



Банк России

ФИЗИЧЕСКИЕ КЛИМАТИЧЕСКИЕ РИСКИ: ПОДХОДЫ К АНАЛИЗУ И УЧЕТУ В ФИНАНСОВОМ СЕКТОРЕ

Доклад для общественных консультаций

Москва
2025

ОГЛАВЛЕНИЕ

Резюме	2
1. Изменение климата и климатические риски	6
Современное состояние климата и его будущие изменения	6
Климатический риск и его компоненты.....	8
2. Физические риски и мировая экономика	10
Глобальные оценки ущерба от физических климатических рисков.....	10
Макроэкономическая оценка ущерба.....	13
3. Экономические последствия физических рисков для России	17
4. Физические риски и финансовые организации	27
Каналы влияния.....	27
Оценка риска финансовыми организациями	32
Проблема наличия и качества данных при оценке риска.....	36
Методологии для оценки физических климатических рисков регуляторами	38
Требования по раскрытию информации в надзорной отчетности.....	41
Приложение 1. Глоссарий.....	45
Приложение 2. Климатические модели и сценарии	50
Приложение 3. Описание стихийных бедствий для расчета максимально возможного убытка страховыми компаниями	52
Приложение 4. Инструменты анализа будущих изменений климата и физического климатического риска	53

Материал подготовлен сотрудниками Департамента финансовой стабильности.

Ответы на вопросы, поставленные в докладе, а также замечания и предложения к нему просим направлять до 17 октября 2025 г. включительно на адреса: mmm1@cbr.ru, sidorovskiy@mo@cbr.ru, musaelyanda@cbr.ru.

При использовании материалов ссылка на Банк России обязательна.

Фото на обложке: Shutterstock/FOTODOM

107016, Москва, ул. Неглинная, 12, к. В

Официальный сайт Банка России: www.cbr.ru

© Центральный банк Российской Федерации, 2025

РЕЗЮМЕ

Изменение климата приводит к тому, что такие опасные природные явления, как волны жары, наводнения, засухи и штормовые ветра, становятся более частотными, продолжительными и интенсивными. По наблюдениям Росгидромета, с 1970-х гг. территория России нагревается в 2,5 раза быстрее, чем мир в среднем¹. Такая динамика уже затрагивает ключевые регионы страны и становится угрозой для экосистем, инфраструктуры и здоровья населения. Это в свою очередь значительно препятствует достижению национальных целей развития России, включая улучшение качества жизни, устойчивый экономический рост и создание безопасной среды проживания. Для анализа последствий, к которым приводит изменение климата, используется понятие физического климатического риска как совокупности компонентов опасности, подверженности и уязвимости.

Реализация физических климатических рисков может привести как к прямому ущербу (разрушению инфраструктуры, снижению урожайности, деградации земель), так и к косвенным эффектам (включая перебои в логистике, рост цен, ухудшение условий ведения бизнеса и снижение экономической активности). Совокупный ущерб может быть значительным относительно ВВП. Особенно это [заметно](#) в странах с низким уровнем дохода, тропических регионах, а также островных государствах и прибрежных низинных районах. Для оценки макроэкономического ущерба применяются интегрированные оценочные модели (IAM) и эконометрические подходы, однако каждый из них имеет свои ограничения. В отношении России оценки варьируются в диапазоне от умеренного ущерба² до потенциальной выгоды³ при условии реализации масштабных адаптационных мер, особенно уязвимыми в этом случае остаются регионы в зоне многолетней мерзлоты и аграрные регионы Юга⁴.

Финансовые организации по всему миру уже ощущают воздействие климатических рисков через рост страховых выплат, снижение качества залогов, ухудшение платежеспособности заемщиков⁵. Банки фиксируют рост кредитного риска в уязвимых секторах и регионах⁶, а страховые компании – увеличение нагрузки на резервы и удорожание перестрахования⁷. Однако в силу специфики деятельности финансовых организаций подходы к оценке климатических рисков, используемые предприятиями реального сектора, не могут быть применены. Требуется внедрение модели «опасность – подверженность – уязвимость», позволяющей количественно оценивать риски сразу для всего портфеля финансовых организаций и трансформировать их в финансовые показатели, используемые в системах риск-менеджмента.

Поскольку недооценка климатических угроз способна трансформироваться в системный риск, также необходимы инструменты оценки, мониторинга и раскрытия информации о физических климатических рисках на уровне всего финансового сектора. Международные организации и регуляторы накопили опыт проведения стресс-тестирования, интеграции климатических метрик в надзорную отчетность и развития цифровых платформ для оценки уязвимости. Однако доступ

¹ [Доклад Росгидромета об особенностях климата на территории Российской Федерации за 2024 год. 2025.](#)

² [Порфирьев Б.Н., Колпаков А.Ю., Лазеева Е.А. Оценка влияния изменения климата на экономику России с использованием моделей комплексной оценки \(IAM\). Проблемы прогнозирования. 2025.](#)

³ [Брошюра «Экономические эффекты климатических изменений в России. Анализ рисков и возможностей для устойчивого развития страны». 2024.](#)

⁴ [Makarov I.A. & Chernokulsky A.V. Climate Risks in Russia: Ranking of Regions by Adaptation Needs. Izvestiya, Atmospheric and Oceanic Physics. 2024.](#)

⁵ [Financial Stability Board. Assessment of Climate-related Vulnerabilities. 2025.](#)

⁶ [Bank for International Settlements. Stress-testing banks for climate change – a comparison of practices. 2021.](#)

⁷ [Financial Stability Board. The Implications of Climate Change for Financial Stability. 2020.](#)

к высококачественным данным, моделям и инфраструктуре анализа остается ограниченным, что требует совместных усилий регуляторов, научного сообщества и участников рынка.

Вопросы для консультаций и перспективные направления работы для Банка России, федеральных органов исполнительной власти, научных сообществ, финансовых и нефинансовых компаний и других заинтересованных сторон

1. Физические риски создают прямой ущерб инфраструктуре и сельскому хозяйству и провоцируют косвенные потери через сбои в логистике и снижение деловой активности⁸. Глобальные оценки ущерба разнятся в зависимости от моделей, сценариев и подходов. Региональные исследования выявляют высокую уязвимость развивающихся и тропических стран, а также таких секторов, как сельское хозяйство и туризм. Существующие модели страдают от ограниченной верификации функций ущерба, недостаточного учета необратимых изменений в климатической системе и адаптационных механизмов, что порождает значительную неопределенность прогнозов.

Целесообразно продвигать международное сотрудничество по следующим направлениям:

- разработка глобальных и региональных экономических моделей для оценки физических климатических рисков;
- совершенствование системы мониторинга и оперативного сбора климатических данных для повышения точности прогнозов рисков.

Согласны ли вы с предлагаемыми направлениями работы?

2. Неравномерность распределения ущерба от климатических изменений, недостаток данных и прочие ограничения – серьезный вызов для исследователей. Немногочисленные макроэкономические исследования, в том числе отечественные, отмечают умеренный или даже положительный эффект от изменения климата. Региональные и отраслевые работы по этой теме подтверждают существование серьезных физических рисков для ряда территорий и секторов экономики России. Таким образом, эффекты от систематических рисков в целом по стране и экстренных по регионам неоднородны.

В будущем мы считаем целесообразным реализовать следующее:

- продолжить исследования влияния климатических изменений на экономику России, отдельные сектора и регионы;
- уточнить эффекты от изменения климата и отдельных опасных природных явлений на экономику, используя в том числе эконометрические методы, и сопоставить эти результаты с узкоотраслевыми и региональными оценками;
- оценить потенциальные косвенные эффекты (в том числе на финансовый сектор) от увеличения частоты крупных опасных природных явлений.

Согласны ли вы с предлагаемыми направлениями работы?

3. С учетом потенциальных последствий климатических событий, в том числе роста кредитного и рыночного рисков, необходимо разработать методологию оценки наибольших по объему и значимости портфелей, чувствительных к климатическим угрозам. Такая методология может быть ориентирована на выявление рисков в отдельных регионах, отраслях или группах клиентов, обладающих высокой уязвимостью.

⁸ [IPCC. Climate Change 2022: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the IPCC Sixth Assessment Report. 2022.](#)

Чтобы понять, в каком направлении нужно двигаться при создании методологии, важно прояснить следующее:

- Какие прямые и косвенные физические климатические риски вы считаете наиболее значимыми?
- Как вы учитываете эти риски в процессе оценки своих портфелей?
- Какие источники и форматы информации используете для их выявления, мониторинга и оценки?
- Как вы управляете этими рисками? Какие меры адаптации используете для снижения своего операционного риска?

Также представляется целесообразным создание публичного сервиса, который в свою очередь:

- объединит существующие данные по компонентам «опасность – подверженность – уязвимость»;
- будет иметь модельный аппарат для преобразования этих данных в показатели, которые могут быть легко интегрированы в кредитный процесс или в страхование;
- будет легкодоступен для финансовых компаний (например, через API) и иметь надежную инфраструктуру, предотвращающую утечку данных клиентов.

Риск-офис РНПК обладает наработками в области моделирования наводнений и возможностью масштабировать их на другие типы климатических угроз.

Основным препятствием для проведения оценки физических климатических рисков на уровне финансового сектора остается ограниченность информации. Несмотря на наличие методологических подходов, в том числе адаптированных под нужды регуляторов, количественные оценки ограничены как по охвату, так и по качеству исходных данных.

На первом этапе возможно проведение точечных оценок подверженности конкретным климатическим рискам отдельных классов активов и видов деятельности (например, через опросы кредитных организаций и страховых компаний), а также анализ уже имеющихся внутренних методик.

Следующим шагом может стать проведение стресс-теста, фокус которого целесообразно сместить с поиска точной оценки ущерба на выявление уязвимых сегментов и индикаторов, отражающих чувствительность к физическим рискам. Такой подход позволяет использовать стресс-тест как инструмент выявления пробелов в данных и формирования соответствующего запроса.

В долгосрочной перспективе ключевым направлением работы остается совершенствование объема и детализации доступной информации, в том числе с учетом международного опыта.

Для создания карты подверженности финансовой системы климатическим рискам и дальнейшей разработки инструментов управления рисками необходима база данных, позволяющая Банку России оценить подверженность финансовых организаций физическим рискам. В частности, для оценки количественных метрик подверженности физическим климатическим рискам может использоваться информация:

- о географическом расположении непосредственно кредитуемых или страхуемых объектов (например, в рамках общероссийского классификатора территорий муниципальных образований (ОКТМО)⁹;
- о дополнительных условиях или ограничениях при работе с кредитуемыми или страхуемыми предприятиями, связанных с природно-климатическими условиями (например, ограничения на работу, урезание сроков, исключение части рисков из покрытия, требования по обеспечению дополнительной защиты и так далее);

⁹ В частности, может быть проведен пилотный сбор информации для оценки возможных форматов ее предоставления.

- о более точной разбивке страховых выплат:
 - в рамках реализации опасных природных явлений по типам этих явлений (наводнения, штормовые ветра, засухи, таяние мерзлоты);
 - с выделением пожаров, причиной которых стали природные пожары.

Согласны ли вы с предлагаемыми направлениями работы? Какие формы поддержки (в том числе методической, цифровой или правовой) необходимы со стороны Банка России и федеральных органов исполнительной власти для продвижения этих направлений работы?

Ответы на вопросы, поставленные в докладе, а также замечания и предложения к нему просим направлять до 17 октября 2025 г. включительно на адреса: mmm1@cbr.ru, sidorovskiymo@cbr.ru, musaelyanda@cbr.ru.

1. ИЗМЕНЕНИЕ КЛИМАТА И КЛИМАТИЧЕСКИЕ РИСКИ

Изменение климата приводит к росту частоты, продолжительности и интенсивности опасных природных явлений, включая волны жары, наводнения, засухи и штормовые ветра. Эти изменения уже затрагивают ключевые регионы страны и представляют угрозу для здоровья населения, экосистем и инфраструктуры, что создает значительные препятствия для достижения национальных целей развития России, включая улучшение качества жизни, устойчивый экономический рост и создание безопасной среды проживания. Для анализа последствий используется понятие физического климатического риска как совокупности компонентов опасности, подверженности и уязвимости.

Современное состояние климата и его будущие изменения

Климат Земли меняется быстрее, чем когда-либо в истории цивилизации. Основная причина – [деятельность человека](#), в основном связанная с выбросами парниковых газов. Изменение климата характеризуется долгосрочными изменениями показателей температуры и режима осадков, а также ростом частоты экстремальных явлений. В частности, в 2024 г. глобальная средняя температура у поверхности была [на 1,55°C выше](#) среднего значения периода 1850–1900 гг., что делает 2024 г. самым теплым за всю историю наблюдений. Последние 10 лет, с 2015 по 2024 г., входят в число самых теплых периодов за всю историю наблюдений.

Увеличивается и температура поверхности моря. С 2019 по 2023 г. наблюдался рост на 0,27°C за десятилетие, что [привело к повышению в 4,5 раза](#) скорости нагрева океанических вод с 1980-х годов. В 2024 г. площадь морского льда в Антарктике достигла второго по величине минимума за всю историю наблюдений, а ледники продолжают стремительно таять, что способствует дополнительному выбросу парниковых газов и усиливает климатические изменения.

Помимо этого, современное изменение климата [привело](#) к увеличению частоты, интенсивности и продолжительности явлений, связанных с аномальной жарой, но с другой стороны – к уменьшению количества экстремально холодных дней и ночей в большинстве регионов мира.

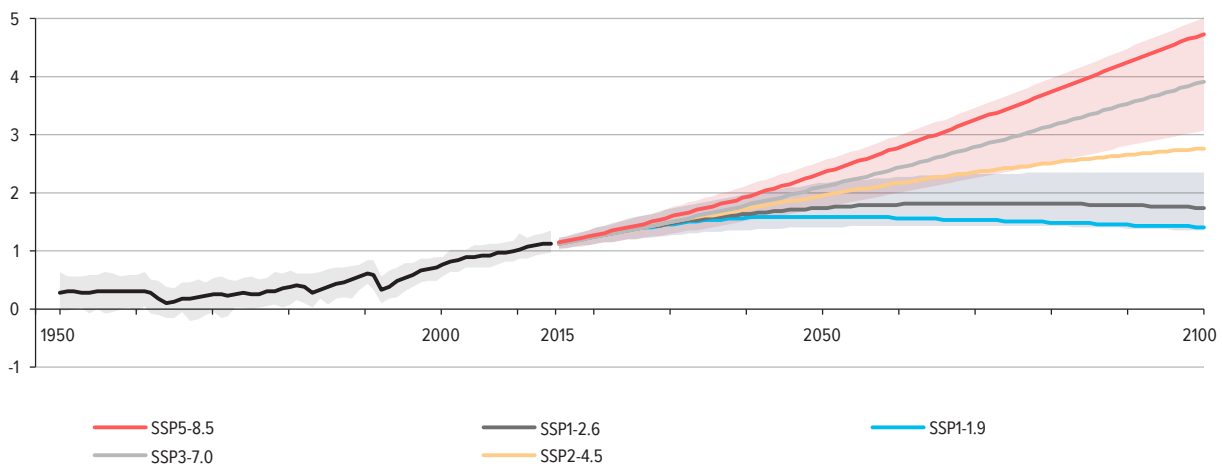
Для решения этой проблемы в 2015 г. в рамках Рамочной конвенции ООН об изменении климата было принято Парижское соглашение – международный договор, целью которого является удержание прироста глобальной средней температуры намного ниже 2°C и приложение усилий в целях ограничения роста температуры до 1,5°C по сравнению с доиндустриальным уровнем. Страны-участницы добровольно обязались снижать выбросы парниковых газов, усиливать адаптацию к последствиям изменения климата и поддерживать менее развитые государства в этих усилиях.

Результаты климатического моделирования показывают, что глобальная средняя температура к концу XXI в. может вырасти почти на 5°C без существенного сокращения антропогенных выбросов парниковых газов (сценарий SSP5-8.5). Активное снижение выбросов [позволит ограничить потепление в пределах 2°C](#) (сценарии SSP1-1.9 и SSP1-2.6) (рис. 1). Подробнее про климатические сценарии см. в приложении 2.

Из-за изменений в климатической системе усиливается неравномерность распределения осадков. В Северной Европе, Южной Азии, на востоке США фиксируется увеличение годовых сумм осадков и, что особенно важно, [рост числа дней с экстремальными осадками](#). Согласно прогнозам каждый градус изменения глобальной температуры [приведет](#) к увеличению количества экстремальных суточных осадков на 7% и к дальнейшему усилению подобных трендов (рис. 2).

ИЗМЕНЕНИЕ ГЛОБАЛЬНОЙ ПРИЗЕМНОЙ ТЕМПЕРАТУРЫ ОТНОСИТЕЛЬНО 1850–1900 ГОДОВ

Рис. 1

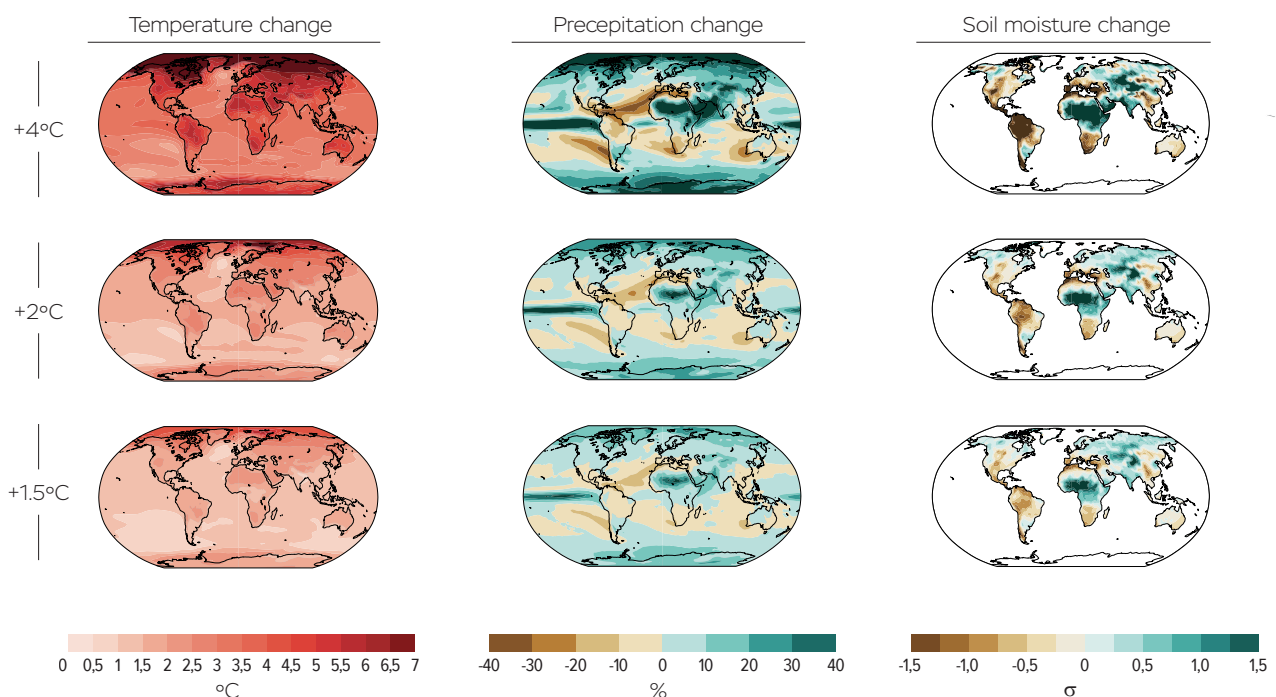


Источник: IPCC. Summary for Policymakers. Climate Change 2021: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. 2021.

Ожидается, что изменение климата повлечет за собой рост числа других опасных метеорологических явлений. Согласно данным ООН, в последние годы засухи по всему миру значительно участились и стали более интенсивными. С 2000 г. их число увеличилось примерно на 30%, особенно в Средиземноморье, Западной Азии, многих частях Южной Америки, большей части Африки и Северо-Восточной Азии. Ожидается, что изменение климата повысит риск засух в регионах мира, где наблюдается быстрый рост населения и существуют проблемы с продовольственной безопасностью. Мегазасухи, то есть продолжительные засушливые периоды длительностью 10 лет и более, также становятся все более частыми и наносят серьезный ущерб, как это было, например, в юго-западной части Северной Америки и в Чили.

ИЗМЕНЕНИЕ ПРИЗЕМНОЙ ТЕМПЕРАТУРЫ ВОЗДУХА, ОСАДКОВ И ВЛАЖНОСТИ ПОЧВЫ ОТНОСИТЕЛЬНО 1850–1900 ГОДОВ

Рис. 2



Источник: IPCC. Summary for Policymakers. Climate Change 2021: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. 2021.

Климатический риск и его компоненты

Климатические изменения [влияют](#) как на экосистемы, так и на человека, его экономическую деятельность и здоровье. Для анализа и оценки такого воздействия было введено понятие «климатический риск». Межправительственная группа экспертов по изменению климата (МГЭИК) в Шестом оценочном докладе [определила](#), что климатический риск возникает в результате динамических взаимодействий между опасностью, связанной с изменением климата, подверженностью и уязвимостью затронутых обществ и экосистем. Оценка ущерба от изменения климата должна определяться как разница между фактическим ущербом от изменения климата и связанных с этим опасными природными явлениями и ущербом в контрфактическом базовом сценарии, то есть ущербом от опасных природных явлений в мире, идентичном нашему, но со стабильными климатическими условиями. Однако на сегодня качество и количество данных не позволяют проводить детальный расчет ущерба в контрфактическом базовом сценарии.

В Шестом оценочном докладе МГЭИК [идентифицировала](#) 127 ключевых климатических рисков для мира в целом. Они разделены на 8 групп в зависимости от объектов воздействия. Описание каждой группы представлено в табл. 1.

