоровью населения от воздействий, связанных с изменчивостью и изменением климата // Проблемы прогнозирования. – 2024. – № 2. – С. 48–53.

94. Порфирьев Б.Н., Широков А.А., Колпаков А.Ю. Стратегия низкоуглеродного развития: перспективы для экономики России // Мировая экономика и межд. отношения. – 2020. – Т. 64. – № 9. – С.1–23.

95. Порфирьев Б.Н., Широков А.А., Колпаков А.Ю. Комплексный подход к стратегии низкоуглеродного социально-экономического развития России // Георесурсы. – 2021. – Т. 23. – № 3. – С. 3–7.

96. Ревич Б.А., Малеев В.В. Изменения климата и здоровье населения России: Анализ ситуации и прогнозные оценки. – М.: ЛЕНАНД, 2011. – 208 с.
97. Руководство по гидрологической практике. Гидрология: от измерений до гидрологической информации. – ВМО: Шестое издание, 2011. – 314 с.
98. Руководство по специализированному обслуживанию экономики климатической информацией, продукцией и услугами / Под редакцией д-ра геогр. наук, профессора Кобышевой Н.В. – СПб, 2008. – 336 с.
99. Светлов Н.М., Сиптиц С.О., Романенко И.А., Евдокимова Н.Е. Влияние изменения климата на размещение отраслей сельского хозяйства России // Проблемы прогнозирования. – 2019. – № 4. – С. 59–73.
100. Семенов С.М., Гладильщикова А.А. Сценарии антропогенных изменений климатической системы в XXI веке // Фундаментальная и прикладная климатология. – 2022. – Т. 8. – № 1. – С. 75–106.
101. Смирнов Н.В., Дунин-Барковский И.В. Курс теории вероятностей и математической статистики для технических приложений. – М.: Наука, 1965. – 512 с.
102. Соя А.В., Котловский И.Б. О возможности применения альтернативных методов управления рисками природных катастроф в России // Управление риском. – 2021. – № 4. – С. 3–11.
103. Третий оценочный доклад об изменениях климата и их последствиях на территории Российской Федерации. Общее резюме // Росгидромет. – Санкт-Петербург: Научно-технологические технологии, 2022. – 124 с.
104. Устинов Д.А. Климатические риски: проблемы раскрытия и анализ динамики // Актуальные проблемы и перспективы развития экономики: российский и зарубежный опыт. – 2022. – № 2 (40). – С. 18–22.
105. Хлебникова Е.И., Салль И.А., Школьник И.М. Региональные климатические изменения как факторы влияния на объекты строительства и инфраструктуры // Метеорология и гидрология. – 2012. – № 12. – С. 19–34.
106. Цыганов А.А., Крутова Л.С. Соблюдение принципов устойчивого развития в сфере страхования // Страховое дело. – 2022. – № 1 (346). – С. 3–10.
107. Широ́в А.А. Как климатическая политика влияет на экономику? ИИП РАН, 2023 [Электронный ресурс] // URL: <https://ecfor.ru/publication/ekonomika-i-klimat/>
108. Широ́в А.А., Порфирьев Б.Н., Колпаков А.Ю. и др. Брошюра: «Экономические эффекты климатических изменений в России» / ИИП РАН, 2024 [Электронный ресурс] // URL: <https://ecfor.ru/publication/broshyura-ekonomicheskije-effekty-klimaticheskikh-izmenenii-v-rossii/>
109. Эфрон Б. Нетрадиционные методы многомерного статистического анализа. М.: Финансы и статистика, 1988. – 263 с.