ГРУППЫ КЛИМАТИЧЕСКИХ РИСКОВ МГЭИК

Табл. 1

Группа рисков	Примеры
1. Риски для целостности низменных прибрежных социально-экологических систем	Риски для экосистемных услуг, людей, средств к существованию и ключевой инфраструктуры в низменных прибрежных районах, связанные с широким спектром опасностей: изменение уровня моря, потепление и закисление океана, экстремальные погодные явления (штормы, циклоны), потеря морского льда и так далее
2. Риски для наземных и морских экосистем	Трансформация наземных и океанических/прибрежных экосистем, включая изменение их структуры и/или функционирования, а также утрату биоразнообразия
3. Риски для критически важной инфраструктуры и услуг	Системные риски из-за экстремальных событий, приводящих к разрушению инфраструктуры, обеспечивающей критически важные товары и услуги
4. Риски для уровня жизни	Экономические последствия в различных масштабах, включая воздействие на объем ВВП, уровень бедности и средства к существованию, а также усугубляющие социально-экономическое неравенство между странами и внутри стран
5. Риски для здоровья населения	Смертность и заболеваемость населения, вызванные жарой и волнами тепла, а также инфекционными и паразитарными заболеваниями и заболеваниями, передающимися через воду
6. Риски для продовольственной безопасности	Продовольственная нестабильность и разрушение продовольственных систем из-за воздействия изменения климата на ресурсы суши или океана
7. Риски для водной безопасности	Риски, связанные с наводнениями и засухами, а также ухудшение качества воды
8. Риски для мира и мобильности населения	Риски возникновения вооруженных конфликтов, а также риски невозможности покинуть территории, затронутые изменением климата

Источник: [IPCC. Climate Change 2022: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the IPCC Sixth Assessment Report. 2022.](#)

В целом подходы к оценке климатических рисков во многих отраслях, таких как строительство, сельское хозяйство или финансы, традиционно строятся на оценке исторических данных. Например, строительные правила основываются на климатических нормах без учета современного изменения климата. Кредитные организации оценивают вероятность дефолта на основе статистики прошлых лет, а страховые компании – вероятность реализации страхового риска, опираясь в том числе на частоту и масштабы предыдущих убытков.

Однако климатические изменения ведут к тому, что опасные явления по своей частоте и интенсивности существенно отклоняются от своих долгосрочных исторических трендов. Это создает разрыв между традиционными оценками рисков и реальными опасностями, которые возникают в новых климатических условиях. Строительные нормы, разработанные десятилетия назад, могут не учитывать участвовавших экстремальных осадков или таяния мерзлоты,

а финансовые модели – недооценивать рост кредитных рисков в регионах, ставших более уязвимыми из-за изменения климата.

Все это обуславливает необходимость отдельной оценки и учета физических климатических рисков. Традиционные методы анализа, основанные на исторических данных, должны быть дополнены прогнозными моделями, которые учитывают динамику климатических изменений. Только так можно обеспечить устойчивость инфраструктуры, финансовой системы и экономики в целом к новым вызовам.

2. ФИЗИЧЕСКИЕ РИСКИ И МИРОВАЯ ЭКОНОМИКА

Совокупный ущерб от физических климатических рисков на горизонте 2050 и 2100 гг. может достигать значительной доли ВВП, особенно в странах с низким уровнем дохода или в странах тропического климатического пояса. Для оценки макроэкономического ущерба применяются интегрированные оценочные модели (IAM) и эконометрические подходы, однако их эффективность ограничена из-за длинного горизонта и высокой неопределенности в динамике опасных природных явлений и механизмов адаптации к изменению климата.

Глобальные оценки ущерба от физических климатических рисков

Согласно Шестому оценочному докладу МГЭИК, при глобальном потеплении примерно на 4°C к 2100 г. возможны потери мирового ВВП в диапазоне 10–23% без учета адаптации¹⁰. В основе этого лежат исследования [Burke M. et al. \(2015\)](#), [Kahn M.E. et al. \(2019\)](#) и [Kalkuhl M. & Wenz L. \(2020\)](#). При этом в региональном разрезе МГЭИК ожидает, что потери будут неравномерными. Например, развивающиеся страны, особенно в Африке и Южной Азии, понесут более серьезные экономические убытки, достигающие 15% ВВП к 2050 г. ([Baarsch F. et al. \(2020\)](#)) и до 80% к 2100 г. в худших сценариях ([Burke M. et al. \(2015\)](#)). Аналитики Swiss Re Institute ожидают, что сильнее всего от изменения климата пострадают страны Юго-Восточной Азии, Африки и Ближнего Востока¹¹. В 2014–2023 гг. в мире ежегодно фиксировалось в среднем 20–30 млн случаев перемещений вследствие бедствий, из которых более 80–90% связаны с климатическими опасностями, преимущественно наводнениями и штормами. В подавляющем большинстве такая миграция была характерна для развивающихся стран, где ограниченные возможности адаптации и восстановления усиливают долгосрочные социально-экономические последствия.

ВВП остается базовым показателем для выражения ущерба от изменения климата. Однако экономисты, моделируя ущерб от изменения климата, выходят за рамки ВВП, пытаются перевести потери, в том числе неэкономические, в денежный эквивалент¹². По этой причине на практике может возникнуть путаница между самим ВВП как показателем, который включает только рыночные операции, и методами оценки климатического ущерба, которые иногда используют ВВП в качестве основы, но дополняют его неэкономическими компонентами через специальные модели¹³.

Физические риски становятся все более значимым источником рисков для финансовой системы. Примером заражения финансовой системы после реализации крупной чрезвычайной ситуации природного характера можно привести наводнение в Пакистане в 2022 году. В результате него десятки тысяч людей погибли или получили ранения, миллионы были вынуждены покинуть свои дома, было уничтожено 13 тыс. км дорог, 2 млн домов, 500 мостов и 5 млн акров посевов, а треть территории страны оказалась под водой. Наводнение нанесло стране ущерб на сумму 30,1 млрд долл. США (14,9 млрд долл. США – физическое разрушение

¹⁰ [IPCC. Climate Change 2022: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the IPCC Sixth Assessment Report. 2022.](#)

¹¹ [Swiss Re Institute. The economics of climate change: no action not an option. 2021.](#)

¹² Неэкономические потери (non-economic losses, НЭП) в результате изменения климата – это ущерб, который сложно оценить в денежном выражении, например, потеря жизни, здоровья, культурного наследия или экосистемных услуг. Такие потери отличаются от экономических, которые подразумевают измеримую потерю имущества, активов или доходов. Понимание и учет НЭП имеют решающее значение для комплексного подхода к оценке воздействия изменения климата и реагированию на него.

¹³ [Nordhaus William D. and Andrew Moffat A. survey of global impacts of climate change: replication, survey methods, and a statistical analysis. 2017.](#)

инфраструктуры, зданий и других материальных объектов, 15,2 млрд долл. США – потеря доходов и другие утраченные экономические возможности), что составляет более 4% ВВП страны. Потери в финансовом секторе составили 417 млн долл. США из-за физического разрушения инфраструктуры (например, банковских филиалов и банкоматов), потерь по кредитам и дополнительных страховых выплат. При этом часть населения столкнулась с ограничением финансирования. Для восстановления после наводнения правительству Пакистана потребовалось 16,3 млрд долл. США. Ущерб не был застрахован, что потребовало обращения к МВФ за срочной финансовой поддержкой. В итоге в 2023 г. государственный внешний долг страны вырос на 32%, до 77 млрд долл. США, а долг перед МВФ – на 45%, до 7 млрд долл. США.

По оценке экономистов Международного валютного фонда (МВФ)¹⁴, в развитых экономиках оперативное увеличение государственных расходов позволяет компенсировать негативное воздействие, что поддерживает стабильность темпов роста ВВП и устойчивость внешнеторговой деятельности, чего нельзя сказать о развивающихся странах. В развивающихся странах ограниченное фискальное пространство и слабые институциональные механизмы приводят к значительному снижению экономической активности в год катастрофы, а последующее восстановление не компенсирует понесенные потери. При этом малые островные государства особенно уязвимы из-за зависимости от туризма и внешней торговли. В этом случае повреждение ключевых объектов (например, портов) и снижение экспортных потоков усугубляют экономические последствия природных катастроф.

Проведение активной политики сокращения глобальных выбросов парниковых газов позволит избежать части ущерба. При этом развивающиеся страны потенциально гораздо более заинтересованы в быстром сокращении выбросов парниковых газов, чем развитые страны. Развивающиеся экономики Африки и Азии несут самые высокие относительные (выраженные в % ВВП) потери из-за изменения климата. В странах Африки ежегодные прямые убытки уже достигают 2–5% национального ВВП и продолжают расти¹⁵, а в Азии ежегодный ущерб от опасных метеорологических явлений увеличится с 2,9 до 3,1% регионального ВВП при потеплении на 2°C к середине века¹⁶. К ключевым рискам для Африки МГЭИК относит увеличение продолжительности засух и рост средних температур, что ведет к разрушению природных экосистем и снижению биоразнообразия¹⁷. Основной угрозой для населения является рост заболеваемости и смертности из-за воздействия высоких температур и распространения инфекционных болезней, а также снижение производства сельскохозяйственной продукции. Изменение климата в Азии приводит к росту частоты, продолжительности и интенсивности засушливых периодов, происходит ослабление муссонной циркуляции с последующим изменением распределением осадков в регионе¹⁸. Для Южной и Юго-Восточной Азии характерен риск более разрушительных наводнений и ураганов.

Хотя недофинансирование мер адаптации остается системной проблемой во всем мире (нехватка финансирования по данным ЮНЕП составляет 187–359 млрд долл. США в год до 2030 г., при фактическом финансировании около 25 млрд долл. США), наиболее остро вопрос адаптации стоит в наименее развитых странах, большинство из которых расположено в Африке и Азии¹⁹. Вместе с тем из-за хронического недофинансирования каждый вложенный в адаптацию

¹⁴ [Nguyen Ha, Alan Feng, and Mercedes Garcia-Escribano. Understanding the Macroeconomic Effects of Natural Disasters. 2025.](#)

¹⁵ [WMO. State of the Climate in Africa 2023.](#)

¹⁶ [ESCAP. Asia-Pacific Disaster Report 2023.](#)

¹⁷ [IPCC. Climate Change 2022: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the IPCC Sixth Assessment Report. 2022.](#)

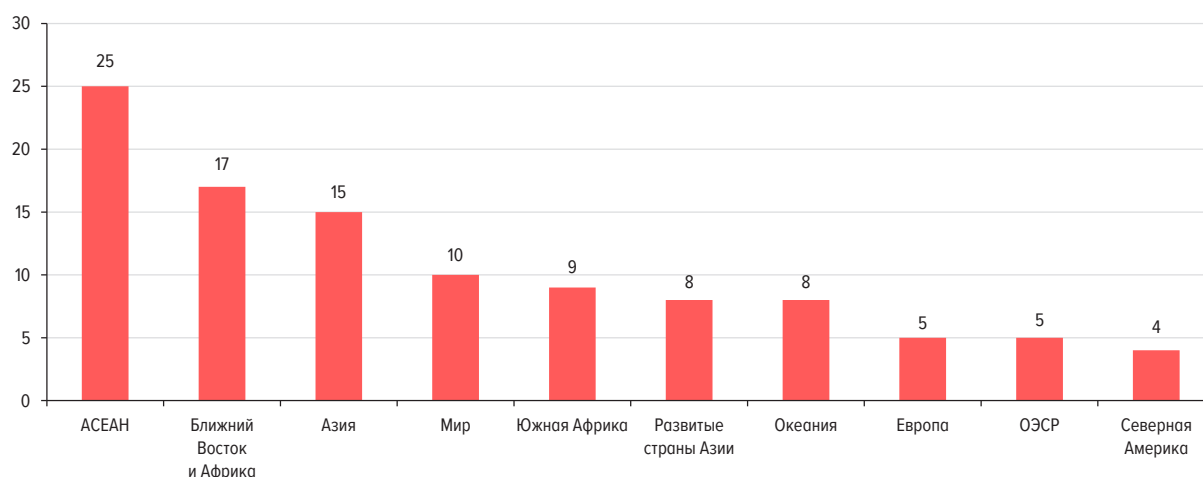
¹⁸ [IPCC. Climate Change 2022: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the IPCC Sixth Assessment Report. 2022.](#)

¹⁹ [UNEP \(2024\). Adaptation Gap Report 2024.](#)

региональных экономик доллар дает больший эффект в виде предотвращенных потерь по сравнению с экономиками развитых стран²⁰. Для развитых стран сокращение потенциального ущерба будет не таким большим, как для развивающихся стран Африки и Азии. Аналитики Swiss Re Institute также указывают, что предотвратимые потери для развивающихся стран выше, чем для развитых стран (рис. 3). Если будет достигнута цель Парижского соглашения по удержанию прироста глобальной средней температуры намного ниже 2°C, можно будет предотвратить до 10% ожидаемых потерь мирового ВВП к середине века по сравнению с потеплением на 2,6°C.

ПОТЕНЦИАЛЬНО ПРЕДОТВРАТИМЫЕ ПОТЕРИ ПРИ ДОСТИЖЕНИИ ЦЕЛЕЙ ПАРИЖСКОГО СОГЛАШЕНИЯ.
ГИБРИДНАЯ МОДЕЛЬ MOODY'S
(В % ОТ СЦЕНАРИЯ ПОТЕПЛЕНИЯ НА 2,6°C)

Рис. 3



Источник: [Swiss Re Institute. The economics of climate change: no action not an option. 2021.](#)

Для достижения цели Парижского соглашения используются меры митигации, то есть меры по снижению объемов выбросов парниковых газов или увлечению их поглощения, направленные на замедление темпов изменения климата. Это может быть развитие возобновляемой энергетики, повышение энергоэффективности, охрана лесов и переход к низкоуглеродным технологиям.

Страхование климатических рисков – важный инструмент для защиты инвестиций в проекты, направленные на митигацию и адаптацию к изменению климата, и для минимизации финансовых потерь при экстремальных погодных явлениях. В ряде стран все чаще используется параметрическое (или индексное) страхование, которое позволяет автоматически осуществлять выплаты при достижении заранее установленных климатических порогов²¹. Это снижает неопределенность для инвесторов и способствует оперативному восстановлению после катастроф, что особенно важно для стран с ограниченными государственными ресурсами.

Также в мировой практике применяются такие финансовые инструменты, как облигации катастроф (catastrophe bonds) и их разновидность – облигации устойчивости (resilience bonds). Облигации катастроф – это финансовые инструменты, которые позволяют государствам, страховщикам и другим участникам экономической деятельности привлекать средства для покрытия убытков от природных катастроф. Выплаты инвесторам по таким облигациям зависят от того, реализовалось определенное событие катастрофического характера или нет. При этом реализация серьезного страхового риска (например, из-за сильного землетрясения) может привести к потере всех вложений по таким финансовым инструментам. Для инвесторов

²⁰ [Global Commission on Adaptation. 2019. Adapt Now: A Global Call for Leadership on Climate Resilience.](#)

²¹ [Financial Stability Institute. Turning up the heat – climate risk assessment in the insurance sector. 2019.](#)

это рискованный, но, как правило, высокодоходный инструмент, слабо коррелирующий с финансовыми рынками.

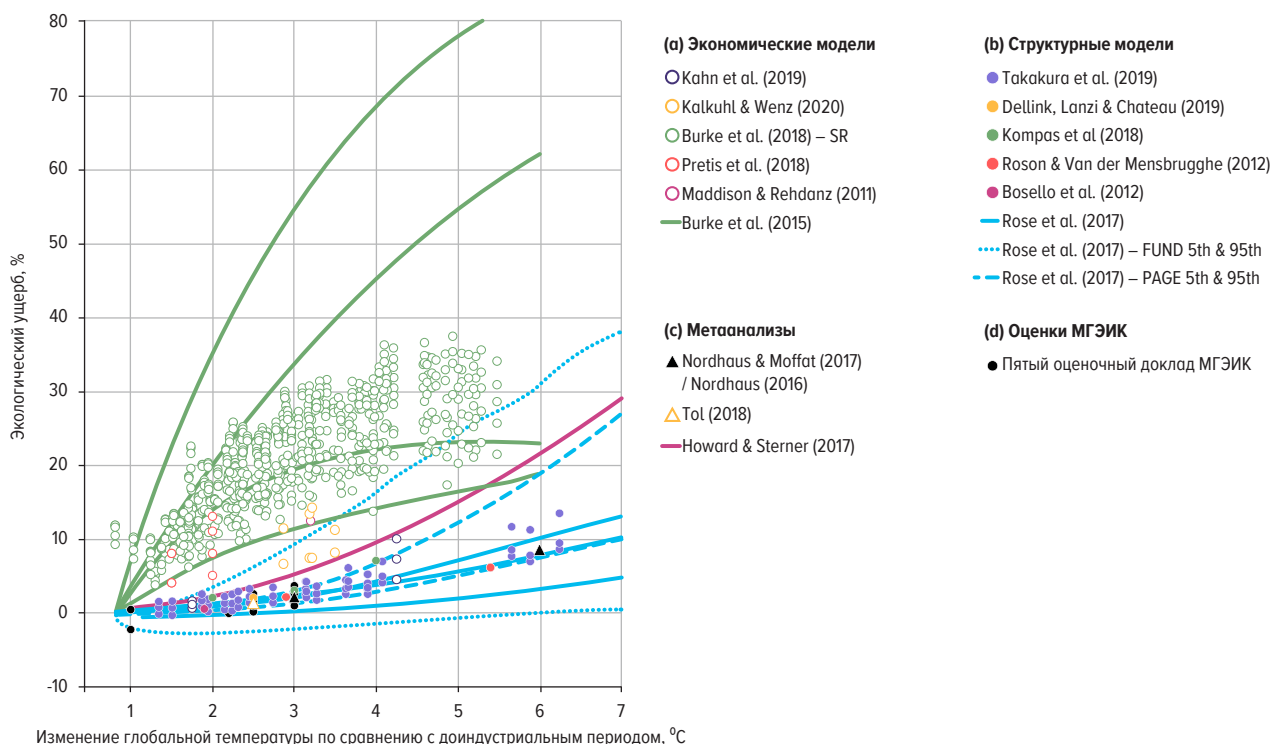
Основным отличием облигаций устойчивости от традиционных облигаций катастроф является то, что инвесторы заранее соглашаются дисконтировать купоны, которые они должны получать, если организация, инициирующая выпуск облигаций, реализовала проекты по повышению устойчивости, снижающие риски катастроф. Средства, сэкономленные таким образом, также направляются на проекты по повышению устойчивости – например, на строительство дамб или защиту от наводнений. Это выгодно и для общества, и для инвесторов.

Макроэкономическая оценка ущерба

Широкий диапазон оценок возможных потерь, связанных с изменением климата, отражает сложность этой задачи для науки. Она сопряжена с множеством неопределенностей, особенно в количественной оценке косвенных последствий реализации опасных природных явлений, вызванных изменением климата. Исследователи используют различные подходы для количественной оценки ущерба от реализации физических климатических рисков и влияния изменения климата на ВВП на средне- и долгосрочном горизонтах (рис. 4). При этом структурное экономическое моделирование и эконометрические методы являются доминирующими макроподходами в научной среде.

ОЦЕНКИ УЩЕРБА ДЛЯ МИРОВОЙ ЭКОНОМИКИ ОТ ИЗМЕНЕНИЯ КЛИМАТА
(ЕЖЕГОДНЫЕ ПОТЕРИ МИРОВОГО ВВП В % ОТНОСИТЕЛЬНО СЦЕНАРИЯ БЕЗ ИЗМЕНЕНИЯ КЛИМАТА)

Рис. 4



Источник: [IPCC. Climate Change 2022: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the IPCC Sixth Assessment Report. 2022.](#)

Структурное экономическое моделирование применяется, чтобы проанализировать влияние изменения климата на факторы производства, выпуск, потребление домохозяйств, совокупные инвестиции и рынки для различных секторов экономики и регионов ([Reilly J. et al. \(2007\)](#), [Roson R., & Van der Mensbrugghe D. \(2012\)](#), [Dellink R. et al. \(2019\)](#), [Takakura J. et al. \(2019\)](#)), часто

с использованием вычислительных моделей общего равновесия (CGE). Структурные модели позволяют оценить, как рыночные и нерыночные воздействия могут проникать в экономику, а также адаптационные реакции на рынках факторов производства и выпуска, в потребительских и инвестиционных решениях, в межрегиональной торговле – например, [Dellink R. et al. \(2019\)](#), [Takakura J. et al. \(2019\)](#).

Интегрированные оценочные модели (IAM) связывают климатические прогнозы с экономическими показателями через функции ущерба, отражающие зависимость между температурой и потерями капитала²². К таким моделям относятся модели [DICE](#), [PAGE](#), [GCAM](#) и [REMIND-MagPIE](#). В большинстве IAM ущерб учитывается лишь как потеря текущего выпуска, без должного учета долгосрочных эндогенных факторов (таких как инвестиции или технологические изменения). Наконец, во многих моделях этого типа слабо отражены механизмы финансовых шоков и другие потенциальные источники системных последствий, включая миграцию населения, рост смертности и вооруженные конфликты, что может привести к недооценке климатических рисков. При этом многие IAM обновляются через регулярные пересмотры входных данных, обновления кода и архитектуры модели. IAM имеют свои сферы применения и могут быть использованы не только для оценки последствий изменения климата, но и анализа климатической и энергетической политики, моделирования взаимосвязей между экономикой, окружающей средой и технологиями на глобальном и региональном уровнях.

Другой макроподход включает использование эконометрических оценок влияния исторических климатических данных (обычно температуры и осадков) на экономические показатели с последующим применением этих оценок для исследования будущих последствий. Построение этих моделей не требует предположений о том, как люди, компании и правительства адаптируются к изменению климата. Вместо этого они используют наблюдаемые данные, которые уже включают фактические адаптационные меры. Например, [Burke M. et al. \(2015\)](#) с помощью эконометрических методов показали, что общая экономическая активность является нелинейной функцией температуры для всех стран: производительность достигает максимума при среднегодовой температуре в 13°C, а затем снижается при более высоких температурах. Этот тренд оказался универсальным во всем мире, неизменным с 1960 г. и наблюдаемым как в сельскохозяйственной, так и в несельскохозяйственной деятельности богатых и бедных стран. Однако этот подход не учитывает возможности радикальной трансформации климатического режима за пределами ранее зафиксированных значений, что ограничивает его прогнозную силу. Он не позволяет явно моделировать структурные сдвиги в экономике, институциональное развитие или технологическую адаптацию, которые могут смягчить последствия изменения климата. Кроме того, агрегированный характер оценок может скрывать важные региональные и секторальные различия в уязвимости. Наличие нелинейных эффектов и обратных связей между климатом и экономикой остается за пределами таких моделей.

Разрыв между оценками в рамках разных подходов сохраняется. Например, структурные модели прогнозируют потери до 20% ВВП при потеплении на 4°C относительно доиндустриального периода, тогда как эконометрические – до 70%²³. С одной стороны, разность оценок можно объяснить тем, что структурные модели лучше учитывают адаптацию к изменению климата. С другой – при росте температуры на 6°C структурные модели оценивают ущерб лишь в 0–30%, тогда как на практике такое потепление ведет к потенциальной физической непригодности для проживания многих частей Индии, Ближнего Востока, Юго-Восточной Азии и Африки. Даже молодые и здоровые люди теряют способность к терморегуляции при температуре 31°C

²² [McKinsey Global Institute. Climate risk and response. Physical hazards and socioeconomic impacts. 2020.](#)

²³ [IPCC. Climate Change 2022: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the IPCC Sixth Assessment Report. 2022.](#)

и 100% влажности или при 40°C и 50% влажности ([Vecellio D.J. et al. \(2022\)](#)), в то время как в этих регионах уже фиксируются и более жесткие условия ([Raymond C. et al. \(2020\)](#)).

Главной методологической проблемой остается неопределенность функций ущерба. Большинство моделей не способны адекватно отразить переломные моменты, преодоление которых приводит к большим, ускоряющимся и часто необратимым изменениям в климатической системе ([tipping points](#)). Например, это может быть разрушение ледников Гренландии или коллапс морских течений. Эти события, маловероятные при умеренном потеплении, становятся реальными при 3–4°C и могут привести к катастрофическим потерям ВВП²⁴. Другая сложность – моделирование адаптации. Если одни исследования предполагают, что технологии смягчат ущерб, другие указывают на ограниченность таких мер в бедных странах, где недостаток инвестиций усугубляет уязвимость.

Сообщество центральных банков и надзорных органов по повышению экологичности финансовой системы (NGFS)²⁵ разрабатывает сценарии для оценки климатических рисков – физических климатических в том числе. Эти сценарии помогают финансовым регуляторам, центральным банкам и страховым компаниям оценивать потенциальные экономические последствия изменения климатических условий. Банк России использует эти сценарии при проведении климатического стресс-тестирования²⁶.

NGFS использует комплексный мультимодельный подход для анализа климатических рисков, что позволяет учитывать как систематические, так и экстренные риски. В основе методологии лежит интеграция результатов различных моделей, каждая из которых выполняет свою уникальную функцию в оценке воздействия климатических изменений на экономику (табл. 2). Интегрированные оценочные модели служат источником климатических и экономических переменных, а макроэкономическая модель NiGEM обрабатывает эти данные для определения экономических последствий²⁷. Для оценки влияния экстренных физических климатических рисков

ИНСТРУМЕНТЫ МОДЕЛИРОВАНИЯ, ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ NGFS

Табл. 2

Модель	Тип модели	Применение
Структурное экономическое моделирование	CGE-модели (вычислимое общее равновесие)	Оценка долгосрочных эффектов, где важна детальная секторная и региональная разбивка
Интегрированные оценочные модели (IAM)	DSGE-модели (динамические стохастические модели общего равновесия)	Моделирование острых (стохастических) климатических шоков и оценка краткосрочных макроэкономических реакций
NiGEM	Макроэкономическая модель	Интеграция выходных данных IAM и CGE и моделирование макроэкономических последствий физических и переходных рисков
Специализированные модели катастроф	Модели природных катастроф	Моделирование острых климатических событий (наводнения, ураганы, экстремальные погодные явления) и их быстрого экономического воздействия
REMIND–MagPIE, MESSAGE-GLOBIOM, GCAM	Различные IAM с акцентом на переходные риски, то есть связанные с изменениями в регулировании, политике, технологиях и рыночных предпочтениях при переходе к низкоуглеродной экономике	Оценка сценариев перехода к низкоуглеродной экономике, включая анализ энергетического баланса, изменений в спросе и предложениях, а также влияние климатической политики

Источник: выводы авторов на основе публикаций NGFS.

²⁴ [IPCC. Climate Change 2022: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the IPCC Sixth Assessment Report. 2022.](#)

²⁵ [Сообщество центральных банков и надзорных органов по повышению экологичности финансовой системы \(Central Banks and Supervisors Network for Greening the Financial System, NGFS\).](#)

²⁶ [Банк России. Стресс-тестирование переходных климатических рисков: предварительные оценки. 2024.](#)

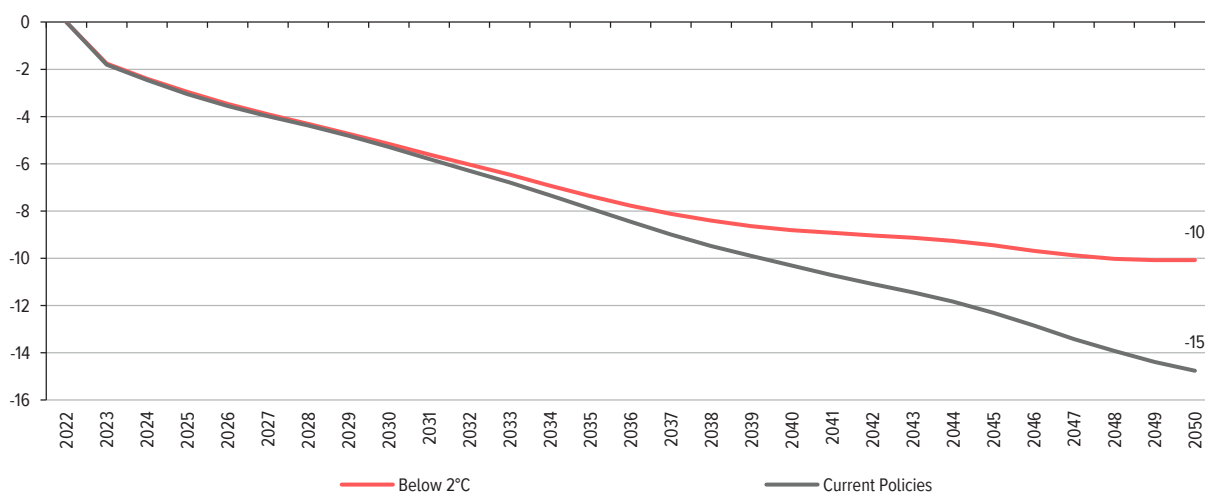
²⁷ [Network for Greening the Financial System. NGFS Climate Scenarios Technical Documentation, Version 5.0. 2024.](#)

применяются специализированные модели природных катастроф, что позволяет учитывать внезапные и экстремальные явления.

В 2024 г. NGFS обновило сценарии и обновило функцию ущерба – связующее звено между климатическими моделями и макроэкономическим анализом (в соответствии с [Kotz M. et al. \(2024\)](#)). На основе нее NGFS дает оценку снижения мирового ВВП к 2050 г.²⁸ в 5–15% (рис. 5). При этом часть потепления предопределена (committed warming) из-за уже накопленных выбросов парниковых газов и инерционности климатической системы, поэтому кривые ущерба на горизонте 10–15 лет почти идентичны.

ВЛИЯНИЕ РЕАЛИЗАЦИИ ФИЗИЧЕСКИХ РИСКОВ НА МИРОВОЙ ВВП К 2050 Г. К БАЗОВОМУ СЦЕНАРИЮ ДЛЯ СЦЕНАРИЕВ BELOW 2°C И CURRENT POLICIES, МОДЕЛЬ NIGEM NGFS V1.24.2[REMIND-MAGPIE 3.3-4.8]

Рис. 5



Источник: [Network for Greening the Financial System \(NGFS\). NGFS Climate Scenarios for Central Banks and Supervisors – Phase V. 2024.](#)

Вопросы для консультаций и перспективные направления работы для Банка России, федеральных органов исполнительной власти, научных сообществ, финансовых и нефинансовых компаний и других заинтересованных сторон

Физические риски наносят прямой ущерб инфраструктуре и сельскому хозяйству, а также провоцируют косвенные потери через сбои в логистике и снижение деловой активности²⁹. Глобальные оценки ущерба разнятся в зависимости от моделей, сценариев и подходов. Региональные исследования выявляют высокую уязвимость развивающихся и тропических стран, а также таких секторов, как сельское хозяйство и туризм. Существующие модели страдают от ограниченной верификации функций ущерба, недостаточного учета необратимых изменений в климатической системе и адаптационных механизмов, что порождает значительную неопределенность прогнозов. Целесообразно продвигать международное сотрудничество в области:

- разработки глобальных и региональных экономических моделей для оценки физических климатических рисков;
- совершенствование систем мониторинга и оперативного сбора климатических данных для повышения точности прогнозов рисков.

Согласны ли вы с предлагаемыми направлениями работы?

²⁸ Базовый сценарий (baseline scenario) отражает гипотетическую траекторию развития без изменения климата, соответственно, без реализации переходных и физических климатических рисков.

²⁹ IPCC. Climate Change 2022: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the IPCC Sixth Assessment Report. 2022.

3. ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ПОСЛЕДСТВИЯ ФИЗИЧЕСКИХ РИСКОВ ДЛЯ РОССИИ

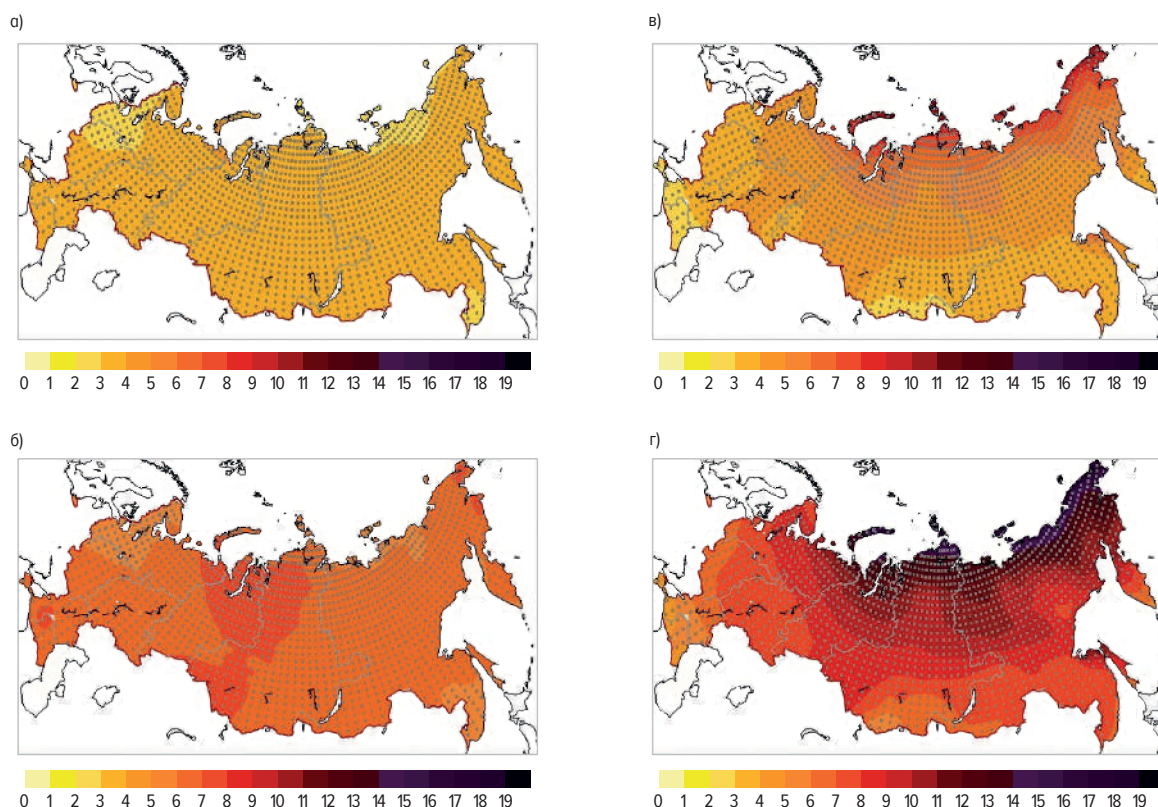
В России изменение климата происходит значительно быстрее, чем в среднем по миру, особенно в арктических и сибирских регионах, где температура растет в 3–3,5 раза быстрее глобальной³⁰. Это усиливает частоту и интенсивность экстремальных погодных явлений, таких как наводнения, волны жары, природные пожары, усиление штормовых явлений и таяние многолетней мерзлоты. Оценки экономических последствий варьируются от умеренного ущерба (около 1–2% ВВП ежегодно) до потенциальной выгоды при реализации комплексных адаптационных мер, которые способны компенсировать негативные эффекты и создать новые возможности для регионального развития. Особенно уязвимы регионы с многолетней мерзлотой, где к середине века прогнозируется значительное разрушение инфраструктуры, и аграрные регионы на юге страны, где водный стресс и засухи существенно снизят урожайность.

В России средняя температура воздуха повышается примерно в 2,5 раза быстрее, чем в среднем по миру. За последние десятилетия темпы роста составляли около 0,45–0,50°C за 10 лет, что значительно превышает мировой показатель (0,18°C). Потепление идет быстрее глобального из-за положения страны в высоких широтах и континентального климата.

При этом в арктической части России потепление идет в 3–3,5 раза быстрее, чем в целом в мире. Если за последние 100–150 лет в европейской части России температура увеличилась

ИЗМЕНЕНИЕ СРЕДНЕЙ СЕЗОННОЙ ТЕМПЕРАТУРЫ ПРИЗЕМНОГО ВОЗДУХА (°C) В ПЕРИОД 2081–2100 Г. ПО ОТНОШЕНИЮ К ПЕРИОДУ 1995–2014 Г. ЛЕТОМ (А, Б) И ЗИМОЙ (В, Г) ДЛЯ СЦЕНАРИЕВ SSP2-4.5 (А, В) И SSP5-8.5 (Б, Г)

Рис. 6



Источник: Росгидромет. Третий оценочный доклад об изменениях климата и их последствиях на территории Российской Федерации. Общее резюме. 2022.

³⁰ Росгидромет. Доклад об особенностях климата на территории Российской Федерации за 2024 год. 2025.

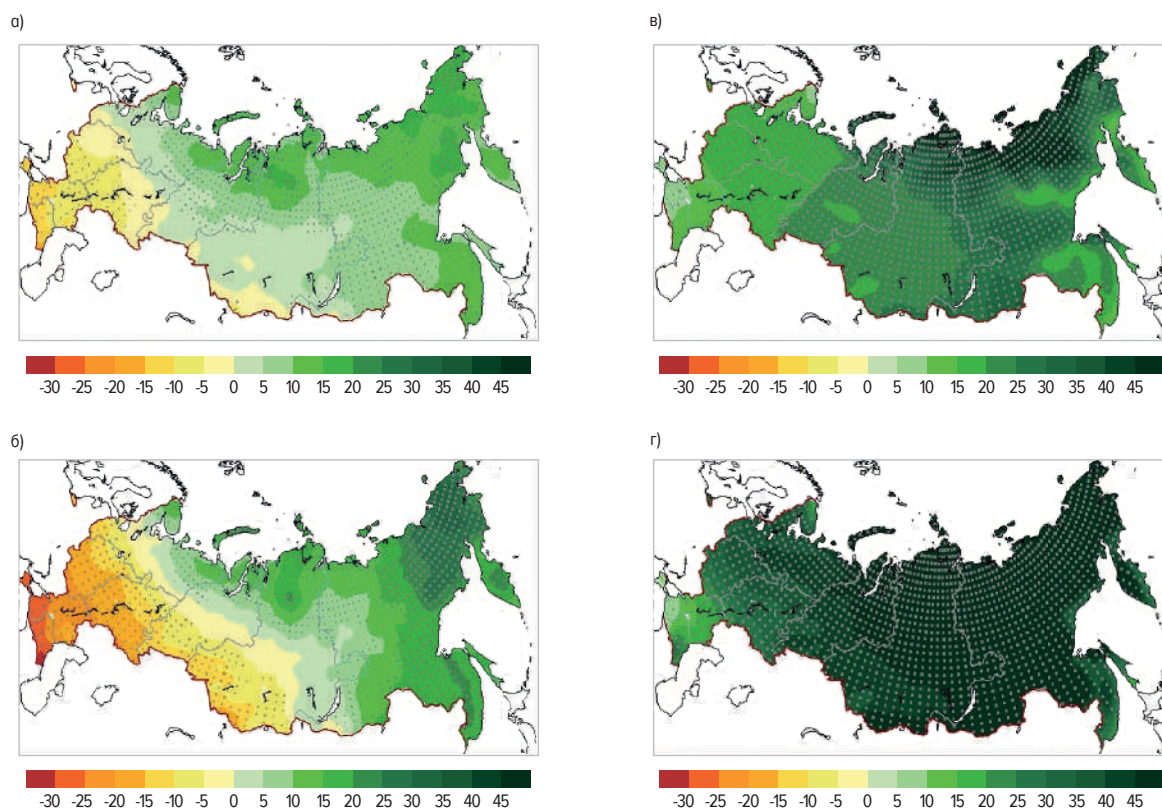
примерно на 1,5–2°C, то в Сибири и Арктике – местами на [2,5–4°C](#). При неблагоприятном сценарии SSP5-8.5 к 2050 г. температура в стране может увеличиться еще примерно на 3,9°C по сравнению с концом XX в., тогда как при сценарии сдерживания (SSP1-2.6) [рост составит около 2,6°C](#) (рис. 6).

На территории России преобладает тенденция к росту годовых сумм осадков. В среднем количество осадков [увеличивается на 1,8%](#) за десятилетие, но в ряде областей Сибири и Дальнего Востока значение [превышает 5%](#). Тем не менее в южных и юго-восточных регионах России³¹, где располагаются наиболее важные сельскохозяйственные регионы, к концу века может наблюдаться сокращение объема осадков на 25% относительно начала столетия.

Из-за изменения климата также фиксируется учащение проливных дождей и других экстремальных погодных явлений, примером чему служат катастрофические паводки на Амуре в 2013 г. и участвовавшие разрушительные тайфуны в Приморье. С другой стороны, в европейской части России и в ее южных регионах все чаще фиксируется и прогнозируется увеличение продолжительности бездождевых периодов и засух (рис. 7).

ИЗМЕНЕНИЕ СРЕДНИХ СЕЗОННЫХ СУММ ОСАДКОВ (%) В ПЕРИОД 2081–2100 Г. ПО ОТНОШЕНИЮ К ПЕРИОДУ 1995–2014 Г. ЛЕТОМ (А, Б) И ЗИМОЙ (В, Г) ДЛЯ СЦЕНАРИЕВ SSP2-4.5 (А, В) И SSP5-8.5 (Б, Г)

Рис. 7



Источник: Росгидромет. Третий оценочный доклад об изменениях климата и их последствиях на территории Российской Федерации. Общее резюме. 2022.

В первую очередь при оценке ущерба от физических рисков следует определить перечень основных опасных явлений на оцениваемой территории. Для России большую роль играет региональная специфика, однако, как правило, среди списка опасностей выделяются следующие явления.

³¹ Ростовская, Волгоградская, Астраханская области, Краснодарский и Ставропольский края, Черноземье и Поволжье.

- **Наводнения и паводки.** Учащение ливней приводит к внезапным паводкам, особенно опасным в горных и предгорных районах Юга России и в городах с неразвитой системой водоотведения. Крупные паводки, такие как в Амурском бассейне в 2013 г., когда уровень р. Амура превысил предыдущие рекорды более чем на метр, и на Кубани в 2021 г., когда за несколько дней выпала полугодовая норма осадков, наносят огромный ущерб и требуют серьезных адаптационных мер для снижения последствий.
- **Водный стресс.** Как прогнозирует Всероссийский НИИ сельскохозяйственной метеорологии, на краткосрочном горизонте 10 лет общий объем урожая в России может стать ниже на 10% из-за засух. Во второй половине XXI в. южные регионы страны, такие как Краснодарский край, Волгоградская и Ростовская области, возможно, [потеряют](#) свое значение как сельскохозяйственные центры из-за недостатка влаги.
- **Волны жары.** События с аномально высокой температурой воздуха уже сейчас становятся все чаще и интенсивнее³². В частности, с 1960 по 2012 г. частота событий (количество дней в среднем в году) с экстремально высокой дневной и ночной температурой в российских регионах выросла на 5–10 дней, а интенсивность – на 1–2,5°C³³. Росгидромет ожидает, что продолжительность волн тепла может возрасти в разы к середине века, что в свою очередь приведет к увеличению количества дней с высоким классом пожарной опасности. Например, в Северо-Западном федеральном округе длительность наиболее продолжительных волн тепла увеличится на 8–9 дней, а количество дней с высокой пожарной опасностью – до 6–11 дней.
- **Природные пожары.** Пожары, вызванные аномальной жарой, особенно в засушливых южных регионах и бореальных лесах, также становятся все более частыми. Масштабные пожары, например, наблюдались в 2010 г. в Центральной России, что стало причиной разрушения экосистем и гибели урожая.
- **Усиление ветровой активности и штормовых явлений.** Согласно данным Росгидромета ожидается увеличение повторяемости сильного ветра и интенсивности штормов на Черном, Азовском и дальневосточных морях³⁴. Северо-Кавказский федеральный округ в настоящий момент наиболее подвержен сильным ветрам, грозам и гололедным отложениям по сравнению с остальной территорией страны. Более того, за последние 30 лет их повторяемость возросла.
- **Таяние многолетней мерзлоты,** занимающей более 60% территории страны, угрожает инфраструктуре, особенно в Восточной Сибири и ряде северных городов, где уже фиксируются деформации зданий. К середине XXI в. площадь мерзлоты [может сократиться на 22–28%](#). Смещение климатических зон влияет на экосистемы, угрожая арктическим видам, одновременно создавая условия для распространения новых видов, включая вредителей.

Климатические факторы в обозримой перспективе все более серьезно влияют на **рынок труда и занятость населения** Российской Федерации через потери рабочего времени, вызванные увеличением частоты и масштабов опасных природных явлений, и снижение производительности труда (главным образом на открытом воздухе), вызванное экстремальными погодными условиями (жара, интенсивные осадки, в том числе тропические и ледяные дожди, град, шквалистый ветер, смерчи, дым от лесных пожаров, штормовые нагоны и так далее). По оценке Росгидромета, при условии реализации благоприятного сценария изменений климата и успешной адаптации

³² Росгидромет. Третий оценочный доклад об изменениях климата и их последствиях на территории Российской Федерации. Общее резюме. 2022.

³³ Wang J., Chen Y., Tett S.F.B. et al. (2020). Anthropogenically-driven increases in the risks of summertime compound hot extremes. Nature Communications, 11.

³⁴ Росгидромет. Третий оценочный доклад об изменениях климата и их последствиях на территории Российской Федерации. Общее резюме. 2022.

к ним, потери рабочего времени в России в 2030 г. будут пренебрежимо малы и составят 0,01%. Однако в рамках пессимистических сценариев эти потери будут возрастать. Среди отраслей наибольшие потери рабочего времени придется на сельское хозяйство и строительство, то есть на отрасли, предполагающие длительную работу на открытом воздухе³⁵.

Изменение климата сказывается на **здоровье населения** через повышение средней температуры и влажности, учащение природных бедствий и распространение инфекционных заболеваний. Рост частоты периодов с аномально высокой температурой воздуха приводит к увеличению избыточной смертности от сердечно-сосудистых и респираторных заболеваний в летний период, однако это компенсируется снижением избыточной смертности от сердечно-сосудистых и респираторных заболеваний, связанных с холодом³⁶. Потепление температурного режима также вызывает увеличение ареала распространения переносчиков таких заболеваний, как энцефалит, малярия и лихорадка Западного Нила³⁷. Хотя за последнее десятилетие не был зафиксирован положительный тренд заболеваемости перечисленными болезнями на территории России, климатические условия становятся более благоприятными для распространения переносчиков болезней (комары, клещи)^{38,39,40}.