110. Юлдашев Р.Т., Небольсина Е.В. Глобальные риски 2018 г. и перспективы управления ими // *Страховое дело*. – 2018. – № 2. – С. 3–12
111. Юлдашев Р.Т., Цыганов А.А. Успех страхования свидетельствует о развитой экономике // *Страховое дело*. – 2019. – №3. – С. 3–6.
112. Agrawala S., et al. Plan or react? Analysis of adaptation costs and benefits using integrated assessment models // *Clim Change Econ*. – 2011. – Vol. 2 (3). – P. 175–208.
113. Aguiar A., Narayanan B., McDougall R. An overview of the GTAP 9 data base // *Journal of Global Economic Analysis*. – 2016. – Vol. 1. – No. 1. – P. 181–208.
114. Alcamo J., Dronin N., Endejan M., Golubev G., Kirilenko A. A New Assessment of Climate Change Impacts on Food Production Shortfalls and Water Availability in Russia // *Global Environmental Change*. – 2007. – Vol. 17. – P. 429–444.
115. Anthoff D. and Tol R. On International Equity Weights and National Decision Making on Climate Change // *Journal of Environmental Economics and Management*. – 2010. – Vol. 60 (1). – P. 14–20.
116. Awaysheh A., Heron R., Perry T., Wilson J. On the relation between corporate social responsibility and financial performance // *Strat. Manag. J.* – 2020. – Vol. 33 (11). – P. 1304–1320. URL: <https://doi.org/10.1002/smj.3122>
117. Bakshi G. Why Climate Risk Demands A Targeted Strategy, 2023 [Электронный ресурс] // URL: <https://15rock.com/blog/why-climate-risk-demands-a-targeted-strategy>
118. Barker K., Santos J.R. Measuring the efficacy of inventory with a dynamic input–output model [J] // *International Journal of Production Economics*. – 2010. – Vol. 126 (1). – P. 130–143.
119. Bell F. and van Vuuren G. The impact of climate risk on corporate credit risk // *Cogent Economics & Finance*. – 2022. – Vol. 10(1). – P. 1–16. [Электронный ресурс] // URL: <https://doi.org/10.1080/23322039.2022.2148362>
120. Belozyorov S.A. and Xie X. China's green insurance system and functions // *E3S Web Conf*. – 2021. – Vol. 311. – P. 1–8.
121. Cassimon D., Engelen P., Liedekerke L. When do firms invest in corporate social responsibility? A real option framework // *J. Bus. Ethics*. – 2016. – Vol. 137 (1). – P. 15–29.
122. Climate change 2014: impacts, adaptation, and vulnerability – IPCC WGII AR5 summary for policymakers. – IPCC, 2014. – 151 p. [Электронный ресурс] // URL: <https://ipcc.ch/report/ar5/syr/>
123. Climate financial risk forum guide 2020. Risk management chapter [Электронный ресурс] // URL: <https://fca.org.uk/publication/corporate/climate-financial-risk-forum-guide-2020-risk-management-chapter.pdf>

124. Climate Tango: Principles for integrating physical and transition climate-risk assessment with sectoral examples. – The University of Cambridge Institute for Sustainability Leadership, 2022 [Электронный ресурс] // URL: https://unepfi.org/wordpress/wp-content/uploads/2022/01/Climate-tango_Principles-for-integrating-physical-and-transition-climate-risk-assessment_Report.pdf

125. Dellink R., Lanzi E., Chateau J. The sectoral and regional economic consequences of climate change to 2060 // *Environmental and resource economics*. – 2019. – Vol. 72. – P. 309–363.

126. Diefenbacher N.S., Burke M. Global warming has increased global economic inequality // *Proceedings of the National Academy of Sciences*. – 2019. – Vol. 116. – No. 20. – P. 9808–9813.

127. Dunn J., Fitzgibbons S. and Pomorski L. Assessing Risk Through Environmental, Social and Governance Exposures // *Journal Of Investment Management*. – 2018. – Vol. 16. – No. 1. – P. 4–17.

128. Edwards J., Cui R., Mukherjee A. Assessing the credit impact of climate risk for corporates // *Moody's Analytics*. – 2021 [Электронный ресурс] // URL: https://moodyanalytics.com/articles/pa/2022/assessing_the_credit_impact_of%20climate_risk_for_corporates

129. Engle R.F., Giglio S., Kelly B., Lee H., Stroebel J. Hedging Climate Change News // *The Review of Financial Studies*. – 2020. – Vol. 33. – P. 1184–1216.

130. Erhardt R., Jesse Bell J., Blanton B., Nutter F., Robinson M. Stronger Climate Resilience with Insurance // *Bulletin of the American Meteorological Society*. – 2019. – Vol. 100 (8). – P. 1549–1552.

131. ESG-трансформация как вектор устойчивого развития: в трех томах. Т. 3. / Под общей редакцией К.Е. Турбиной и И.Ю. Юргенса // Московский государственный институт международных отношений (Университет) МИД России, Центр устойчивого развития и ESG-трансформации МГИМО. – Москва: Аспект Пресс, 2022. – 632 с.

132. European Environmental Agency. Impacts of Europe's changing climate – 2008 indicator-based assessment. Joint European Environmental Agency (EEA)-Joint Research Council (JRC)-World Health Organization report. EEA Report No 4/2008; JRC Reference Report No. JRC47756 (EEA, Copenhagen, Denmark).

133. Figge F. Value-based environmental management. From environmental shareholder value to environmental option value // *Corp. Soc. Responsib. Environ. Manag.* – 2005. – Vol. 12 (1). – P. 19-30.

134. Flannigan M., Cantin A.S., de Groot W.J., et al. Global Wildland Fire Season Severity in the 21st century // *For. Ecol. Manage.* – 2013. – Vol. 294. – P. 54–61. doi: 10.1016/j.foreco.2012.10.022

135. Fombrun C., Gardberg, N., Barnett M. Opportunity platforms and safety nets: corporate citizenship and reputational risk // *Bus. Soc. Rev.*, 2000 – Vol. 105 (1). – P. 85–106.

136. G20 Green Finance Synthesis Report. – G20 Green Finance Study Group, 2016. – 35 p. [Электронный ресурс] // URL: http://unepinquiry.org/wp-content/uploads/2016/09/Synthesis_Report_Full_EN.pdf
137. Giese G., Eling L., Melas D., et al. Foundations of ESG Investing: how ESG Affects Equity Valuation, Risk, and Performance // *The Journal of Portfolio Management*. – 2019. – Vol. 45. – P. 1-15.
138. Girod B., et al. The evolution of the IPCC's emissions scenarios // *Environmental science & policy*. – 2009. – Vol. 12. – P. 103–118.
139. Gunasekera D., Ford M., Heyhoe E., Gurney A. Global Integrated Assessment Model: A New Analytical Tool for Assessing Climate Change Risks and Policies // *Australian Commodities*. – 2008. – Vol. 15 (1). – P. 195–216.
140. Guo W. and Hou G. Analysis of Vulnerability and Recoverability of the Energy System in China Based On Inoperability Input-Output Model and a Dynamic Extension // *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. – 2019. – Vol. 252. – Iss. 3. – P. 1–6.
141. Hambela C., Kraftb H., Frederick van der Ploeg. Asset Diversification versus Climate Action. Current version: May 22, 2020 [Электронный ресурс] // URL: https://frbsf.org/wp-content/uploads/Van-der-Ploeg_Asset-Pricing-and-Decarbonization-HKP.pdf
142. Hart S., Milstein M. Creating sustainable value // *Acad. Manag. Exec.* – 2003. – Vol. 17 (2). – P. 56–69.
143. Husted B. Risk management, real options, and corporate social responsibility // *J. Bus. Ethics*. – 2005. – Vol. 60 (2). – P. 175–183.
144. Integrating climate risk into credit risk modeling. ARF-Climate-Risk-Into-Credit-Risk-Models. [Электронный ресурс] // URL: <https://reply.com/contents/ARF-Climate-Risk-Into-Credit-Risk-Models.pdf>
145. IPCC, 2021: Summary for Policymakers. In: *Climate Change 2021: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* [Электронный ресурс] // URL: <http://hdl.handle.net/10204/12710>
146. Jolly W.M., Cochrane M.A., Freeborn P.H., et al. (2015). Climate-induced Variations in Global Wildfire Danger from 1979 to 2013 // *Nat. Commun.* – 2015. – Vol. 6. – P. 7537. doi: 10.1038/ncomms8537
147. Kahn M.E., et al. Long-term macroeconomic effects of climate change: A cross-country analysis // *Energy Economics*. – 2021. – Vol. 104. – P. 105624.
148. Kim S., Lee G., Kang H. Risk management and corporate social responsibility // *Strat. Manag. J.* – 2021. – Vol. 42 (1). – P. 202–230.