Отечественные оценки последствий изменения климата на экономику России сильно отличаются друг от друга в зависимости от подхода, а также из-за неравномерного распределения ущерба по регионам страны. Секторальные исследования в основном фиксируют негативные эффекты: южные регионы столкнутся с засухами и падением урожайности, а северные – с разрушением инфраструктуры из-за таяния мерзлоты. В то же время макроэкономические оценки допускают и положительное влияние на экономику в целом, учитывая открывающиеся из-за изменения климата возможности. Этот дисбаланс между секторальными и макроэкономическими оценками указывает на несовершенство методик и необходимость их сближения.

Исследования на основе экстраполяции прошлых событий оценивают макроэкономический ущерб для России на уровне ниже развитых стран и существенно ниже развивающихся стран. [Порфирьев Б.Н., Данилов-Данильян В.И. \(2022\)](#) определяют среднегодовой прямой ущерб от стихийных бедствий в России на уровне 0,50–0,55% ВВП, а с учетом косвенных эффектов – 1,0–1,5% ВВП. В более ранней работе [Катцов В.М., Порфирьев Б.Н. \(2011\)](#) называют сходные величины: 1–2% ВВП в год.

Исследования на основе структурного моделирования допускают даже положительный эффект. Эксперты Института народнохозяйственного прогнозирования Российской Академии наук (ИНП РАН) рассчитали, что экономический эффект до 2060 г. может колебаться от ощутимого ущерба до незначительной выгоды: от -3 трлн до +300 млрд рублей⁴¹. В более позднем исследовании

³⁵ Росгидромет. Третий оценочный доклад об изменениях климата и их последствиях на территории Российской Федерации. Общее резюме. 2022.

³⁶ Брошюра «Экономические эффекты климатических изменений в России. Анализ рисков и возможностей для устойчивого развития страны». 2024.

³⁷ Росгидромет. Третий оценочный доклад об изменениях климата и их последствиях на территории Российской Федерации. Общее резюме. 2022.

³⁸ Андаев Е.И., Никитин А.Я., Толмачева М.И., Зарва И.Д., Сидорова Е.А., Бондарюк А.Н.,... Балахонов С.В. Эпидемиологическая ситуация по клещевому вирусному энцефалиту в Российской Федерации за 2015–2024 гг. и краткосрочный прогноз заболеваемости на 2025 год.

³⁹ Мазурина Е.О., Аракельян Р.С., Маслянинова А.Е., Аракелянц О.А., Асадова С.Э., Идиатулина Е.Д.,... Васильева А.С. Влияние климатических особенностей на распространение малярии. Международный научно-исследовательский журнал. 2024.

⁴⁰ Зелихина С.В., Шартова Н.В., Миронова В.А., Варенцов М.И. Роль климатических изменений в расширении нозоареала лихорадки Западного Нила в России: оценка пространственно-временных трендов. Аридные экосистемы. 2021.

⁴¹ Порфирьев Б.Н., Колпаков А.Ю., Лазеева Е.А. Оценка влияния изменения климата на экономику России с использованием моделей комплексной оценки (IAM). Проблемы прогнозирования. 2025.

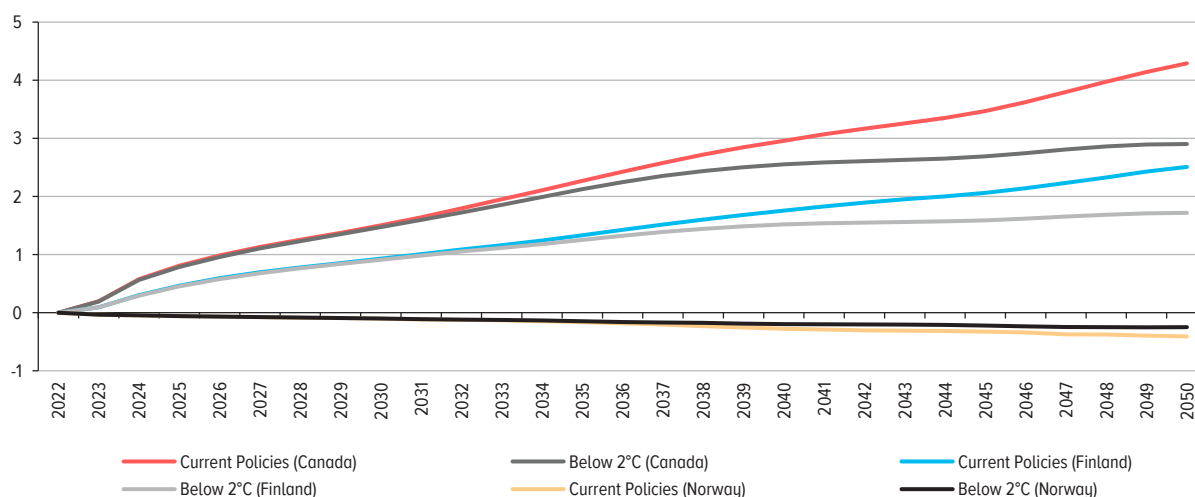
[Порфирьев Б.Н. и др. \(2025\)](#) определили, что при изменении среднегодовой температуры на 1°C в сценарии без мер адаптации ущерб от изменения климата составляет 3,1 трлн руб. (в ценах 2022 г.). Такие потери являются следствием сокращения выпуска, что связано с выбытием производственных фондов из-за деградации многолетней мерзлоты и наводнений. Реализация мер адаптации принципиально меняет экономический результат – изменение годового ВВП оказывается положительным и составляет около 300 млрд рублей⁴². Эксперты центра «Климатическая политика и экономика России» ИНП РАН приводят свои оценки. В недавно опубликованном [докладе](#) содержится утверждение, что общий положительный эффект изменения климата на годовой ВВП России при адекватной политике адаптации может составить около 1 трлн руб. через 20 лет при потеплении на 1°C. Такая высокая оценка может быть связана в том числе с отсутствием учета кумулятивных эффектов от реализации опасных природных явлений. При этом в публикации, посвященной деталям расчетов, подчеркивается, что климатические изменения могут нанести значительный ущерб в ряде секторов⁴³.

Ряд организаций и институтов приводят оценки ущерба, но не раскрывают информацию о методах и особенностях исследования. По оценкам Минэкономразвития, с каждым увеличением температуры на 1°C негативный эффект для российского ВВП будет [выражен](#) в 3 трлн руб. ежегодно. Согласно [другим оценкам](#), ущерб от климатических изменений для России [может составить](#) около 580 млрд руб. ежегодно в течение 2023–2027 годов. В наиболее уязвимых регионах убытки оцениваются в 5–6% валового регионального продукта ежегодно, однако эти оценки являются предварительными, а детали исследования остаются закрытыми.

NGFS не приводит оценки ущерба от реализации физических рисков для России, однако отмечает, что изменение климата положительно влияет на экономику приарктических государств (рис. 8). Это связано с уменьшением колебаний температуры. Ежедневные температуры в течение месяца отклоняются меньше от своего среднемесячного значения⁴⁴. Авторы измеряют эту изменчивость

ВЛИЯНИЕ РЕАЛИЗАЦИИ ФИЗИЧЕСКИХ РИСКОВ НА ВВП ПРИАРКТИЧЕСКИХ ГОСУДАРСТВ К 2050 Г.
ДЛЯ СЦЕНАРИЕВ BELOW 2°C И CURRENT POLICIES

Рис. 8



Источник: составлено авторами на основе данных NGFS.

⁴² [Порфирьев Б.Н., Колпаков А.Ю., Елисеев Д.О., Саенко В.В., Ползиков Д.А., Лазеева Е.А., Бирюков Е.С. Экономические эффекты изменения климата в России. Проблемы прогнозирования. 2025.](#)

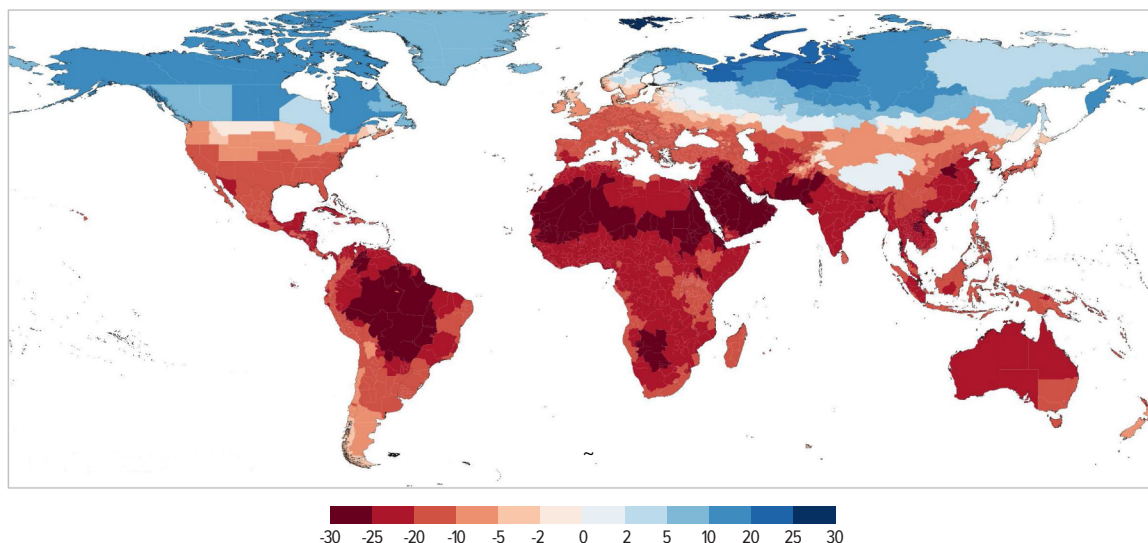
⁴³ [Брошюра «Экономические эффекты климатических изменений в России. Анализ рисков и возможностей для устойчивого развития страны». 2024.](#)

⁴⁴ [Kotz M., Levermann A. & Wenz L. The economic commitment of climate change. Nature. 2024.](#)

как внутримесячное стандартное отклонение ежедневных температур, усредненное по месяцам для получения значения за год⁴⁵. Исследования показывают, что увеличение внутримесячной изменчивости температуры на 1°C приводит к снижению темпов экономического роста регионов примерно на 5% (рис. 9). При этом эффект неоднороден: в регионах с небольшими сезонными колебаниями (характерными для низких широт) снижение может достигать 10%, тогда

ЭКОНОМИЧЕСКИЙ УЩЕРБ, НАНЕСЕННЫЙ ИЗМЕНЕНИЕМ КЛИМАТА В РАЗБИВКЕ ПО РЕГИОНАМ
(% ИЗМЕНЕНИЕ ДОХОДА НА ДУШУ НАСЕЛЕНИЯ ПО СРАВНЕНИЮ С ИСХОДНЫМ УРОВНЕМ БЕЗ УЧЕТА ВЛИЯНИЯ КЛИМАТА)

Рис. 9



Источник: [Kotz M., Levermann A. & Wenz L. The economic commitment of climate change. Nature. 2024.](#)

как в регионах с выраженными сезонными изменениями (например, в северных регионах Канады или России) эффект положителен и составляет около 3%⁴⁶.

Другие международные макроисследования указывают на ограниченный ущерб от климатических изменений для российской экономики. Согласно глобальному индексу климатических рисков Европейского инвестиционного банка⁴⁷, Россия демонстрирует умеренный уровень физического риска в сравнении с большинством развивающихся стран, но при этом имеет специфическую уязвимость к хроническим климатическим изменениям, таким как потепление и деградация инфраструктуры в зонах многолетней мерзлоты. Для России значимые источники риска – ущерб сельскому хозяйству, затраты на модернизацию инфраструктуры для противостояния наводнениям и таянию мерзлоты, а также потери производительности из-за жары в отдельных регионах. Несмотря на высокий уровень научно-технической базы и наличие мер адаптации, в условиях нарастающих климатических воздействий потенциальные экономические потери могут существенно влиять на бюджет и инвестиционную привлекательность, что требует системного планирования и инвестиций в устойчивость критической инфраструктуры.

⁴⁵ [Kotz M., Wenz L., Stechemesser A., Kalkuhl M., & Levermann A. Day-to-day temperature variability reduces economic growth. Nature Climate Change. 2021.](#)

⁴⁶ [Kotz M., Wenz L., Stechemesser A., Kalkuhl M., & Levermann A. Day-to-day temperature variability reduces economic growth. Nature Climate Change. 2021.](#)

⁴⁷ [A global index of climate risk for countries. European Investment Bank. 2025.](#)

The Economist Intelligence Unit прогнозирует⁴⁸, что к 2050 г. экономика России может сократиться на 3,3% по сравнению с базовым сценарием без изменения климата. В их анализе также указываются потенциальные плюсы от климатических изменений (например, рост урожайности), но они не компенсируют ущерба. Методологически используется Climate Change Resilience Index, интегрированный с упрощенной версией модели DICE. Согласно анализу Swiss Re Institute, потери ВВП России при повышении среднегодовой температуры на 2,6°C относительно доиндустриальных значений составят 2,3% к середине века⁴⁹. Однако в эту оценку не закладываются переломные моменты ([tipping points](#)) и вторичные эффекты (потеря биоразнообразия, миграция и так далее), а также меры по адаптации. Авторы указывают, что при полной дестабилизации климатической системы и с учетом вторичных эффектов потери могут превысить 10% ВВП. За основу расчетов была взята модель Moody's, которая объединяет эконометрические оценки и элементы структурного моделирования.

Такие оценки ущерба от климатических изменений в России обусловлены не только проведением адаптационных мероприятий, но и климатическими возможностями. К ним относятся, например, снижение длительности отопительного периода, улучшение условий навигаций на Северном морском пути и ряд других⁵⁰. Рост средних годовых температур и увеличение числа дней с солнечной погодой может усилить привлекательность российских курортов для отечественных и иностранных туристов с течением времени⁵¹. В ряде исследований также указывается на то, что повышение температуры воздуха может привести к увеличению производительности труда, способствуя росту национального дохода⁵².

В то же время на секторальном и региональном уровне отмечается неравномерность распределения ущерба от климатических изменений. [Makarov I.A., & Chernokulsky A.V. \(2024\)](#)

составили рейтинг российских регионов по необходимости адаптации, где учитывается совокупное воздействие климатических факторов, подверженность активов и уязвимость населения и инфраструктуры. Авторы выделяют 4 ключевых типа негативного воздействия: лесные пожары, волны жары, водный стресс и таяние многолетней мерзлоты. Большинство российских регионов будет испытывать негативные последствия изменения климата, хотя факторы различаются в зависимости от субъекта (рис. 10). В более поздней работе эти же авторы совместно с другими исследователями привели эвристическую относительную оценку климатических рисков в регионах России⁵³. Они анализировали воздействие волн тепла, лесных пожаров, водного стресса, экстремальных осадков, деградации многолетней мерзлоты на отдельные сектора, население и инфраструктуру. По результатам исследования 9 регионов входят в топ 25% лидеров по потребности в адаптации одновременно по 3 рискам, а еще 3 региона (Свердловская и Иркутская области, Красноярский край) – одновременно по 4 рискам.

Большинство отраслевых и региональных исследований указывает на рост ущерба от изменения климата в северных регионах России. В работе [Streletskiy D.A. et al. \(2019\)](#), посвященной оценке воздействия климатических изменений на Арктику, отмечается, что деградация многолетней

⁴⁸ [Resilience to climate change? A new index shows why developing countries will be most affected by 2050. Economist Intelligence Unit. 2019.](#)

⁴⁹ [Swiss Re Institute. The economics of climate change: no action not an option. 2021.](#)

⁵⁰ [Брошюра «Экономические эффекты климатических изменений в России. Анализ рисков и возможностей для устойчивого развития страны.». 2024.](#)

⁵¹ [Choi Y.W., Khalifa M., & Eltahir E.A. North-South Disparity in Impact of Climate Change on «Outdoor Days». Journal of Climate. 2024.](#)

⁵² [Dasgupta S., van Maanen N., Gosling S.N., Piontek F., Otto C., & Schleussner C.F. Effects of climate change on combined labour productivity and supply: an empirical, multi-model study. The Lancet Planetary Health. 2021.](#)

⁵³ [Chernokulsky A.V., Makarov I.A., Aniskina T.A., Chistikov M.N., Kraev G.N., Kurichev N.K.,... Yudova O.A. Heuristic relative assessment of climate risks in Russian regions. Science of The Total Environment. 2025.](#)

НЕОБХОДИМОСТЬ РОССИЙСКИХ РЕГИОНОВ В АДАПТАЦИИ К ИЗМЕНЕНИЮ КЛИМАТА ПО КЛИМАТИЧЕСКИМ ФАКТОРАМ (НА ОСНОВЕ ДОЛИ УЯЗВИМЫХ АКТИВОВ, НАСЕЛЕНИЯ И ИНФРАСТРУКТУРЫ, ВЛИЯНИЯ НА ВРП СУБЪЕКТА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ)



Источник: [Makarov I.A., & Chernokulsky A.V. Climate Risks in Russia: Ranking of Regions by Adaptation Needs. Izvestiya, Atmospheric and Oceanic Physics. 2024.](#)

мерзлоты может привести к разрушению инфраструктуры на сумму свыше 100 млрд долл. США к середине XXI века. Согласно Атласу рисков «Группы двадцати», эти процессы уже затронули 30–60% зданий и инфраструктуры в российской Арктике и могут стать критическими: при сценарии с высоким уровнем выбросов потери только от воздействия на жилые здания, как ожидается, достигнут 20,7 млрд долл. США к середине столетия⁵⁴. Другой анализ показывает, что к 2059 г. среднегодовые затраты на поддержание и воспроизводство инфраструктуры могут увеличиться на 27,5% по сравнению с базовым сценарием ([Suter L., Streletskiy D., & Shiklomanov N. \(2019\)](#)). В этом же исследовании сказано, что деструктивному воздействию будет подвержено 32% всей инфраструктуры, стоимость которой оценивается в 40,3 млрд долл. США. Минприроды России также выделяет риск таяния многолетней мерзлоты: по их оценкам деградация многолетней мерзлоты [может стоить](#) экономике примерно 5 трлн руб. к 2050 году. [Порфирьев Б.Н., Елисеев Д.О., Стрелецкий Д.А. \(2019\)](#) оценивают необходимые затраты на поддержание дорожной инфраструктуры в российский Арктике в период 2020–2050 гг. суммой от 422,68 млрд до 864,81 млрд руб. в год. Отдельно они отмечают, что наибольшие затраты потребуются в Чукотском автономном округе, Республике Саха и Магаданской области.

Наряду с этим, сельское хозяйство может пострадать от снижения урожайности, если не принимать меры по адаптации. Потери оцениваются в 108 млрд руб. в год и могут достигать свыше 120 млрд руб. к 2050 г. ([Safonov G., & Safonova Y. \(2013\)](#)). Результаты [Ksenofontov M.Y., & Polzikov D.A. \(2012\)](#) подтверждают негативные последствия изменения климата для южных регионов России, но предполагают рост валовых сборов зерновых и других культур в центральной и северо-западной частях Европейской России. Другое исследование ([Belyaeva M., & Bokusheva R. \(2018\)](#)) показывает, что повышение температуры

⁵⁴ [G20 Climate Risk Atlas. Impacts, policy, economics. Russia. 2021.](#)

может положительно влиять на производительность озимой пшеницы, яровой пшеницы и ярового ячменя в северных и сибирских регионах России. Напротив, в южных регионах может наблюдаться значительное снижение производительности всех трех культур. Согласно Атласу рисков «Группы двадцати», именно здесь есть риски возникновения водного стресса⁵⁵. В средне- и долгосрочной перспективах Россия может смягчить негативное влияние изменения климата на производство зерна, расширив производство озимых и яровых зерновых на севере России и приняв меры по адаптации к изменению климата в южных регионах⁵⁶. Исследование [Siptits S.O., Romanenko I.A., & Evdokimova N.E. \(2021\)](#) указывает на потенциальный рост объема производства зерновых и зернобобовых культур в России при реализации сценария RCP4.5: к 2100 г. оно увеличится до 170 млн т за счет улучшения условий ведения сельского хозяйства в регионах Центрального федерального округа и Средней Сибири при негативных последствиях для регионов Черноземной зоны и Поволжья. Последнее исследование группы ученых из Университета Иллинойса дает более пессимистичную оценку: при сценарии высоких выбросов парниковых газов к 2100 г. урожайность пшеницы в России, а также Канаде, США и Китае снизится на 30–40% даже при проведении адаптационных мероприятий к изменению климата⁵⁷. В основе работы лежит эконометрическая модель, объединяющая биофизические реакции растений, а также экономическое поведение фермеров в условиях изменения климата.

В условиях распространения цифровых технологий также стоит вопрос сохранения бесперебойной работы соответствующей инфраструктуры, включая центры обработки данных.

[По данным компании XDI](#), занимающейся оценкой физических рисков для финансовых организаций по всему миру, в России основная концентрация дата-центров, подверженных физическим климатическим рискам, [приходится](#) на Москву и Московскую область. В сценарии с высоким уровнем выбросов (RCP 8.5/SSP5-8.5) к 2050 г. в Московской области 30% объектов будут относиться к категории высокого риска при росте совокупного показателя вероятного ущерба на 152%, а в Москве – 5,33% при росте на 49%. Ключевые опасности для этих регионов – речные и поверхностные наводнения, способные вызвать затопление серверных помещений, повреждение оборудования и отключение электроснабжения, экстремальный ветер, несущий риск разрушения кровли и наружных инженерных систем, а также лесные пожары, угрожающие как физической целостности объектов, так и доступу к ним.