149. Kompas T., Pham V.H., Che T.N. The Effects of Climate Change on GDP by Country and the Global Economic Gains From Complying With the Paris Climate Accord // *Earth's Future*. – 2018. – Vol. 6. – Iss. 8. – P. 1153–1173.

150. Ksenofontov M.Y., Polzikov D.A. On the issue of the impact of climate change on the development of Russian agriculture in the long term // *Studies on Russian Economic Development*. – 2020. – Vol. 31. – P. 304–311.

151. Kunpeng Y., Tani H., Zhang J., Guo M., Wang X. and Zhong G. Long-Term Satellite Detection of Post-Fire Vegetation Trends in Boreal Forests of China // *Remote Sens.* – 2013. – Vol. 5. – P. 6938–6957.

152. Kuznetsova N.P., Pisarenko Z.V., Toan N.K., Brylev A.A. and Wenkai X. Institutional Investors in the Green Transformation of Modern Financial Markets // *Financial Engineering and Risk Management*. – 2022. – Vol. 5. – P.114–119.

153. Li Y., Gong M., Zhang X., Koh L. The impact of environmental, social, and governance disclosure on firm value: the role of CEO power // *Br. Account. Rev.* – 2018. – Vol. 50 (1). – P. 60–75.

154. Lioubimtseva E., N. Dronin and A. Kirilenko Grain production trends in the Russian Federation, Ukraine and Kazakhstan in the context of climate change and international trade, In: *Climate change and food systems: global assessments and implications for food security and trade*, Aziz Elbehri (editor). Food Agriculture Organization of the United Nations (FAO). – Rome – 2015. – P. 211–245.

155. *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. [Электронный ресурс] // URL: <https://ipcc.ch/report/managing-the-risks-of-extreme-events-and-disasters-to-advance-climate-change-adaptation/>

156. Mills E. Insurance in a climate of change // *Science*. 2005, Vol. 309. – P. 1040–1044.

157. Nordhaus W.D. Quality Change in Price Indexes // *Journal of Economic Perspectives*. – 1998. – Vol. 12 (1). – P. 59–68.

158. Nordhaus W.D. Economic aspects of global warming in a post-Copenhagen environment // *Proc Natl Acad Sci*. – 2010. – Vol. 107(26). – P. 11721–11726.

159. Nordhaus W.D. Revisiting the social cost of carbon // *Proceedings of the National Academy of Sciences*. – 2017. – Vol. 114. – No. 7. – P. 1518–1523.

160. OECD. *The economic consequences of climate change.* – OECD Publishing, Paris., 2015. – 140 p. [Электронный ресурс] // URL: https://oecd.org/en/publications/the-economic-consequences-of-climate-change_9789264235410-en.html

161. Pedersen L.H., Shaun Fitzgibbons S., Pomorski L. Responsible investing: The ESG-efficient frontier // *Journal of Financial Economics*. – 2021. – Vol. 142 – No. 2. – P. 572–597.

162. Piontek F., et al. Integrated perspective on translating biophysical to economic impacts of climate change // *Nature Climate Change*. – 2021. – Vol. 11. – No. 7. – P. 563–572.
163. Ponomarev E.I., Kharuk V.I., Renson K.J. Wildfires Dynamics in Siberian Larch Forests // *Forests*. – 2016. – Vol. 7 (6). – No. 125. – P. 1–9.
164. Porfiriev B.N. Decarbonization vs. adaptation of the economy to climate change within the sustainable development strategy // *Studies on Russian Economic Development*. – 2022. – Vol. 33. – No. 4. – P. 385–391.
165. Rising J., Tedesco M., Piontek F., Stainforth D.A. The missing risks of climate change // *Nature*. – 2022. – Vol. 610 (7933). – P. 643–651.
166. Stern N. *The Economics of Climate Change: The Stern Review*. – Cambridge: Cambridge University Press, 2007. – 662 p.
167. Stern N. The Economics of Climate Change // *American Economic Review*. – 2008 – Vol. 98.– No. 2. – P. 1–37.
168. Stern N. The Structure of Economic Modeling of the Potential Impacts of Climate Change: Grafting Gross Underestimation of Risk onto Already Narrow Science Models // *Journal of Economic Literature*. – 2013. – Vol. 51. – P.838–859.
169. Stroeve J., Kattsov V., Barrett A., Serreze M., Pavlova T., Holland M. and Meier W. Trends in Arctic Sea ice extent from CMIP5, CMIP3 and observations // *Geophys. Res. Lett.* – 2012 – Vol. 39. – P. L16502.
170. Svetlov N.M., et al. The effect of climate change on the location of branches of agriculture in Russia // *Studies on Russian economic development*. – 2019. – Vol. 30. – P. 406–418.
171. Sun W., Yao S., Govind R. Reexamining corporate social responsibility and shareholder value: the inverted U-shaped relationship and the moderation of marketing capability // *J. Bus. Ethics*. – 2019. – Vol. 160 (4). – P. 1001–1017.
172. Tol R.S.J. The Economic Impacts of Climate Change // *Review of Environmental Economics and Policy*. – 2018. – Vol. 12 (1). – P. 4–25 [Электронный ресурс] // URL: <https://aei.pitt.edu/87788/1/WP255.pdf>
173. Tourbina C.E. Implementation of Sustainable Development Principles into Corporate Risk Management In: *Current Problems of the Global Environmental Economy Under the Conditions of Climate Change and the Perspectives of Sustainable Development* / Ed. Popkova E.G. and Sergi B.S. // Springer Cham, 2023. – 548 p.
174. Tyukavina A., Potapov P., Hansen M.C., et al. Global Trends of Forest Loss Due to From 2001 to 2019 // *Front. Remote Sens.* – 2022. – Vol. 3. [Электронный ресурс] // URL: <https://frontiersin.org/articles/10.3389/frsen.2022.825190/full>

175. United In Science 2023: A multiagency high-level compilation of the latest weather-, climate- and water-related science and services for sustainable development. [Электронный ресурс] // URL: <https://public.wmo.int/en/resources/united-in-science-2023>

176. Walsh, J.E. (2014) / Intensified warming of the Arctic: Causes and impacts on middle latitudes // *Global Planet. Change.* – 2014. – Vol. 117. – P. 52–63.

177. Wang M. and Overland J.E. A sea ice free summer Arctic within 30 years: An update from CMIP5 models // *Geophys. Res. Lett.* – 2012. – Vol. 39. – P. L18501.

178. Wergen S.K. The Impact of Climate Change on Russian Agriculture and Implications for Global Food Security // *Highlights of Sustainability.* – 2022. – Vol. 1 (3). – P. 188–201.

179. WMO. Provisional State of the Global Climate 2022. [Электронный ресурс] // URL: <https://wmo.int/publication-series/provisional-state-of-global-climate-2022>