Увеличение выбросов парниковых газов и дальнейшее изменение климата могут привести также к увеличению частоты таких опасных природных явлений, как экстремальные осадки и вызванные ими наводнения. Регионы с самым высоким риском экстремальных осадков, вызванных изменением климата, расположены преимущественно на юге Восточной Сибири и на Дальнем Востоке России⁵⁸, а в зону потенциального подтопления в России попадает порядка 400 тыс. км² территории⁵⁹. По оценкам научных исследований, среднегодовые прямые потери от наводнений в России составляют около 0,1–0,13% ВВП⁶⁰. К примерам таких опасных природных явлений можно отнести крупномасштабное наводнение на Дальнем Востоке в 2013 г.: оно было одним из самых разрушительных за всю историю наблюдений и привело

⁵⁵ [G20 Climate Risk Atlas. Impacts, policy, economics. Russia. 2021.](#)

⁵⁶ [Belyaeva M., & Bokusheva R. Will climate change benefit or hurt Russian grain production? A statistical evidence from a panel approach. Climatic Change. 2018.](#)

⁵⁷ [Hultgren A., Carleton T., Delgado M., Gergel D.R., Greenstone M., Houser T.,... & Yuan J. Impacts of climate change on global agriculture accounting for adaptation. Nature. 2025.](#)

⁵⁸ [Chernokulsky A.V., Makarov I.A., Aniskina T.A., Chistikov M.N., Kraev G.N., Kurichev N.K.,... & Yudova O.A. Heuristic relative assessment of climate risks in Russian regions. Science of The Total Environment. 2025.](#)

⁵⁹ [Frolova N.L., Kireeva M.B., Magrickiy D.V., Bologov M.B., Kopylov V.N., Hall J.,... & Belyakova P.A. Hydrological hazards in Russia: origin, classification, changes and risk assessment. Natural Hazards. 2017.](#)

⁶⁰ [Бирюков Е.С., Терентьев Н.Е. К оценке экономического ущерба от наводнений в России и потенциала адаптации. Теория и практика общественного развития. 2024.](#)

к прямому ущербу, [оцененному](#) примерно в 0,14% ВВП России. В денежном выражении это составило сотни миллиардов рублей, причем наибольший урон пришелся на разрушение жилья, имущества граждан и транспортной инфраструктуры. Другой аналогичный пример – наводнение в Краснодарском крае в 2012 г. (г. Крымск), ставшее самым опустошительным в истории региона, которое практически парализовало экономику пострадавшего муниципалитета. Ученые установили, что это наводнение было вызвано именно фактором изменения климата⁶¹.

В России разработаны региональные планы адаптации к изменению климата. В этих документах описаны локальные климатические риски (от таяния вечной мерзлоты в Якутии до увеличения засушливых периодов на Юге) и приведены конкретные меры по их снижению. Например, в Красноярском крае план адаптации предусматривает проведение текущего и капитального ремонта гидротехнических сооружений, а в Ставропольском крае – сохранение площади земельных участков, занятых агролесомелиоративными насаждениями.

Компании также внедряют адаптационные меры, позволяющие снизить климатические и операционные риски. Например, агрохолдинги в южных регионах переходят на более засухоустойчивые сорта пшеницы и внедряют системы капельного орошения для компенсации роста температуры и дефицита осадков. В добывающем секторе внедряются системы мониторинга зданий и сооружений, построенных на многолетней мерзлоте. Такие меры не только снижают вероятность аварий и убытков, но и укрепляют устойчивость бизнеса к долгосрочным климатическим изменениям.

Вопросы для консультаций и перспективные направления работы для Банка России, федеральных органов исполнительной власти, научных сообществ, финансовых и нефинансовых компаний и других заинтересованных сторон

Неравномерность распределения ущерба от климатических изменений, недостаток данных и прочие ограничения представляют существенный вызов для исследователей. Немногочисленные макроэкономические исследования, в том числе и отечественные, отмечают умеренный или даже положительный эффект от изменения климата. Региональные и отраслевые изыскания говорят о существенных физических рисках для ряда территорий и секторов экономики России. Таким образом, эффекты от систематических рисков в целом по стране и экстренных по регионам неоднородны.

Целесообразно, как представляется, следующее:

- продолжить исследования влияния климатических изменений на экономику России, отдельные сектора и регионы;
- уточнить эффекты от изменения климата и отдельных опасных природных явлений на экономику, используя в том числе эконометрические методы, и сопоставить эти результаты с узкоотраслевыми и региональными оценками;
- оценить потенциальные косвенные эффекты (в том числе на финансовый сектор) от увеличения частоты крупных опасных природных явлений.

Согласны ли вы с предлагаемыми направлениями работы?

⁶¹ Meredith E.P., Semenov V.A., Maraun D., Park W., & Chernokulsky A.V. Crucial role of Black Sea warming in amplifying the 2012 Krymsk precipitation extreme. *Nature Geoscience*. 2015.

4. ФИЗИЧЕСКИЕ РИСКИ И ФИНАНСОВЫЕ ОРГАНИЗАЦИИ

Физические климатические риски прямо и косвенно влияют на финансовый сектор. Для банков риски проявляются через ухудшение платежеспособности заемщиков и снижение качества кредитных портфелей, что требует дополнительных резервов и может привести к репутационным потерям. Страховые компании, столкнувшись с потенциальным ростом убытков от стихийных бедствий, могут ограничить доступность страхования для уязвимых клиентов.

Существующие подходы к оценке рисков, основанные на исторических данных, недостаточны ввиду высокой неопределенности климатических сценариев и долгосрочного характера последствий изменения климата. Для качественной оценки необходима интеграция модели «опасность – подверженность – уязвимость», создание специализированных инструментов, позволяющих количественно оценивать климатические риски на уровне всего портфеля и эффективно интегрировать их в процессы риск-менеджмента.

Международные организации и регуляторы накопили опыт проведения стресс-тестирования, интеграции климатических метрик в надзорную отчетность и развития цифровых платформ для оценки уязвимости. Однако для дальнейшего повышения качества анализа требуются совместные усилия регуляторов, научного сообщества и участников рынка.

Каналы влияния

Физические климатические риски влияют на организации финансового сектора напрямую и косвенно. В международной практике они часто не выделяются в отдельную категорию риска, потому что финансовые организации анализируют такие риски через традиционные виды рисков⁶². Прямое влияние опасных природных явлений на собственные активы финансовых организаций чаще всего рассматривается через операционный риск, механизм оценки которого является одинаковым для всех видов финансовых организаций. В то же время косвенное влияние через корпоративный сектор более значительно. Реализация физических климатических рисков у компаний реального сектора приводит к ухудшению их финансовых показателей, что отражается на финансовых организациях через снижение кредитоспособности заемщиков, снижение стоимости залогового обеспечения (кредитный риск), необходимость получить деньги после страхового события (риск ликвидности) и другие каналы.

Это справедливо и для России: согласно исследованию Банка России⁶³, лишь малая доля респондентов признает климатический риск как отдельный вид. Большая часть финансовых организаций рассматривает его через операционный и кредитный риски, а страховые компании – через страховой риск (рис. 11).

Прямые последствия реализации физических рисков угрожают непрерывности деятельности финансовой организации, что может привести как к прямым финансовым, так и к репутационным потерям. В то же время влияние косвенных последствий зачастую является более масштабным и долгосрочным из-за каскадных эффектов в экономике.

⁶² [Financial Stability Board. Assessment of Climate-related Vulnerabilities. 2025.](#)

⁶³ [Информационный материал Банка России «О подходах финансовых организаций к управлению климатическими рисками». 2025.](#)

РЕАЛИЗАЦИЯ КЛИМАТИЧЕСКИХ РИСКОВ ЧЕРЕЗ ТРАДИЦИОННЫЕ ВИДЫ РИСКОВ
(%)

Рис. 11



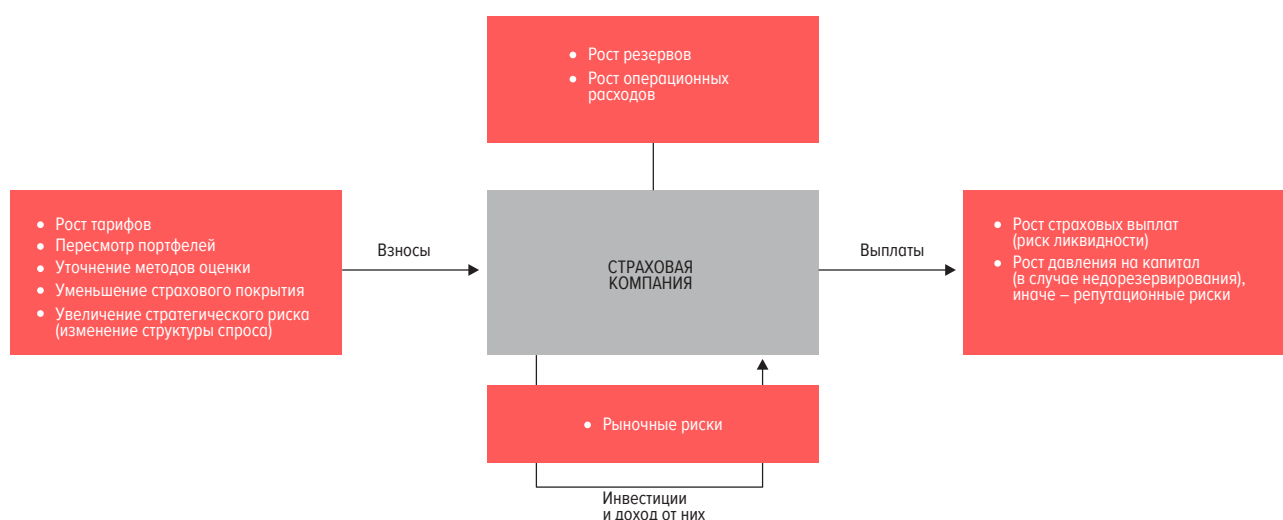
Примечание. Респонденты могли выбрать несколько вариантов ответа.
Источник: Банк России.

Страховые компании больше, нежели другие финансовые организации, работают с климатическими аспектами из-за специфики своей деятельности (рис. 12). Страховщики напрямую подвергаются физическому климатическому риску вследствие воздействия изменения климата на свои страховые портфели (страховой риск). В России более частые и серьезные стихийные бедствия могут привести к увеличению требований и страховых убытков в имущественном страховании.

По оценке Банка России на основе надзорной отчетности, в 2024 г. объем выплат в случае стихийных бедствий и других опасных природных явлений (за исключением пожаров) составил около 13 млрд рублей. Все выплаты приходятся на добровольные имущественные виды страхования⁶⁴.

ПОСЛЕДСТВИЯ РЕАЛИЗАЦИИ ФИЗИЧЕСКИХ КЛИМАТИЧЕСКИХ РИСКОВ ДЛЯ СТРАХОВЫХ КОМПАНИЙ

Рис. 12



Источник: Банк России.

⁶⁴ В этом случае приводятся фактические выплаты реализовавшихся стихийных бедствий и других опасных природных явлений за 2024 г., так как качество и количество данных не позволяют оценить непосредственное влияние изменения климата как разницы между потенциальным ущербом от участвовавших экстремальных природных явлений и «базовым сценарием», то есть ущербом от рисков стихийных бедствий и опасных природных явлений без учета изменения климата.

ВЛИЯНИЕ ФИЗИЧЕСКИХ РИСКОВ НА СТРАХОВЫЕ КОМПАНИИ

Рис. 13



Источник: Банк России.

Эти данные не отражают потенциально возможный и уже наносимый ущерб от опасных природных явлений, так как, во-первых, надзорная отчетность не фиксирует отдельно ущерб от природных пожаров, и, во-вторых, в России очень низкий уровень проникновения страхования рисков природных катастроф и стихийных бедствий.

Как и другие компании финансового сектора, страховщики могут столкнуться с реализацией рыночного риска в связи со снижением стоимости и с повышенной волатильностью своих инвестиций, а также реализацией операционного риска, если опасные природные явления нарушат непрерывность страхового бизнеса, отрицательно сказавшись на инфраструктуре, системах и процессах страховщика.

Стихийные бедствия являются системными, то есть могут нанести масштабный ущерб материальному имуществу широкого круга страхователей и повлечь за собой значительные расходы (например, на ремонт), что приведет к резкому увеличению потребности страховщика в денежных средствах (риск ликвидности).

Страховщики также подвержены стратегическому риску, так как изменение климата может послужить причиной значительных трансформаций устоявшихся экономических связей и цепочек, что приведет к изменению потребностей страхователей в предлагаемых страховщиками продуктах и, как следствие, потере основы для бизнеса.

МАКСИМАЛЬНО ВОЗМОЖНЫЙ УБЫТОК СТРАХОВЫХ КОМПАНИЙ ОТ СТИХИЙНЫХ БЕДСТВИЙ

Табл. 3

Событие	Максимально возможный убыток, млрд руб.			
	СК 1*	СК 2	СК 3	СК 4
Наводнение на Черноморском побережье и Кавказе	105	333	3	<1
Тайфуны и ураганы в Приморском крае	10	59	20	<1
Засуха в европейской части России	3	0	3	<1

* СК – страховая компания.

Источник: Банк России.

Банк России опросил 4 страховых компании относительно значимости риска климатических факторов окружающей среды для страхового портфеля и динамики их изменения (рис. 13). Максимальную значимость и растущую тяжесть имеют наводнения, играя наиболее критическую роль в управлении страховыми рисками. Засухи, сильный ветер, ураганы и штормы очень значимы для портфеля и демонстрируют умеренный рост. Частота и тяжесть страховых случаев, связанных с таянием многолетней мерзлоты и природными пожарами, остаются без изменений, что позволяет отнести их к категории контролируемых.

Наряду с этим, страховым компаниям предлагалось оценить максимально возможный убыток от 3 маловероятных, но крупных стихийных бедствий (табл. 3, подробное описание явлений см. в приложении 3). Ущерб от наводнения значительно превысил ущерб от урагана и засух.

Другой вызов, который стоит перед страховщиками в описанных выше условиях, – ожидания общества, в сознании которого страхование является одним из самых очевидных механизмов защиты от климатических рисков. Вместе с тем учащение экстремальных погодных явлений (особенно маловероятных и потому наиболее разрушительных) ведет к росту убытков, увеличению страховых выплат и нагрузке на капитал как страховых, так и перестраховочных компаний, что может ослабить их устойчивость и спровоцировать репутационные потери. Страховщики могут столкнуться и с ростом стоимости перестрахования, в том числе в условиях недостатка перестраховочных емкостей. Чтобы минимизировать убытки, страховщики могут пересматривать страховой портфель, исключая объекты, которые в наибольшей степени подвержены климатическим рискам. Однако это приводит к росту незастрахованных убытков, лежащих на домохозяйствах, бизнесе и государстве, что создает угрозу для всей финансовой системы.

Таким образом, страховщикам, социальная значимость которых значительно возрастает в условиях неопределенности будущих климатических сценариев, следует развивать у себя компетенции, связанные с проведением климатической и экологической экспертизы страхуемых предприятий, с целью идентификации рисков и консультаций таких предприятий о способах управления такими рисками. Также следует стимулировать реальный сектор внедрять процедуры минимизации климатических рисков, в том числе с помощью гибких страховых тарифов, разрабатывать инновационные страховые продукты, удовлетворяющие запросам клиентов, нацеленных на поддержку устойчивого развития.

С точки зрения кредитных организаций основное влияние физических рисков проявляется через воздействие на клиентов и контрагентов (рис. 14). На стороне активов снижается качество кредитного портфеля из-за падения платежеспособности заемщиков в уязвимых отраслях и регионах (например, при разрушении инфраструктуры из-за таяния мерзлоты или потере урожая из-за засух), что ведет к росту просрочки, обесценению залогов и необходимости создания дополнительных резервов⁶⁵. На стороне пассивов возможен отток депозитов из-за потребности клиентов в ликвидации последствий катастроф⁶⁶. Мировая статистика показывает, что доходы банков сокращаются из-за снижения процентных и комиссионных поступлений (например, от снижения спроса на ипотеку или эквайринг в рискованных зонах), а расходы растут на резервирование, страхование и привлечение дорогого финансирования⁶⁷.

⁶⁵ [Financial Stability Board. The Implications of Climate Change for Financial Stability. 2020.](#)

⁶⁶ [Financial Stability Board. Assessment of Climate-related Vulnerabilities. 2025.](#)

⁶⁷ [Financial Stability Board. The Implications of Climate Change for Financial Stability. 2020.](#)

ПОСЛЕДСТВИЯ РЕАЛИЗАЦИИ ФИЗИЧЕСКИХ КЛИМАТИЧЕСКИХ РИСКОВ ДЛЯ КРЕДИТНЫХ ОРГАНИЗАЦИЙ

Рис. 14



Источник: Банк России.

КЛЮЧЕВЫЕ ТРАНСМИССИОННЫЕ КАНАЛЫ И ПРИМЕРЫ ВОЗДЕЙСТВИЙ

Табл. 4

Канал риска	Пример воздействия
1. Кредитный риск	Дефолты заемщиков из сельского хозяйства из-за засухи
2. Рыночный риск	Волатильность цен на облигации компании, пострадавшей от наводнения
3. Риск концентрации	Высокая доля заемщиков с активами в арктической зоне
4. Репутационный риск	Негативное отношение населения из-за требований платежей по ипотеке за квартиры в зоне затопления
5. Риск ликвидности	Отток средств с депозитов физических лиц, имущество которых пострадало в результате лесных пожаров или наводнений

Источник: Банк России.

Основное влияние происходит через кредитный риск. Он возрастает из-за ухудшения платежеспособности заемщиков в уязвимых отраслях (например, сельское хозяйство, туризм) и регионах (возможно прибрежные зоны, Арктика), что ведет к росту дефолтов и обесценению залогов. Базельский комитет по банковскому надзору (БКБН)^{68,69,70} и Совет по финансовой стабильности (СФС)⁷¹ подчеркивают важность проведения стресс-тестирования кредитных портфелей с использованием климатических сценариев, что также упоминается в информационном письме Банка России об учете климатических рисков⁷². При этом заемщики, пострадавшие от чрезвычайной ситуации федерального, регионального, межмуниципального или муниципального характера, в том числе паводка, наводнения и лесных пожаров, могут

⁶⁸ Bank for International Settlements. Stress-testing banks for climate change – a comparison of practices. 2021.

⁶⁹ Bank for International Settlements. Principles for the effective management and supervision of climate-related financial risks. 2022.

⁷⁰ Bank for International Settlements. The role of climate scenario analysis in strengthening the management and supervision of climate-related financial risks. 2024.

⁷¹ Financial Stability Board. Supervisory and Regulatory Approaches to Climate-related Risks: Final report. 2022.

⁷² Информационное письмо Банка России о рекомендациях по учету климатических рисков для финансовых организаций от 04.12.2023 № ИН-018-35/60.

оформить отсрочку по кредитным платежам (кредитные каникулы до полугода)⁷³. Наряду с кредитным риском, значимыми являются рыночный и репутационный риски, риск концентрации и риск ликвидности (табл. 4).

Оценка риска финансовыми организациями

Оценка прямых и косвенных физических рисков требует комплексного подхода. В России уже существуют документы, описывающие подходы к оценке физических рисков⁷⁴. Их основной недостаток состоит в том, что они концентрируются на максимально точной качественной и количественной оценке рисков для одного предприятия и его основных бизнес-процессов (операционный риск).

Прямое влияние физических рисков проявляется через воздействие на недвижимые и движимые активы финансовых организаций, а также через контрагентов и цепочку поставок. Реализация физических рисков может привести к нарушению непрерывности операционной деятельности, повреждая или разрушая офисы, оборудование и ИТ-системы, создавая угрозу персоналу и повышая издержки на восстановление, страхование и адаптацию. Механизм оценки таких рисков схож для финансовых и нефинансовых организаций. Для оценки физических рисков принятые подходы к оценке операционных рисков корректируются по нескольким направлениям. В рамках процедур оценки операционных рисков (например, в таксономии источников операционных рисков) компания выделяет климатические риск-факторы в отдельную категорию источников рисков. Это позволяет точнее отслеживать статистику реализации физических рисков, дополнительный анализ которых помогает увидеть прямые последствия таких рисков. Например, компания может увидеть, что при экстремальной жаре падает число продаж. Однако физические риски являются более долгосрочными, из-за чего их оценка, основанная исключительно на исторических данных, неточная. Например, при анализе рисков компании, расположенной в регионе, которому не были свойственны грозы, такой риск-фактор может быть определен как нерелевантный. При этом из-за роста температур и осадков возникает большая вероятность возникновения гроз в будущем на территориях, на которые, как считалось ранее, это не распространяется. При строительстве зданий и инфраструктуры в таких регионах зачастую не закладывается достаточная защита от молний, что может привести к недооценке этого риск-фактора. Чтобы избежать этого, физические риски оцениваются на долгосрочном горизонте и в разрезе нескольких сценариев. Для получения верхнеуровневой и консервативной оценки риск может быть рассмотрен на наиболее дальнем временном периоде из доступных, а также по сценарию, предполагающему наибольшие последствия реализации физических рисков. Это позволит оценить наибольший масштаб последствий, к которым компания может заранее подготовиться. При анализе климатических риск-факторов также необходимо выделять риски, связанные с контрагентами (например, поставщиками электроэнергии) и в цепочках поставок (например, при доставке товаров). Для банков особенно актуально рассмотрение логистических цепочек, поскольку их деятельность связана с регулярной перевозкой наличных денег между отделениями, банкоматами и в рамках инкассации.

В условиях роста частоты и интенсивности этих рисков финансовые организации вынуждены усиливать защиту инфраструктуры, обеспечивать устойчивость ИТ-платформ и разрабатывать

⁷³ Право на отсрочку по платежам есть у заемщиков, размер кредита которых не превышает: 15 млн руб. – для ипотеки, 1,6 млн руб. – по автокредитам, 150 тыс. руб. – по кредитным картам, 450 тыс. руб. – по остальным кредитам и займам. Если долг больше этих лимитов, можно обратиться к кредитору с заявлением о реструктуризации. Банк России рекомендовал банкам в таких случаях реструктурировать кредиты пострадавших по своим собственным программам вплоть до полного прощения в особых ситуациях.

⁷⁴ Например, [приказ Минэкономразвития России от 13.05.2021 № 267 «Об утверждении методических рекомендаций и показателей по вопросам адаптации к изменениям климата»](#).

механизмы экстренного реагирования, интегрируя климатическую устойчивость в стратегии непрерывности бизнеса.

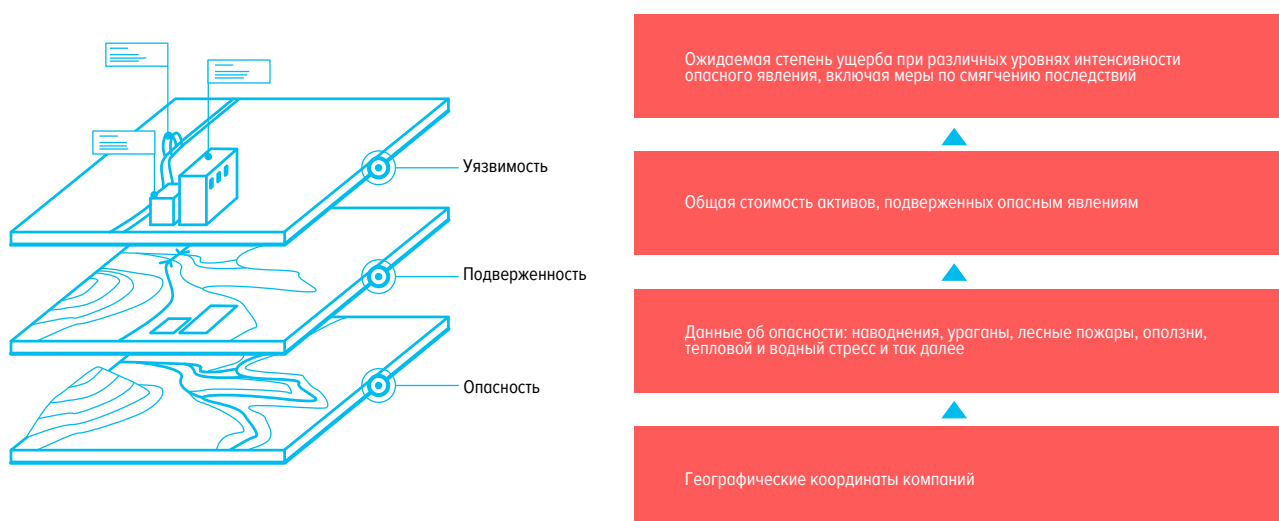
Чтобы оценить косвенные риски финансовых организаций, существующие методики оценки физических климатических рисков оказываются недостаточными, поскольку не учитывают масштабный характер деятельности банков и страховых компаний. Им необходимо оценивать климатические риски на уровне всего портфеля – с охватом множества активов, размещенных в разных регионах и работающих в разных отраслях. При этом основное значение приобретает не точность оценки каждого конкретного риска, а ее практическая применимость в условиях дефицита данных, высокой неопределенности и ограниченных ресурсов. Это требует использования методов, обеспечивающих стандартизацию рисков, что позволяет соотнести затраты на оценку с отдачей от более качественного управления рисками.