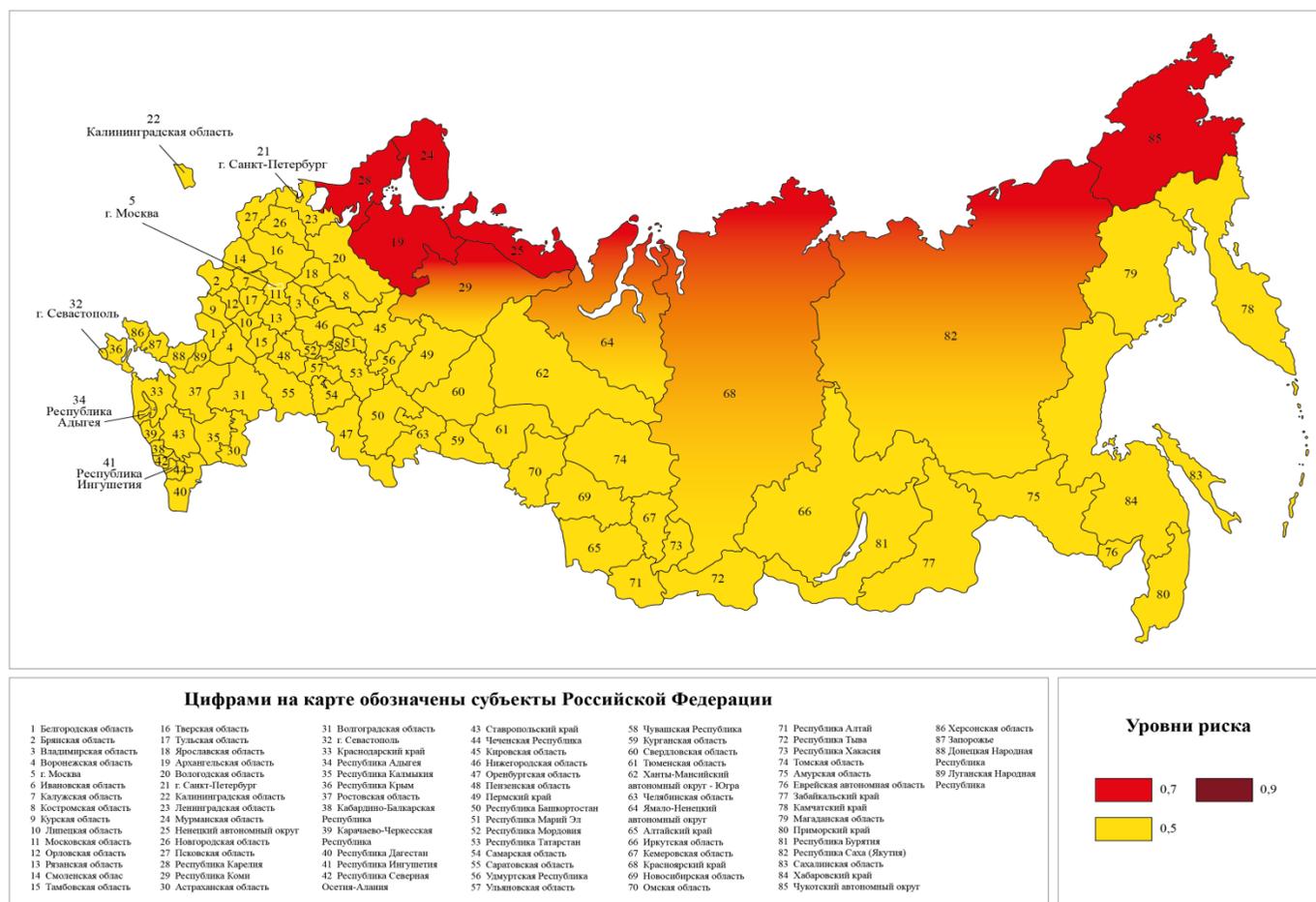
180. World Meteorological Organization. 2023 shatters climate records, with major impacts. [Электронный ресурс] // URL: <https://wmo.int/media/news/2023-shatters-climate-records-major-impacts>

181. Zhu Y., Toth Z., Wobus R., Richardson D., and Mylne K. The economic value of ensemble-based weather forecasts // *BAMS.* – 2002. – Vol. 83. – P. 73–82.

182. Zscheischler J., Westra S., Bart van den Hurk, Senivirantn S.I. Future climate risk from compound events // *Nature Climate Change.* – 2018. – Vol. 8. – No. 6. – P. 469–477.