Для повышения эффективности такой оценки необходимо развивать специализированные инструменты, адаптированные под потребности финансового сектора. Например, Европейское банковское управление [опубликовало](#) панель ключевых индикаторов климатических рисков для банковского сектора, которая формируется на основе данных, раскрываемых банками. Входящие в панель индикаторы охватывают как физические, так и переходные риски, а также индикаторы, характеризующие степень развития финансирования, соответствующего Таксономии ЕС⁷⁵. Также необходимо создать геопространственные модели распределения рисков по активам, использовать климатические сценарии и построить агрегированные индикаторы риска на уровне портфеля.

Несмотря на существующие методологические различия, оценка климатических рисков сводится к модели «опасность – подверженность – уязвимость». В ее основе лежит системный анализ 3 компонентов (рис. 15): вероятность и масштаб экстремальных климатических явлений (опасность), стоимость активов, находящихся под воздействием этих явлений (подверженность), а также степень восприимчивости и способность к восстановлению данных активов (уязвимость).

УСЛОВНЫЙ СОСТАВ ИНДИКАТОРОВ ФИЗИЧЕСКИХ РИСКОВ

Рис. 15



Источник: ECB. *Climate change-related indicators. Methodological report. 2023.*

⁷⁵ ЕВА дополнительно отмечает, что собранные данные указывают на существенную подверженность банков ЕС/ЕЭП переходным климатическим рискам в связи с высокими объемами финансирования компаний, деятельность которых оказывает существенное влияние на изменение климата. Подверженность банков физическим рискам, измеряемая как доля активов в географических областях, подверженных физическим рискам, в совокупных активах банков, относительно низкая (менее 30% в большинстве стран).

Все объекты, включенные в страховой или кредитный портфель, подлежат точной идентификации и пространственной привязке. Эксперты МВФ [отмечают](#), что одно из ключевых условий для совершенствования оценки подверженности компаний и, как следствие, портфелей финансовых институтов физическим рискам – сбор информации о географическом положении актива, особенно если он используется в качестве залога. Применительно к компаниям важно учитывать не только местоположение офиса, но и расположение производственных объектов, точек сбыта и другой связанной инфраструктуры.

Второй важный элемент – наличие информации об адаптационных мероприятиях, в том числе страхования для более точной оценки финансового воздействия и возможности восстановления актива после реализации физического риска.

Далее необходимо провести оценку опасности, то есть понять, какие климатические риск-факторы представляют наибольшую угрозу для объектов в портфеле. Анализ охватывает как статистику, так и ее прогнозные изменения в зависимости от выбранных климатических сценариев. Для оценки используются количественные метрики: частота событий, их интенсивность, продолжительность и пространственное распределение. Важно, чтобы расчеты проводились с учетом географической детализации, соответствующей типу угрозы: например, при оценке риска наводнений в городских районах могут потребоваться высокоточные карты с разрешением до 5–30 м в одном пикселе, тогда как для оценки сельскохозяйственного ущерба от засухи может быть достаточно разрешения в 10 км.

Затем проводится сопоставление объектов страхования или кредитования с пространственным распределением опасности. Пространственный анализ позволяет определить для каждого объекта в портфеле величину кредитного требования, подверженную риску дефолта (Exposure at Default, EAD), или объем страховых обязательств, потенциально подвергающийся воздействию климатических факторов. В результате формируется агрегированный показатель – доля или абсолютный объем портфеля, подвергающегося воздействию климатических факторов. Он может быть классифицирован по типам опасности и географическим регионам.

Наконец, анализируется уязвимость объектов, то есть то, насколько сильно конкретные объекты могут пострадать при реализации климатического риска. Для этого оцениваются как физические характеристики (тип конструкции, наличие систем защиты от затопления или перегрева, износ оборудования), так и финансовые параметры (остаточная стоимость, срок амортизации, уровень страхового покрытия). Дополнительно может учитываться социально-экономическая уязвимость – например, труднодоступность региона, низкий уровень коммунальной инфраструктуры или высокая зависимость от климатически чувствительных отраслей. Результатом является типизация объектов по степени восприимчивости к климатическим воздействиям. При этом желательно проводить ее регулярную калибровку на основе существующих данных об ущербах и средне- и долгосрочных сценариях, чтобы лучше учитывать проводимые меры по адаптации к изменению климата.

Получаемые оценки опасности, подверженности и уязвимости интегрируются в один показатель климатического риска или сразу переводятся в финансовые метрики, например, в снижение стоимости залога по кредиту или рост числа обращений по полисам страхования.

С учетом высокой сложности и разнообразия климатических рисков анализ всех возможных комбинаций опасностей и типов объектов не является практичным и экономически целесообразным. В связи с этим международная практика и отраслевые рекомендации предлагают сосредоточиться на наиболее значимых и типичных рисках, которые могут существенно повлиять на финансовую устойчивость банков и страховых компаний. Среди таких ключевых рисков для российских условий можно выделить наводнения, засухи,

штормовые ветра, лесные пожары, деградацию вечной мерзлоты, и экстремальные волны жары. В табл. 5, 6 приведены возможные типовые метрики физического риска для страховых компаний и кредитных организаций. Включение тех или иных метрик подверженности, а также калибровка их функций уязвимостей возможна уже после более детальной проработки источников данных и их применимости в риск-менеджменте финансовых организаций.

ВОЗМОЖНЫЕ ТИПОВЫЕ МЕТРИКИ ФИЗИЧЕСКОГО РИСКА ДЛЯ СТРАХОВЫХ КОМПАНИЙ

Табл. 5

Опасность	Подверженность	Уязвимость
Наводнения	Суммарная страховая сумма по полисам страхования недвижимого имущества в зоне затопления	Функция ущерба в зависимости от глубины затопления и типа строения
Природные пожары	Суммарная страховая сумма имущественного страхования в сельской местности	Функция ущерба в зависимости от потенциальной пожарной опасности
Сильные ветра	Страховая сумма по объектам недвижимого имущества	Функция ущерба в зависимости от скорости ветра и типа строения
Засухи	Страховая сумма полисов сельскохозяйственного страхования	Функция ущерба в зависимости от стандартизированного индекса осадков
Таяние мерзлоты	Страховая сумма по проектам в зоне многолетней мерзлоты	Функция выбытия основных фондов в зависимости от глубины протаивания многолетней мерзлоты
Экстремальная жара	Страховая сумма по полисам добровольного медицинского страхования	Функция частоты обращений в медицинские учреждения в зависимости от температуры
Экстремальная жара	Количество полисов по кредитному страхованию жизни	Функция частоты наступления страховых случаев в зависимости от температуры

Источник: Банк России.

ВОЗМОЖНЫЕ ТИПОВЫЕ МЕТРИКИ ФИЗИЧЕСКОГО РИСКА ДЛЯ КРЕДИТНЫХ ОРГАНИЗАЦИЙ

Табл. 6

Опасность	Подверженность	Уязвимость
Наводнения	Суммарный объем ипотечных и коммерческих кредитов под залог недвижимости в зоне 100-летнего паводка*. Число кредитных договоров на жилье и бизнес-объекты в зоне затопления	Функция корректировки стоимости залога в зависимости от глубины затопления и типа строения
Засухи	Портфель кредитов сельхозпроизводителям	Функция корректировки вероятности дефолта в зависимости от стандартизированного индекса осадков
Природные пожары	Сумма кредитов под залог недвижимости в сельской местности	Функция корректировки уровня потерь при дефолте в зависимости от потенциальной пожарной опасности
Таяние мерзлоты	Кредитный портфель в зоне многолетней мерзлоты	Функция скорости амортизации залога по кредиту в зависимости от глубины протаивания многолетней мерзлоты
Штормовые ветра	Сумма кредитов под залог зданий	Функция корректировки стоимости залога в зависимости от скорости ветра и типа строения
Экстремальная жара	Портфель потребительских кредитов	Функция корректировки вероятности дефолта в зависимости от частоты волн жары

* Зона 100-летнего паводка – территория, на которой вероятность возникновения сильного паводка составляет 1% в каждый год. Это не означает, что паводок бывает там строго раз в 100 лет – он может произойти 2 года подряд или не случаться десятилетиями, но риск сохраняется ежегодно. Такая зона используется в инженерных расчетах, страховании и планировании застройки как область с потенциально опасным уровнем подтопления при экстремальных осадках или таянии снега.

Источник: Банк России.

Проблема наличия и качества данных при оценке риска

Данные, полученные в результате моделирования, дают подробное представление о будущем климате и связанной с ним опасности. Глобальные и региональные тенденции климатических изменений описаны в оценочных докладах МГЭИК «Физическая научная основа»⁷⁶. Также существуют глобальные атласы, такие как [интерактивный атлас МГЭИК \(IPCC WGI Interactive Atlas\)](#), [Copernicus Interactive Climate Atlas](#), [Climate Change Knowledge Portal](#) Всемирного банка, [Climate impact explorer](#). На национальном уровне могут быть также использованы [оценочные доклады Росгидромета](#) и [данные Климатического центра Росгидромета](#). Подробное описание атласов и других инструментов представлено в приложении 4. Основные затруднения при использовании этих источников связаны с тем, что данные рассредоточены между разными платформами и часто не обладают достаточной пространственной детализацией для применения на уровне конкретных регионов или объектов страхования либо залогов.

Данные по подверженности и уязвимости необходимо формировать с учетом типовых подходов к оценке физического риска в финансовой организации. В этом случае существующие данные должны быть сильно преобразованы под задачи риск-менеджмента и не могут быть использованы в чистом виде. Например, Рабочая группа II МГЭИК в Шестом оценочном докладе представила индикаторы воздействия климата, связанные с устойчивым развитием (sustainable-development-related climate impact indicators)⁷⁷. Были рассчитаны следующие индикаторы:

- количество дней в году, когда население подвержено риску смерти от экстремальной жары;
- количество дней в году, когда физическая работоспособность составляет менее 40%;
- период повторяемости для 100-летнего речного наводнения (годы) относительно 1970–2000 годов.

Дополнительно в качестве источника данных по подверженности и уязвимости могут быть использованы индикаторы из приложения 1⁷⁸ к Вкладу Рабочей группы II «Воздействие, адаптация и уязвимость» в Шестом оценочном докладе МГЭИК. Эти индикаторы показывают, как изменение климата влияет на продуктивность различных сельскохозяйственных культур и животных, а также на риск наступления засух и рост заболеваемости населения ввиду изменения температуры и влажности. Однако эти показатели невозможно напрямую перевести в метрики, которые финансовая организация сразу может использовать для оценки рисков.

Другая важная проблема – разработка решения для хранения и доступа к данным и ее поддержание в актуальном состоянии. Внедрение платформы требует команды с разносторонними навыками:

- специалистов в области климата для поиска климатических данных, выделения наиболее актуальных климатических риск-факторов, оценки функций уязвимости;
- ГИС-специалистов для разработки и поддержания геоинформационной системы;
- ИТ-специалистов (frontend-разработчиков, backend-разработчиков, DevOps-инженеров) для обработки данных, автоматического расчета метрик, обеспечения доступа к системе сотрудников из бизнес-подразделений;
- финансового методолога для связки климатических метрик с финансовыми;
- продукт-менеджера, одновременно разбирающегося во всех аспектах.

⁷⁶ IPCC. Summary for Policymakers. Climate Change 2021: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. 2021.

⁷⁷ Schipper E.L.F., A. Revé, B.L. Preston, E.R. Carr, S.H. Eriksen, L.R. Fernandez-Carril, B.C. Glavovic, N.J.M. Hilmi, D. Ley, R. Mukerji, M.S. Muylaert de Araujo, R. Perez, S.K. Rose, & P.K. Singh. Climate Resilient Development Pathways. In: [Climate Change 2022: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. 2022.](#)

⁷⁸ IPCC. Annex I: Global to Regional Atlas [Pörtner, H.-O., A. Alegria, V. Möller, E.S. Poloczanska, K. Mintenbeck, S. Götze (eds.)]. In: [Climate Change 2022: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. 2022.](#)

Такое решение требует существенных расходов и времени на внедрение. Подобный инструментарий могут позволить себе лишь крупнейшие финансовые институты.

Врезка 1. О реализуемом Российской Национальной Перестраховочной Компанией проекте «Национальный Риск-офис»

Акционерное общество «Российская Национальная Перестраховочная Компания» (РНПК) обеспечивает перестраховочную защиту для всех корпоративных имущественных программ на российском рынке, включая самые сложные катастрофические риски. Для создания базы знаний по данным рискам и построения моделей оценки влияния катастроф на объекты страхования и экономику России, РНПК реализует проект Национальный Риск-офис (далее – Риск-офис). В рамках проекта совместно с научными институтами (в том числе РАН, Росгидрометом, МЧС, Роскадастром) разработаны методики моделирования и оценки ущерба от вероятных или произошедших наводнений и землетрясений.

Модели построены на данных официальных российских источников, с применением открытых научных разработок, что повышает их прозрачность и подтверждаемость результата. Основная цель разработанных моделей – их применимость для решения прикладных экономических задач.

В основе проекта лежит автоматизированная информационно-аналитическая система – цифровой инструмент, который позволяет сократить время расчетов. Система учитывает географические и климатические данные, уязвимость объектов, параметры страхования и может формировать сценарии ущерба на уровне конкретных городов, улиц и даже зданий.

В настоящее время Риск-офис в части рисков наводнений и землетрясений предоставляет следующую информацию для страхового рынка:

- данные для тарификации и андеррайтинга;
- данные для проведения стресс-тестирования;
- оценка кумуляции страхового портфеля;
- данные для расчета и калибровки резерва и капитала;
- оценка параметров передачи портфелей в перестрахование.

Для субъектов Российской Федерации могут быть полезны следующие данные:

- оценка территорий по степени подверженности;
- оценка экономической целесообразности превентивных мероприятий;
- оперативная оценка ожидаемого и наступившего ущерба от воздействия катастрофических событий;
- данные для принятия управленческих решений с учетом рисков катастроф.

Риск-офис уже охватывает 30 субъектов Российской Федерации по землетрясениям и 40 по наводнениям. Разработана и внедрена геоинформационная система (ГИС РНПК), направленная на оценку подверженности территорий и портфелей объектов.

Проект соответствует национальному плану мероприятий второго этапа адаптации к изменениям климата на период до 2025 г., утвержденного распоряжением Правительства Российской Федерации от 11.03.2023 № 559-р.

В процессе продвижения проекта стали очевидны и системные ограничения: низкий уровень культуры учета катастрофических рисков, недостаточное правовое регулирование, а также фрагментированный и неравноправный доступ к данным.

Дальнейший вектор развития Риск-офиса включает:

- моделирование влияния погодных рисков на растениеводство;
- комплексная оценка подверженности значимым рискам субъектов Российской Федерации (Риск-зонирование).

За рубежом оценка климатических рисков зачастую передается внешним

узкоспециализированным подрядчикам. Например, компания [JBA Risk Management](#) интегрирует через API данные финансовых компаний – клиентов (например, залоги или страховые полисы), объединяя их с данными о наводнениях, ураганах и штормах. На основе этого проводится оценка ожидаемых потерь, максимально возможного ущерба и формирования стратегий управления рисками. Компания Moody's предлагает аналогичный инструмент [Climate on Demand API](#), который предоставляет прогнозируемую оценку воздействия физических климатических рисков, таких как наводнения, тепловые стрессы, ураганы и повышение уровня моря, на активы и портфели клиентов из финансового сектора.

Методологии для оценки физических климатических рисков регуляторами

Регуляторам не хватает данных для оценки этих рисков и принятия мер реагирования в силу отсутствия полноценных данных на макроуровне и практики оценки этих рисков на уровне отдельных организаций. В связи с этим в рамках председательства ЮАР в «Группе двадцати» Резервный банк ЮАР (SARB) запустил работу по устранению пробелов в данных. Ожидаемые результаты на 2025 г. включают выявление пробелов в данных о разрывах в уровне страхового покрытия ущерба от климатических рисков. Резервный банк Индии инициировал создание Информационной системы климатических рисков (CRIS) совместно с группой привлеченных внешних экспертов. CRIS представляет собой хранилище данных, необходимых финансовым институтам для оценки физических и переходных климатических рисков. Оценка физических рисков производится с использованием исторических данных: функции ущерба для 14 видов климатических угроз, актуальных для Индии, и спутниковых данных о географическом положении активов (в будущем планируется увеличить точность до 10 м).

Методологии оценки физических климатических рисков для регуляторов уже сформированы. Международные организации (NGFS, Всемирный банк и Совет по финансовой стабильности, например) разработали универсальные подходы к оценке. Поэтому текущим барьером является не отсутствие самих методологий, а практическая возможность их наполнения данными, адаптации под национальные особенности и интеграции в существующие системы оценки рисков и мер реагирования. Особенно остро это ощущается в странах с ограниченными ресурсами и доступом к качественным климатическим и финансовым данным. Далее представлены действующие методики, а также выявлены пробелы, мешающие их эффективному применению.

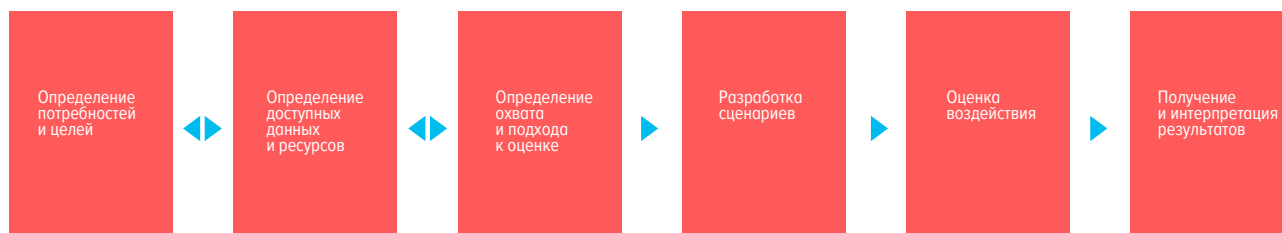
В мире существует широкий спектр методологий и инструментов оценки физических климатических рисков для финансового сектора в целом. Инструменты оценки физических рисков различаются в зависимости от охвата климатических уязвимостей, каналов влияния, классов активов, методов оценки и уровня детализации данных. При этом ряд поставщиков инструментов оценки используют преимущественно проприетарные данные и предлагают решения под потребности определенного клиента. Такой подход, наряду с низким региональным охватом ряда публично доступных методологий, ограничивает доступ к инструментам оценки физических рисков для регуляторов из стран с формирующимися рынками и развивающихся стран.

Рекомендации международных организаций и инициатив фокусируются на описании лучших практик и качественных подходов к оценке физических климатических рисков регуляторами.

NGFS и Всемирный банк [предлагают](#) регулирующим и надзорным органам верхнеуровневый поэтапный подход к оценке экстренных физических рисков, охватывающий 6 основных стадий (рис. 16).

ПРОЦЕСС ОЦЕНКИ ЭКСТРЕННЫХ ФИЗИЧЕСКИХ РИСКОВ

Рис. 16



Источник: NGFS-World Bank.

Совет по финансовой стабильности (СФС) определяет оценку уязвимостей финансовой системы, связанных с изменением климата, как причинно-следственную связь между климатическими шоками и традиционными факторами уязвимостей. В основе оценки лежит существующая система надзора СФС за финансовой стабильностью. СФС предлагает следующий набор инструментов для проведения оценки климатических, в частности, физических рисков:

- индикаторы, заблаговременно сигнализирующие о потенциальных драйверах физических рисков: Европейский центральный банк ([ЕЦБ](#)), [Банк Франции](#) и [Банк Англии](#) используют экономические убытки от неблагоприятных погодных явлений;
- показатели подверженности для оценки влияния драйверов климатических рисков на различные сектора: подверженность активов финансовых институтов климатическим опасностям ([ЕЦБ](#), [Банк Англии](#), [Монетарное управление Гонконга](#)), соотношение LTV с учетом ущерба от неблагоприятных погодных явлений ([Банк Нидерландов](#)), перестраховочная премия и рыночная концентрация ([Банк Англии](#), [IAIS](#));
- показатели риска, количественно оценивающие потенциальные финансовые потери, связанные с климатическими шоками: ожидаемые кредитные потери из-за повреждения активов ([ЕЦБ](#)), требования к капиталу страховщиков для покрытия рисков природных катастроф ([IAIS](#), [Банк Франции](#)).

Врезка 2. Интеграция физических климатических рисков в кредитные модели банков: подход экспертов Банка международных расчетов¹

Опыт регуляторов указывает на необходимость включать физические климатические риски в банковские системы управления кредитным риском. В то же время в мире пока нет общепринятых отраслевых стандартов. Главная трудность состоит в том, как перевести физические риски в корректировки финансовых показателей, например, PD (Probability of Default, вероятность дефолта) или LGD (Loss Given Default, убытки при дефолте).

Опасные природные явления редки на годовом горизонте, при этом исторические данные не отражают текущую вероятность их реализации. Одним из решений может стать корректировка PD вверх на основе экспертного мнения. Однако это искажает средний уровень риска, не отражая одновременные проблемы множества заемщиков при разрушительном явлении. Поэтому корректировка должна вноситься не в среднюю вероятность дефолта, а в саму асимптотическую модель с одним фактором риска (ASRF), используемую в рамках модельного подхода к оценке величины кредитного риска на основе внутренних рейтингов (ПБР).

Статья экспертов Банка международных расчетов предлагает один из возможных подходов – учесть физический риск в ASRF-модели. Они предлагают добавить отдельный «климатический» фактор, который имеет малую вероятность, но при его реализации стоимость активов у затронутых заемщиков падает, а их риск дефолта резко растет одновременно. Это достигается за счет не только учета прямого ущерба активов, но и роста корреляции дефолтов в отдельных регионах или отраслях. Страховое покрытие снижает волатильность убытков, но не устраняет риск полностью.

¹ V. Pozdyshev et al. Incorporating physical climate risks into banks' credit risk models', BIS Working Paper No. 1274, 2025.

Внедрение модели открывает возможности по дальнейшей спецификации физического риска, например, разделение событий на относительно частые с умеренным ущербом и редкие катастрофические явления. Наряду с этим такая оценка открывает путь к хеджированию риска через свопы на индекс климатического ущерба или облигации катастроф. Кроме того, такой подход удобен для надзора, так как добавляет физический риск без отказа от свойств традиционных моделей кредитного риска, что снижает издержки внедрения и повышает сопоставимость результатов между банками.

Регуляторы накопили опыт стресс-тестирования физических климатических рисков. Они уже проводят количественную оценку финансовых последствий климатических рисков и даже затрагивают вопросы обновления системы риск-менеджмента финансовых организаций. Вместе с тем в условиях недостатка данных большинство стресс-тестов носят пилотный характер и используются как инструмент для повышения понимания уязвимостей и формирования компетенций как у регуляторов, так и у участников рынка (рис. 17).

Для оценки экстренных физических рисков используется краткосрочный горизонт (от 1 года до 3 лет), а для оценки систематических рисков – более длительный период, до 2050 г., в некоторых случаях – до 2080–2100 годов. Центральные банки используют подходы как top-down, так и bottom-up, при этом встречается и гибридный вариант. В большинстве стресс-тестов конкретно указывается охватываемый источник физического риска, чаще всего встречается риск наводнений, засухи, повышения уровня моря, тепловых волн, повышения средних температур. Среди оцениваемых финансовых рисков наибольшее распространение получили кредитный, операционный, рыночный и страховой риски, а также риск фондирования и риск нехватки ликвидности.

Сценарии NGFS наиболее часто используются регуляторами для оценки физического риска, при этом некоторые страны адаптируют сценарии с учетом национальных особенностей и климатических целей. Начиная с [третьей редакции климатических сценариев NGFS](#), помимо систематических рисков, учитываются экстренные риски: волны жары, засуха, наводнения (паводки) и циклоны (с последующим расширением охвата опасных явлений [в четвертой редакции](#)). Регуляторы адаптируют сценарии NGFS с учетом национальных особенностей. Например, в [руководстве](#) по проведению климатического стресс-теста Монетарное управление Гонконга (НКМА) включает в сценарий частые и продолжительные осадки. В основе [стресс-теста](#) Банка Кореи и Службы финансового надзора Республики Корея (FSS) лежат сценарии NGFS

ОСНОВНЫЕ ЦЕЛИ РЕГУЛЯТОРОВ ПРИ ПРОВЕДЕНИИ СТРЕСС-ТЕСТОВ

Рис. 17



за 2023 г., адаптированные под структуру экономики страны (высокая доля промышленности (25% ВВП) и зависимость от углеродоемких отраслей), а также национальные климатические особенности (высокая уязвимость к наводнениям и тайфунам).

Объекты количественной оценки обычно выступают компоненты модели «опасность – подверженность – уязвимость». В стресс-тестировании страхового сектора широко применяются модели риска катастроф (CatModels) для количественной оценки потенциального ущерба от конкретных природных явлений в сценарии реализации физических рисков. Примером может служить [французский стресс-тест](#) сектора страхования. Для их оценки регуляторы используют такие метрики, как коэффициенты соотношения суммы кредита к стоимости займа (LTV), вероятность наступления катастроф, убытки при дефолте (LGD), PD, величина кредитного требования, подверженная риску дефолта (EAD), NPL.

Оценку влияния физических климатических рисков на устойчивость банковского сектора на страновом уровне также проводит МВФ в рамках Программы оценки финансового сектора (FSAP). В [методологии](#), опубликованной в июле 2022 г., описывается общий подход МВФ к оценке влияния изменения климата на банковский сектор стран, для которых физические риски определены как существенные. Временной горизонт анализа охватывает как сверхдолгосрочный период до 2100 г., так и стандартный для FSAP горизонт прогнозирования от 3 до 5 лет.

Еще одним новым аспектом как следствие реализации изменения климата являются **природные риски**. Рабочая группа по раскрытию финансовой информации, связанной с природой (Taskforce on Nature-related Financial Disclosures, TNFD), [рекомендует](#) корпорациям и финансовым институтам развивать внутренние компетенции оценки природных рисков.

Требования по раскрытию информации в надзорной отчетности

Базельский комитет по банковскому надзору в конце 2023 г. [предложил](#) включить информацию о подверженности банков климатическим рискам в надзорную отчетность в рамках Компонента 3 (Pillar 3). В части физических климатических рисков БКБН предложил раскрывать следующие количественные индикаторы:

- валовая балансовая стоимость (до вычета резервов на возможное обесценение/убытки по ссудам) кредитов, долговых и долевого ценных бумаг в активах банков, привязанных к локациям с высокой подверженностью физическим рискам в абсолютном выражении и в процентном соотношении от общей стоимости соответствующих классов активов на балансе банков, в том числе:
 - стоимость активов нефинансовых компаний;
 - размер кредитов, обеспеченных жилой или коммерческой недвижимостью;
- доля проблемных активов в активах, подверженных физическим климатическим рискам;
- сумма резервов на возможное обесценение/убытки по ссудам по активам с высокой подверженностью физическим рискам;
- средняя срочность активов с высокой подверженностью физическим рискам, разбивка активов по группам, исходя из оставшегося срока до погашения.

Большинство регуляторов не включают информацию о климатических рисках в перечень обязательной для предоставления надзорному органу кредитными организациями. При этом наиболее распространенным методом оценки физических рисков выступает стресс-тестирование, которое не использует данные надзорной отчетности и не оценивает риски отдельно взятых организаций, которые могут существенно варьироваться. Недоучет неоднородности риска может привести к значительным негативным последствиям для финансовой стабильности, в связи с чем часть регулирующих органов начали требовать специфичные данные, позволяющие оценить физические риски у кредитных организаций.

С 2022 г. в Европейском союзе действует стандарт Implementing Technical Standards (ITS) on prudential disclosures on ESG risks в соответствии со статьей 449a Регламента о пруденциальных требованиях (CRR)⁷⁹.

В рамках одного из разделов утвержденной формы (Annex I – Templates for ESG prudential disclosures) крупные публичные кредитные организации обязаны не реже одного раза в год (сроки могут варьироваться в зависимости от национальных требований) предоставлять информацию о валовой балансовой стоимости кредитных требований, чувствительных к изменению климата, выраженной в миллионах евро, в разбивке:

- по географическим зонам, связанным с бизнес-процессами контрагента, которые подвержены изменению климата. Компании самостоятельно определяют такие зоны с помощью научных порталов и баз данных, в том числе рекомендуемых стандартом;
- по срокам погашения;
- по кредитным требованиям, чувствительным к воздействию долгосрочных климатических изменений (систематические риски);
- по кредитным требованиям, чувствительным к воздействию опасных природных явлений (экстренные риски);
- по кредитным требованиям, чувствительным к воздействию как долгосрочных климатических изменений, так и опасных природных явлений;
- по кредитным требованиям, классифицированным как «Стадия 2» в соответствии с Международными стандартами финансовой отчетности (IFRS, МСФО) 9 «Финансовые инструменты» – кредиты со значительным увеличением кредитного риска с момента первоначального признания. Это подразумевает, что необходимо отслеживать изменение кредитного риска и создавать резервы под ожидаемые кредитные убытки;
- по кредитам, по которым возникла просрочка более 90 дней или есть признаки обесценения;
- по накопленным убыткам от обесценения, накопленным отрицательным изменениям справедливой стоимости, связанным с кредитным риском, и резервам – включаются все резервы, созданные под обесценение вышеуказанных кредитных требований.

Кроме того, в рамках заполнения надзорной отчетности финансовые организации указывают исторические потери, связанные с изменением климата.

Комиссия по ценным бумагам и биржам США (SEC) в марте 2024 г. опубликовала требования по улучшению и стандартизации раскрытия эмитентами климатической информации для инвесторов. В качестве примеров⁸⁰ индикаторов влияния опасных природных явлений на финансовую отчетность компаний приводились:

- изменение выручки или издержек, вызванных со сбоями операционной деятельности или нарушением цепочек поставок;
- стоимость обесценения и изменение балансовой стоимости активов (запасов, нематериальных активов и основных средств) под воздействием опасных природных явлений (наводнения, засухи, лесные пожары, экстремальные температуры) и долгосрочных изменений (повышение уровня моря);
- изменение в резервах на возможные потери или в резервах на убытки по ссудам (для кредитных организаций);
- изменение совокупных застрахованных потенциальных потерь в случае наводнения или лесного пожара.

⁷⁹ [European Banking Authority. Implementing Technical Standards \(ITS\) on prudential disclosures on ESG risks in accordance with Article 449a CRR.](#)

⁸⁰ Данный перечень носит иллюстративный характер, конкретные индикаторы не были включены в итоговую версию требований, так как участники публичных консультаций высказали опасения относительно несоответствия отдельных метрик общепринятых принципов бухгалтерского учета (Generally Accepted Accounting Principles, GAAP) и необходимости запроса недостающей информации для их расчета у контрагентов и частных поставщиков информации.

В Бразилии с 2023 г. кредитные организации, находящиеся под надзором Центрального банка Бразилии, обязаны предоставлять информацию, связанную в том числе с климатическими рисками, согласно принятому Документу о социальных, экологических и климатических рисках (Documento de Risco Social, Ambiental e Climático – DRSAC)⁸¹. Организации в специальной форме должны сообщить информацию о консолидированной оценке физических рисков, выраженной в денежном значении, а также в разбивке по возможному ущербу от экстренных и систематических физических рисков.

Как и банковские организации, страховые компании не обязаны раскрывать количественные показатели, связанные с физическими рисками. В надзорную отчетность входят количественные финансовые показатели, традиционные для страхового бизнеса, динамика которых может отображать увеличение климатического риска. Принятая Директива ЕС Solvency II устанавливает требования по расчету и отчетности о величине капитала (SCR), необходимого для покрытия страховых убытков. В дальнейшем Европейская служба по надзору в сфере страхования и пенсионного обеспечения (EIOPA) выпустила свод правил по применению Solvency II, где определило форму расчета SCR по страхованию стихийных бедствий, которое направляется регулятору в рамках [Regular Supervisory Report](#). К одним из основных индикаторов влияния физических рисков на страховщиков и деятельность по андеррайтингу относятся средний годовой убыток и вероятный максимальный убыток от реализации страховых случаев, связанных со стихийными бедствиями ([IAIS](#)). Рост данных показателей свидетельствует об увеличении масштабов ущерба и вероятности реализации стихийных бедствий, а также степени подверженности страховых компаний физическому риску. Кроме того, пробелы в данных порождают разрыв в страховании рисков природных катастроф. Международная ассоциация органов страхового надзора (International Association of Insurance Supervisors, IAIS) и Всемирный банк [разработали](#) практическое руководство, в котором определили необходимые меры для устранения пробелов в страховании рисков, в частности, повышение доступности страховых продуктов и услуг, использование механизмов передачи рисков (глобальное перестрахование, облигации катастроф, страховые пулы) и стимулирование государственно-частного партнерства.

Вопросы для консультаций и перспективные направления работы для Банка России, федеральных органов исполнительной власти, научных сообществ, финансовых и нефинансовых компаний и других заинтересованных сторон

С учетом потенциальных последствий климатических событий, в том числе роста кредитного и рыночного риска, целесообразна разработка методологии оценки наибольших по объему и значимости портфелей, чувствительных к климатическим угрозам. Такая методология может быть ориентирована на выявление рисков в отдельных регионах, отраслях или группах клиентов, обладающих высокой уязвимостью.

Для определения дальнейшей траектории создания методологии необходима следующая информация:

- Какие прямые и косвенные физические климатические риски вы считаете наиболее значимыми?
- Как вы учитываете эти риски в процессе оценки своих портфелей?
- Какие источники и форматы информации используете для их выявления, мониторинга и оценки?
- Как вы управляете этими рисками? Какие меры адаптации используете для снижения своего операционного риска?

⁸¹ [Banco Central do Brasil. Documento de Risco Social, Ambiental e Climático. 2022.](#)

Также представляется целесообразным создание публичного сервиса, который:

- объединит существующие данные по компонентам «опасность – подверженность – уязвимость»;
- будет иметь модельный аппарат для преобразования этих данных в показатели, которые могут быть легко интегрированы в кредитный процесс или в страхование;
- будет легкодоступен для финансовых компаний (например, через API) и иметь надежную инфраструктуру, предотвращающую утечку данных клиентов.

Риск-офис РНПК обладает наработками в области моделирования наводнений и возможностью масштабировать их на другие типы климатических угроз.

Основным препятствием для проведения оценки физических климатических рисков на уровне финансового сектора остается ограниченность информации. Несмотря на наличие методологических подходов, в том числе адаптированных под нужды регуляторов, реализация количественных оценок ограничена как по охвату, так и по качеству исходных данных.

На первом этапе возможно проведение точечных оценок подверженности отдельных классов активов и видов деятельности конкретным климатическим рискам, например, через опросы кредитных организаций и страховых компаний, а также анализ уже имеющихся внутренних методик.

В качестве следующего шага может быть проведен стресс-тест, фокус которого целесообразно сместить с поиска точной оценки ущерба на выявление уязвимых сегментов и индикаторов, отражающих чувствительность к физическим рискам. Такой подход позволяет использовать стресс-тест как инструмент выявления пробелов в данных и формирования соответствующего запроса.

В долгосрочной перспективе ключевым направлением работы остается совершенствование объема и детализации доступной информации, в том числе с учетом международного опыта.

Для создания карты подверженности финансовой системы климатическим рискам и дальнейшей разработки инструментов управления рисками Банку России необходима база данных, позволяющая оценить подверженность финансовых организаций физическим рискам.

В частности, для оценки количественных метрик подверженности физическим климатическим рискам может использоваться информация:

- о географическом расположении непосредственно кредитуемых или страхуемых объектов, например, в рамках общероссийского классификатора территорий муниципальных образований (ОКТМО)⁸²;
- о дополнительных условиях или ограничениях при работе с кредитуемыми или страхуемыми предприятиями, связанных с природно-климатическими условиями (например, ограничения на работу, урезание сроков, исключение части рисков из покрытия, требования по обеспечению дополнительной защиты и так далее);
- о более точной разбивке страховых выплат:
 - в рамках реализации опасных природных явлений по типам этих явлений (наводнения, штормовые ветра, засухи, таяние мерзлоты);
 - с выделением пожаров, причиной которых стали природные пожары.

Согласны ли вы с предлагаемыми направлениями работы? Какие формы поддержки (в том числе методической, цифровой или правовой) необходимы со стороны Банка России и федеральных органов исполнительной власти для продвижения в указанных направлениях?

⁸² В частности, может быть проведен пилотный сбор информации для оценки возможных форматов ее предоставления.

ПРИЛОЖЕНИЕ 1. ГЛОССАРИЙ

Адаптация (адаптация к изменению климата) – приспособление природных, социальных или экономических систем в ответ на фактические или ожидаемые климатические изменения и их последствия. Адаптация включает корректировку процессов, действий или структур, предпринимаемую в целях снижения потенциальных рисков или использования благоприятных возможностей, связанных с изменением климата.

Аномально жаркая погода (аномальная жара) – в период с апреля по сентябрь в течение 5 дней и более значение среднесуточной температуры воздуха выше климатической нормы на 7°C и более.

Возможности, связанные с климатом – потенциально перспективные направления деятельности, которые с учетом изменений климата, а также мер, направленных на предотвращение негативного воздействия на климат, предпринимаемых правительствами и органами регулирования стран – сторон Парижского соглашения (см. **Парижское соглашение**), могут быть использованы и развиты организациями для создания конкурентных преимуществ и поддержания необходимого уровня доверия.

Волна тепла (жары) – период аномально жаркой погоды, часто определяемый с учетом относительного температурного порога, длящийся от 2–5 дней до месяцев.

Защеление океана – снижение pH океана, сопровождающееся другими химическими изменениями (прежде всего в уровнях ионов карбоната и бикарбоната), в течение длительного периода времени, обычно десятилетиями или дольше, которое вызвано главным образом поглощением углекислого газа (CO₂) из атмосферы, но также может быть вызвано изменением баланса других химических веществ. Современное интенсивное защеление океана (снижение pH) связывают с антропогенными выбросами парниковых газов.

Засуха – продолжительный и значительный недостаток осадков, чаще при повышенной температуре и пониженной влажности воздуха. Выделяют атмосферную (метеорологическую), почвенную (сельскохозяйственную) и гидрологическую засухи.

Климат – статистическое описание погоды с помощью усредненных¹ климатических показателей и их соответствующей изменчивости на временных интервалах от нескольких месяцев до нескольких тысяч или даже миллионов лет. Наиболее значимыми климатическими показателями (параметрами) чаще всего называют такие атмосферные параметры, как температура, количество осадков и ветер².

Климатические риски – вероятность убытков, связанных с влиянием климатических изменений, а также мер, направленных на предотвращение негативного воздействия человека на климат, адаптацию к климатическим изменениям, в том числе предпринимаемых правительствами и органами регулирования. Климатические риски включают физические климатические риски (см. **Физические климатические риски**) и переходные климатические риски (см. **Переходные климатические риски**).

¹ Традиционный период усреднения климатических показателей, согласно определению Всемирной метеорологической организации, составляет 30 лет.

² «ГОСТ Р ИСО 14091-2022. Национальный стандарт Российской Федерации. Адаптация к изменениям климата. Руководящие указания по оценке уязвимостей, воздействия и риска» (утвержден и введен в действие приказом Росстандарта от 25.10.2022 № 1188-ст).

Климатический переход (переход к низкоуглеродной экономике)³ – переход от существующих моделей производства и потребления к низкоуглеродной модели экономики для достижения целей Парижского соглашения. Примерами мероприятий, реализуемых на национальном и глобальном уровне, в рамках климатического перехода могут быть энергопереход и декарбонизация промышленности, сельского хозяйства, транспорта.

Климатический сценарий (сценарий изменения климата) – вероятное описание будущего состояния климатической системы, основанное на исторической информации о состоянии климатической системы и ее основных характеристиках (температуры, осадков и других) и предположениях о будущих изменениях (в частности, об увеличении концентрации парниковых газов), и того влияния, которое изменение климата окажет на социально-экономические показатели⁴.

Косвенный экономический ущерб – ущерб, который проявляется через вторичные эффекты, затрагивающие экономическую систему в средней и долгосрочной перспективе. Например, разрушение инфраструктуры может нарушить логистические цепочки, что вызовет задержки поставок, рост цен и снижение экономической активности. Потери урожая и снижение урожайности в результате реализации физических климатических рисков могут оказывать давление на цены на сельскохозяйственную продукцию, в особенности в развивающихся странах. Кроме того, в ряде регионов изменение климата может стимулировать миграцию населения, снижая доступность трудовых ресурсов и увеличивая социальную нагрузку на экономику. Косвенные убытки часто менее очевидны, но их кумулятивное воздействие может быть более разрушительным, чем прямые потери⁵.

Межправительственная группа экспертов по изменению климата (МГЭИК)⁶ – совместный орган Программы ООН по охране окружающей среды (ЮНЕП) и Всемирной метеорологической организации, учрежденный в 1988 г. с целью получения максимально достоверных и авторитетных научных данных, связанных с изменением климата. МГЭИК привлекает к своим работам сотни ученых со всего мира и публикует доклады с детально согласованными на межправительственном уровне рекомендациями. МГЭИК регулярно выпускает обширнейшие обзоры – Оценочные доклады, состоящие из 3 томов. В первом излагается физическая основа изменений климата, во втором – воздействие изменений климата на природу и жизнь людей, в третьем – меры смягчения изменений климата.

Наводнение – значительное затопление местности в результате подъема уровня воды в реке, озере, водохранилище или море, наносящее материальный ущерб экономике, социальной сфере и природной среде. Может происходить в результате подъема уровня воды во время половодья или паводка, загромождения русел льдом (затора) или закупоривания русла внутриводным льдом (зажора), вследствие нагона в устье реки, а также при прорыве гидротехнических сооружений.

Опасное природное явление – событие природного происхождения или состояние элементов природной среды как результат деятельности природных процессов, которые по своей интенсивности, масштабу распространения и продолжительности могут вызвать поражающее воздействие на людей, объекты экономики и окружающую среду. Данный доклад охватывает только опасные природные явления, связанные с изменением климата, и не включает такие опасные природные явления, как извержения вулканов, землетрясения, цунами и другие.

³ Climate transition (англ).

⁴ Подробнее о климатических сценариях см. Приложение 3.

⁵ [IPCC. Climate Change 2022: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the IPCC Sixth Assessment Report. 2022.](#)

⁶ Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) (англ.).

Опасность⁷ – компонента физического климатического риска, которая описывает потенциальное возникновение физического события или тенденции, которое может привести к ущербу из-за 1) гибели населения или других последствий для здоровья; 2) повреждения и/или утраты имущества или инфраструктуры; 3) деградации и/или утраты экосистем, экосистемных услуг или природных ресурсов. Опасность включает медленно развивающиеся процессы (например, рост температуры в течение длительного периода), а также быстро развивающиеся экстремальные климатические явления (например, аномальную жару) или повышенную изменчивость (колебания) климата. Для обозначения таких процессов и явлений Рабочая группа I МГЭИК также использует термин «климатические факторы воздействия» (climatic impact-drivers)⁸.

Осадки экстремальные – осадки большой интенсивности, которые случаются редко в некотором пункте за период наблюдений. Пороги устанавливаются по данным статистики с учетом риска нанесения ущерба, например, для сильного ливня – не менее 30 мм за период не более 1 ч.

Парижское соглашение – международное соглашение, принятое на 21-й сессии Конференции сторон Рамочной конвенции ООН об изменении климата в 2015 г., основной целью которого является удержание прироста глобальной средней температуры намного ниже 2°C сверх доиндустриальных уровней и приложение усилий в целях ограничения роста температуры до 1,5°C. Соглашение предусматривает принятие всеми странами на себя обязательств по сокращению своих выбросов парниковых газов и осуществление совместной работы по адаптации к последствиям изменения климата. Российская Федерация является стороной Парижского соглашения (постановление Правительства Российской Федерации от 21.09.2019 № 1228 «О принятии Парижского соглашения»).