ПРИЛОЖЕНИЯ

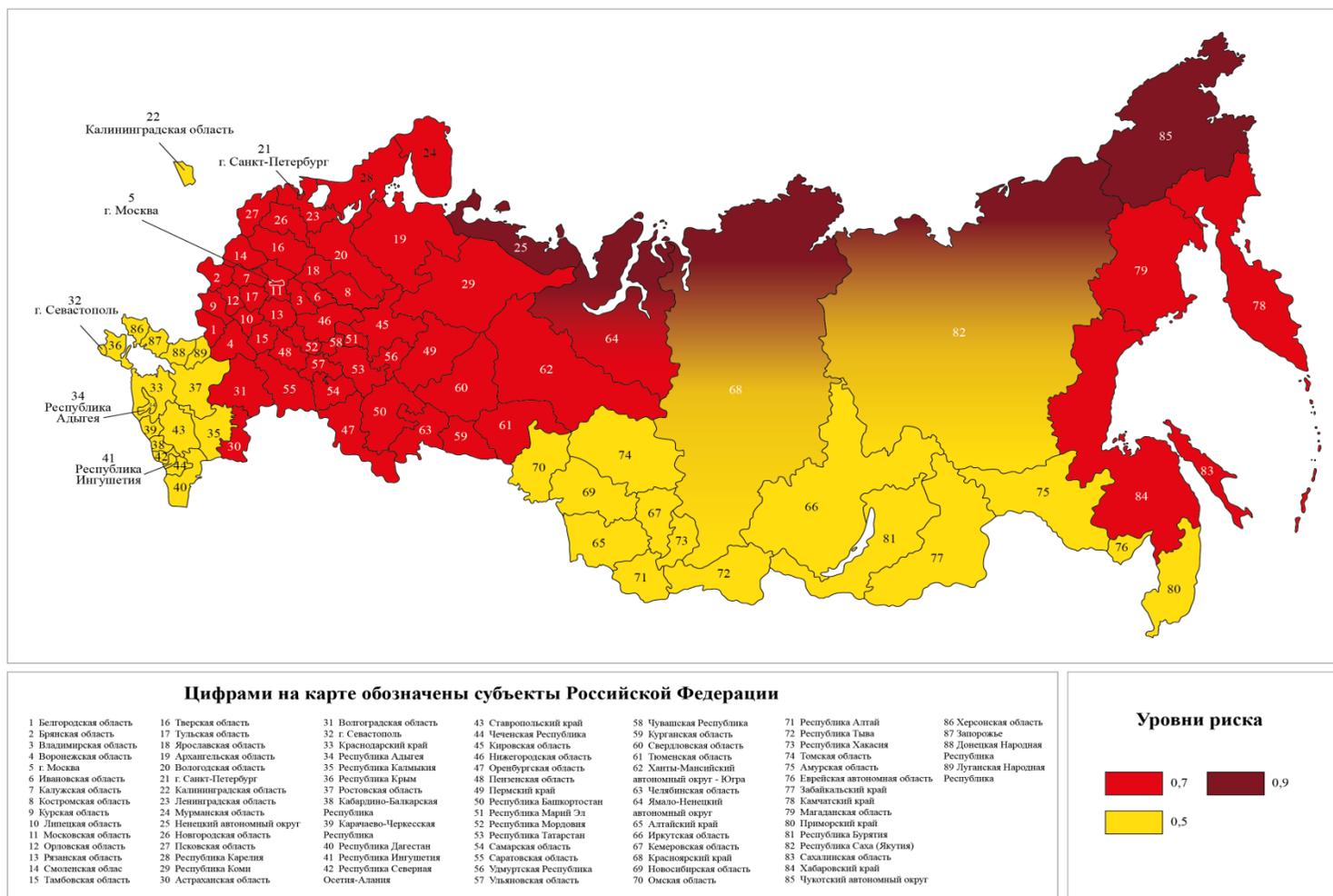
Приложение А. Карты пространственного распределения уровня рисков, связанных с изменением температурного режима на горизонте 2040–2050 гг., для SSP1–2.6 сценария МГЭИК



Источник: разработано автором на основе данных Фазы 6 Проекта взаимного сравнения совместных моделей¹⁰¹.

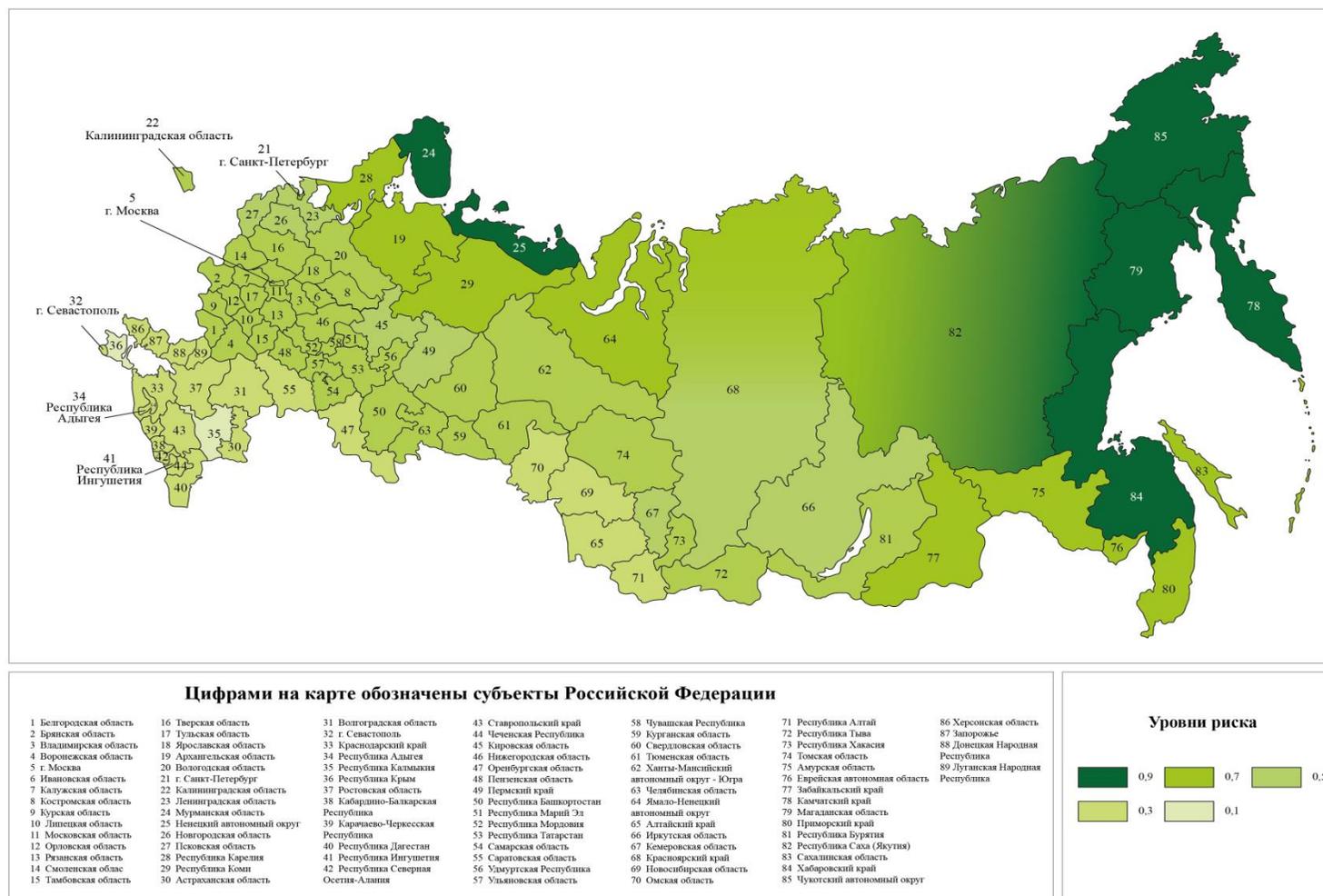
¹⁰¹ CMIP6 – Coupled Model Intercomparison Project Phase 6 [Электронный ресурс] // URL: <https://pcmdi.llnl.gov/CMIP6/>

Приложение Б. Карты пространственного распределения уровня рисков, связанных с изменением температурного режима на горизонте 2040–2050 гг., для SSP5–8.5 сценария МГЭИК



Источник: разработано автором на основе данных Фазы 6 Проекта взаимного сравнения совместных моделей.

Приложение В. Карты пространственного распределения уровня рисков, связанных с изменением режима увлажнения на горизонте 2040–2050 гг., для SSP1–2.6 сценария МГЭИК



Источник: разработано автором на основе данных Фазы 6 Проекта взаимного сравнения совместных моделей.

Приложение Г. Карты пространственного распределения уровня рисков, связанных с изменением режима увлажнения на горизонте 2040–2050 гг., для SSP1–8.5 сценария МГЭИК



Источник: разработано автором на основе данных Фазы 6 Проекта взаимного сравнения совместных моделей.