Парниковые газы – газообразные вещества природного или антропогенного происхождения, которые поглощают и переизлучают инфракрасное излучение. В перечень парниковых газов согласно приложению 1 к Методике количественного определения объема выбросов парниковых газов, утвержденной приказом Минприроды России от 27.05.2022 № 371, входят: диоксид углерода (CO₂), метан (CH₄), закись азота (оксид диазота, N₂O), гексафторид серы (SF₆), перфторуглероды (CF₄), гидрофторуглероды (CHF₃), гексафторэтан (C₂F₆).

Переходные климатические риски⁹ – вероятность убытков, связанных с переходом к экономике с низким уровнем выбросов парниковых газов, в том числе с мерами, предпринимаемыми правительствами и органами регулирования, направленными на предотвращение климатических изменений и адаптацию к изменению климата, которые разделяются на политические, правовые, технологические, рыночные и репутационные риски.

Подверженность воздействию¹⁰ – компонента физического климатического риска, которая характеризует присутствие людей, средств к существованию, видов или экосистем, экологических услуг, ресурсов, инфраструктуры либо экономических, социальных или культурных ценностей в местах и условиях, которые могут быть затронуты физическими событиями или тенденциями, связанными с изменением климата (см. **Опасность**).

Прямой экономический ущерб – ущерб, связанный с непосредственным воздействием опасных природных явлений на объекты инфраструктуры, недвижимое имущество граждан или материальные активы компаний. Примеры включают разрушение зданий, дорог, мостов,

⁷ Hazard (англ.).

⁸ Подробно они описаны во вкладах Рабочей группы I в оценочные доклады МГЭИК «Физическая научная основа» ([Climate Change 2021: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change](#)).

⁹ Climate transition risks (англ.).

¹⁰ Exposure (англ.).

линий электропередач или оборудования предприятий из-за ураганов, наводнений, засух и других опасных природных явлений. Прямой ущерб носит моментальный характер и поддается количественной оценке после реализации климатического риска.

Сильный ветер – движение воздуха относительно земной поверхности со скоростью или горизонтальной составляющей свыше 14 м/с. Разновидностями сильного ветра являются шквалы, циклоны, вихри и другие явления в атмосфере, скорость ветра в которых достигает до 50–100 м/с и более.

Систематические физические риски¹¹ – физические климатические риски, связанные с долгосрочными изменениями климатических характеристик и условий, таких как подъем уровня океана, повышение глобальной средней температуры воздуха, изменения состояния многолетнемерзлых грунтов, закисление океана и так далее.

Смягчение изменения климата (митигация) – комплекс мер по снижению выбросов парниковых газов и увеличению их поглощения. Поскольку существует прямая зависимость между глобальной средней температурой и концентрацией парниковых газов в атмосфере, решение проблемы изменения климата должно осуществляться, во-первых, посредством снижения объема выбросов в атмосферу, во-вторых, через уменьшение концентрации парниковых газов путем стимулирования их абсорбции поглотителями (например, за счет высадки новых лесов).

Тайфун – продолжительный штормовой циклон значительной интенсивности, с сильным ветром (30–50 км/ч с порывами до 100 км/ч), дождем; буря, ураган. С тайфунами связаны обильные ливни, часто вызывающие сильные наводнения. Представляют собой серьезную опасность для всех инфраструктур жизнеобеспечения в дальневосточных регионах России, на Сахалине, Курильских островах и Камчатке.

Ураган – ветер разрушительной силы и значительной продолжительности, скорость которого превышает 30 м/с. Ураган – опасное природное явление, которое создает угрозу жизни людей и животному миру, приносит большие разрушения жилым и хозяйственным постройкам, объектам экономики.

Уязвимость¹² – компонента физического климатического риска, которая характеризует склонность или предрасположенность людей, средств к существованию, видов или экосистем, экологических услуг, ресурсов, инфраструктуры либо экономических, социальных или культурных ценностей к неблагоприятному воздействию физических событий или тенденций, связанных с изменением климата (см. **Опасность**). Уязвимость является функцией характера, величины и скорости климатических воздействий, которым они подвергаются, а также их чувствительности к наносимому воздействию и отсутствия у них способности справиться с ним или адаптироваться.

Физические климатические риски¹³ – вероятность убытков, связанных с опасными природными явлениями, возникающими вследствие изменения климата. Климатический риск возникает в результате динамических взаимодействий между опасностью (см. **Опасность**), связанной с изменением климата, подверженностью (см. **Подверженность воздействию**) и уязвимостью (см. **Уязвимость**) затронутого общества и экосистем. Физические климатические риски подразделяются на экстренные риски (см. **Экстренные физические риски**) и систематические риски (см. **Систематические физические риски**). Экономический ущерб при реализации физических климатических рисков делится на прямой (см. **Прямой экономический ущерб**) и косвенный (см. **Косвенный экономический ущерб**).

¹¹ Chronic physical risks (англ.).

¹² Vulnerability (англ.).

¹³ Climate physical risks (англ.).

Шторм – длительный, очень сильный ветер со скоростью свыше 20 м/с, вызывающий сильные волнения на море и разрушения на суше.

Экосистема – совокупность совместно обитающих организмов и условий их существования, находящихся в закономерной взаимосвязи друг с другом и образующих систему взаимообусловленных биотических и абиотических явлений и процессов.

Экосистемные услуги – выгоды, которые человечество получает от экосистем, то есть услуги экосистем по обеспечению человечества природными ресурсами, здоровой средой обитания, иными экологически и экономически значимыми «продуктами». Среди экосистемных услуг выделяют: снабжающие (пища, вода, лес, сырье), регулирующие (воздействие на климат, контроль над наводнениями, стихийными бедствиями, качество водных ресурсов и так далее), культурные (рекреационные ресурсы, эстетические и духовные ценности природы) и поддерживающие (почвообразование, фотосинтез, круговорот азота и так далее) услуги.

Экстренные физические риски¹⁴ – физические климатические риски, связанные с опасными природными явлениями, в том числе сильной жарой или морозами, экстремальными осадками и наводнениями, аномальным ветром, природными пожарами и так далее.

EAD (Exposure at Default) – величина кредитного требования, подверженная риску дефолта – сумма задолженности заемщика перед банком на момент наступления дефолта, включая основной долг, начисленные проценты и комиссии.

LGD (Loss Given Default) – убытки при дефолте – доля от суммы кредитного требования, которую банк не сможет вернуть в случае дефолта заемщика, за вычетом поступлений от реализации залога и иных источников погашения.

LTV (Loan-to-Value) – отношение величины основного долга по ссуде к справедливой стоимости предмета залога.

NPL (Non-Performing Loan) – проблемный кредит – показатель, характеризующий величину непогашенной задолженности, по которой выплата основного долга и процентов просрочена (обычно свыше 90 дней).

PD (Probability of Default) – вероятность дефолта – статистически рассчитанная вероятность того, что заемщик не выполнит свои обязательства перед кредитором в течение определенного периода (обычно 1 года).

¹⁴ Acute physical risks (англ).

ПРИЛОЖЕНИЕ 2. КЛИМАТИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ И СЦЕНАРИИ

На сегодняшний день наиболее актуальными климатическими сценариями являются **Shared Socio-economic Pathways, SSPs** (также встречается перевод «Общий социально-экономический вариант», «ОСЭВ»). Они были получены с помощью климатических моделей, применяемых на этапе 6 Проекта по сравнению объединенных климатических моделей (CMIP6) Всемирной программы по исследованию климата. Данные сценарии использованы также в Шестом оценочном докладе МГЭИК.

Рассчитано 5 сценариев, которые позволяют понять, как будут изменяться антропогенные факторы изменения климата. Соответственно, сценарии отличаются друг от друга социально-экономическими предположениями и уровнями смягчения изменения климата. Для отображения этих различий применяется следующее обозначение сценария SSPx-y, где SSPx – вариант социально-экономических предпосылок, а y – приблизительный уровень радиационного воздействия (в Вт/м²), обусловленный данным сценарием в 2100 г. (сценарии RCP, см. подробнее ниже).

SSP1 и **SSP5** предполагают относительно оптимистичные тенденции развития человечества со значительными инвестициями в образование и здравоохранение, быстрым экономическим ростом и хорошо функционирующими институтами. Однако SSP5 предполагает, что такое развитие будет обусловлено энергоемкой экономикой, основанной на ископаемом топливе, в то время как в SSP1 наблюдается растущий сдвиг в сторону устойчивых методов.

SSP3 и **SSP4** более пессимистичны с точки зрения экономического и социального развития, с небольшими инвестициями в образование или здравоохранение в более бедных странах в сочетании с быстрорастущим населением и усиливающимся неравенством.

Следовательно, SSP3-7.0 и SSP5-8.5 – это сценарии с высокими и очень высокими выбросами парниковых газов, в которых выбросы CO₂ удвоятся по сравнению с текущими уровнями к 2100 и 2050 гг. соответственно.

SSP1-1.9 и SSP1-2.6, наоборот, сценарии с очень низкими и низкими выбросами парниковых газов. Выбросы CO₂ в них снижаются до чистого нуля около или после 2050 г., за которыми следуют различные уровни чистых отрицательных выбросов CO₂.

SSP2 представляет собой средний сценарий, в котором исторические модели развития продолжают в течение всего XXI века. Выбросы CO₂ в сценарии SSP2-4.5 остаются на текущем уровне до середины века.

Сценарии **Representative Concentration Pathways, RCP** – сценарии эволюции антропогенных выбросов парниковых газов в атмосферу в будущем. Используются 4 базовых сценария RCP 8.5, RCP 6.0, RCP 4.5, RCP 2.6.

Цифры в названии сценариев указывают на ожидаемую предельно допустимую величину радиационного форсинга (в Вт/м²) в 2100 г. от начала индустриальной эпохи, то есть с 1750 года. Чем меньше величина радиационного форсинга, тем более жесткие ограничения накладываются на выбросы парниковых газов в атмосферу. Таким образом, социально-экономическое развитие ограничивается лимитом на такие выбросы, обеспечивающим невыход за установленную границу изменений климата (табл. 1).

ОПИСАНИЕ СЦЕНАРИЕВ RCP

Табл. 1

RCP2.6	Радиационное воздействие возрастает до 2,6 Вт/м ² в 2100 году	Концентрация парниковых газов увеличивает радиационное воздействие с 2,3 в среднем до 2,6 ватт на квадратный метр (Вт/м ²). В сценарии RCP 2.6 рост средней глобальной температуры сохранится ниже 2°C к 2100 году
RCP4.5	Радиационное воздействие возрастает до 4,5 Вт/м ² в 2100 году	Для МГЭИК RCP 4.5 является промежуточным сценарием. Выбросы в атмосфере достигают пика и начинают снижаться около 2040 года. Средняя глобальная температура повысится на 1,7–3,2°C относительно уровня 1850–1900 гг. к 2100 году. Для середины века (2046–2065 гг.) это означает вероятный диапазон потепления на 1,5–2,6°C
RCP6.0	Радиационное воздействие возрастает до 6 Вт/м ² в 2100 году	Выбросы достигают пика и начинают снижаться около 2080 года. В этом сценарии к концу века глобальная температура вырастет на 2,0–3,7°C по сравнению с доиндустриальным периодом
RCP8.5	Радиационное воздействие возрастает до 8,5 Вт/м ² в 2100 году	Сценарий предполагает, что не предпринимается никаких действий для сокращения выбросов парниковых газов. Глобальная температура повысится на 3,2–5,4°C к концу века. Для середины века вероятный диапазон составляет потепление на 2,0–3,2°C

ПРИЛОЖЕНИЕ 3. ОПИСАНИЕ СТИХИЙНЫХ БЕДСТВИЙ ДЛЯ РАСЧЕТА МАКСИМАЛЬНО ВОЗМОЖНОГО УБЫТКА СТРАХОВЫМИ КОМПАНИЯМИ

Наводнение на Черноморском побережье и Кавказе	В первой половине июля – первой половине августа на Черноморском побережье выпадает рекордное количество осадков. В начале июля в городах Геленджик, Новороссийск и Крымск в течение нескольких суток выпадает 3–4 месячных норм, аналогичная ситуация в конце июля повторяется в районе Сочи. В начале августа ливневые дожди проходят в Дагестане (Дербент и Буйнакс). Выпадение подобного количества осадков вызывает наводнения. Также возможны смерчи на побережье и сели в горной местности. Это оказывает негативное влияние на экономическую деятельность по следующим направлениям: • существенное повреждение автомобильной и железнодорожной инфраструктуры, разрушение населенных пунктов и производств; • прорыв гидротехнических сооружений; • потеря части урожая из-за обилия влаги, в частности, урожая винограда; • человеческие жертвы
Тайфуны и ураганы в Приморском крае	В первой половине лета на Приморский край приходит сильный тайфун (продолжительный штормовой циклон значительной интенсивности, с сильным ветром 30–50 км/ч с порывами до 100 км/ч), с которым связаны обильные ливни. Сильный ветер, ливни и вызванные ими наводнения приводят к значительным разрушениям инфраструктуры жизнеобеспечения в Приморском крае, портовой инфраструктуры и повреждают суда, находящиеся в порту. Происходит приостановка работы портов на 2 недели
Засуха в Европейской части России	Во второй половине июля – первой половине августа на территории Европейской части России на протяжении 30 дней почти не выпадает осадков при среднесуточной температуре более 25°C в районе Москвы и около 30°C в районе Волгограда. Это негативно сказывается на экономической деятельности по следующим направлениям: • повреждение инфраструктуры, населенных пунктов и остановка производства из-за лесных и торфяных пожаров; • паралич крупных агломераций из-за смога от природных пожаров, перевод сотрудников на удаленную работу; • рост смертности и числа обращений в медицинские учреждения по полисам медицинского страхования; • существенные потери урожая из-за неблагоприятных условий; • недостаток воды для производства и коммунальных хозяйств из-за обмеления водоемов; • рост расходов на охлаждение промышленного и транспортного оборудования, рост рисков его выхода из строя

ПРИЛОЖЕНИЕ 4. ИНСТРУМЕНТЫ АНАЛИЗА БУДУЩИХ ИЗМЕНЕНИЙ КЛИМАТА И ФИЗИЧЕСКОГО КЛИМАТИЧЕСКОГО РИСКА

Инструменты для анализа будущих изменений климата

Ниже рассматриваются общедоступные и открытые инструменты для анализа компоненты «опасность» (hazard) климатического риска, позволяющие определить, как будут меняться основные параметры климатической системы в будущем. К таким инструментам относятся:

- интерактивный атлас МГЭИК (IPCC WGI Interactive Atlas)¹⁵,
- Copernicus Interactive Climate Atlas (C3S Atlas)¹⁶,
- Climate Change Knowledge Portal (CCKP) Всемирного банка¹⁷,
- Climate impact explorer (CIE)¹⁸.

Каждый из этих ресурсов позволяет изучить прогнозируемые изменения температур, режима осадков и ряда других показателей с помощью их визуализации на географической карте, а также на различных графиках. Однако каждый из инструментов имеет свою специфику. Далее приведено их сравнение по следующим параметрам 1) показатели; 2) сценарии и горизонты; 3) масштаб; 4) форматы визуализации данных.

Наборы климатических показателей

В качестве основных показателей для анализа долгосрочных тенденций изменения климата может быть использован следующий набор:

- средняя суточная температура (average mean surface temperature);
- минимальная суточная температура (average minimum surface temperature);
- максимальная суточная температура (average maximum surface temperature);
- сумма осадков (precipitation).

Они позволяют выявить территории с критическими уровнями изменений, которые могут оказывать влияние на условия жизни и экономическую деятельность. Для каждого из них в первую очередь необходимо проанализировать пространственные и временные закономерности. Также перед началом оценки будущих климатических изменений важно определить, сохраняются ли исторически наблюдаемые тенденции, характерные для каждого из показателей, или они усиливаются, есть ли региональные различия.

Что касается изменения показателей в рамках того или иного сценария будущего климата, то для того чтобы более полно понять масштаб будущих изменений, необходимо проанализировать не только медианные значения, но и диапазон вероятной изменчивости (от 10 до 90 перцентиля).

В интерактивный атлас МГЭИК и Copernicus Interactive Climate Atlas включен базовый набор показателей, дающий представления о будущих изменениях температуры. Среди них показатели средних, минимальных и максимальных температур, экстремальных температур. Также оба атласа

¹⁵ <https://interactive-atlas.ipcc.ch/>.

¹⁶ <https://atlas.climate.copernicus.eu/atlas>.

¹⁷ <https://climateknowledgeportal.worldbank.org/country/russian-federation/climate-data-projections>.

¹⁸ <https://climate-impact-explorer.climateanalytics.org/impacts/>.

отражают изменения в количестве градусо-суток отопительного и охлаждающего периодов¹⁹, показателей необходимых для анализа потребностей энергетической инфраструктуры.

Climate impact explorer ограничивается только тремя показателями – средняя суточная температура, минимальная суточная температура, максимальная суточная температура. Наиболее широкий перечень у Climate Change Knowledge Portal Всемирного банка. Например, для анализа экстремальных температур введено больше пороговых значений по сравнению с атласами МГЭИК и СЗС. Также добавлены индексы продолжительности холодных и теплых периодов²⁰, показатели количества тропических ночей²¹ с разными пороговыми значениями. Полный перечень температурных показателей с разбивкой по ресурсам приведен в табл. 1.

ПОКАЗАТЕЛИ, ХАРАКТЕРИЗУЮЩИЕ ИЗМЕНЕНИЕ ТЕМПЕРАТУРЫ

Табл. 1

Единица измерения	Показатель	IPCC	СЗС	ССКР	СІЕ
°C	Средняя суточная температура	+	+	+	+
°C	Минимальная суточная температура	+	+	+	+
°C	Максимальная суточная температура	+	+	+	+
°C	Минимум дневной минимальной температуры	+	+	+	
°C	Максимум дневной максимальной температуры	+	+	+	
сут.	Количество дней с максимальной температурой выше 25°C			+	
сут.	Количество дней с максимальной температурой выше 30°C			+	
сут.	Количество дней с максимальной температурой выше 35°C	+	+	+	
сут.	Количество дней с максимальной температурой выше 40°C	+	+	+	
сут.	Количество дней с максимальной температурой выше 42°C			+	
сут.	Количество дней с максимальной температурой выше 45°C			+	
сут.	Количество дней с максимальной температурой выше 50°C			+	
сут.	Количество дней с минимальной температурой ниже 0°C	+	+	+	
сут.	Количество дней с максимальной температурой ниже 0°C			+	
°C-сут.	Градусо-сутки отопительного периода	+	+	+	
°C-сут.	Градусо-сутки охлаждающего периода	+	+	+	
сут.	Индекс продолжительности холодных периодов			+	
сут.	Индекс продолжительности теплых периодов			+	
сут.	Количество дней с индексом тепла $\geq 35^\circ\text{C}$			+	
сут.	Количество дней с индексом тепла $\geq 37^\circ\text{C}$			+	
сут.	Количество дней с индексом тепла $\geq 39^\circ\text{C}$			+	
сут.	Количество дней с индексом тепла $\geq 41^\circ\text{C}$			+	
сут.	Количество тропических ночей ($T_{\min} \geq 20^\circ\text{C}$)			+	
сут.	Количество тропических ночей ($T_{\min} \geq 23^\circ\text{C}$)			+	
сут.	Количество тропических ночей ($T_{\min} \geq 26^\circ\text{C}$)			+	
сут.	Количество тропических ночей ($T_{\min} \geq 29^\circ\text{C}$)			+	

¹⁹ Градусо-сутки отопительного и охлаждающего периодов (cooling and heating degree days). Градусо-сутки отопительного периода определяются умножением абсолютного значения разности среднесуточной температуры наружного воздуха за дни, когда она ниже базовой температуры (18,3°C) и этой базовой температуры на количество таких дней в году. Градусо-сутки охлаждающего периода определяются аналогично для дней, когда температура наружного воздуха выше базовой температуры (18,3°C). Показатели важны для анализа потребностей энергетической инфраструктуры.

²⁰ Индексы продолжительности холодных и теплых периодов (Cold Spell Duration Index, Warm Spell Duration Index). Индекс продолжительности теплых периодов показывает продолжительность из 6 или более дней, в которую дневная максимальная температура превышает 90-й перцентиль отсчетного периода. Индекс продолжительности холодных периодов – продолжительность из 6 или более дней, в которую дневная максимальная температура превышает 10-й перцентиль отсчетного периода. Данные индексы дают представление о продолжительности экстремальных температурных условий, которые могут повлиять на здоровье человека.

²¹ Показатель количество тропических ночей (number of tropical nights) позволяет выявить количество ночей с минимальными ежедневными температурными порогами с выше 20°C, 23°C, 26°C и 29°C. Данный показатель важно учитывать, поскольку сочетание жарких и особенно жарких и влажных дней с тропическими ночами усугубляет условия воздействия экстремальной жары.

В отличие от температурных показателей, прогнозы осадков обычно включают сложные и неопределенные процессы и динамику в масштабах, что делает их более сложными для моделирования. В связи с этим, работая с такими показателями, необходимо выделить диапазоны неопределенности, значимости и возникающие тенденции.

Интерактивный атлас МГЭИК дает узкий набор ключевых показателей по осадкам, характеризующих средние и экстремальные осадки (максимальное количество осадков за 1 день и за 5 дней, количество последовательных дней без осадков и стандартизированный индекс осадков), а также показатель по снегопаду. В Copernicus Interactive Climate Atlas этот перечень дополнен показателями влажности атмосферного воздуха и почв. Отдельные показатели по влажности также включены в Climate impact explorer. В Climate Change Knowledge Portal Всемирного банка расширен перечень показателей экстремальных осадков, например, количество дней с осадками ≥ 20 мм или ≥ 50 мм. Полный перечень температурных показателей с разбивкой по ресурсам приведен в табл. 2.

ПОКАЗАТЕЛИ, ХАРАКТЕРИЗУЮЩИЕ ИЗМЕНЕНИЕ РЕЖИМА ОСАДКОВ

Табл. 2

Единица измерения	Показатель	IPCC	C3S	ССКР	CIE
мм/сут.	Сумма осадков	+	+	+	+
мм	Максимальное количество осадков за 1 день	+	+	+	
мм	Максимальное количество осадков за 5 дней	+	+	+	
сут.	Количество последовательных дней без осадков	+	+	+	
сут.	Количество последовательных дней с осадками			+	
мм	Среднее наибольшее количество осадков за месяц			+	
сут.	Количество дней с осадками ≥ 20 мм			+	
сут.	Количество дней с осадками ≥ 50 мм			+	
мм	Количество осадков в самые влажные дни			+	
%	Изменение осадков			+	
% отклонения	Стандартизированный индекс осадков (SPI)*	+	+		
ед. SPEI индекса	Стандартизированный индекс осадков и эвапотранспирации (SPEI)**			+	
мм/сут.	Снегопад	+	+		+
мм/сут.	Среднее значение суточного испарения		+		
кг·м ²	Содержание влаги в поверхностном слое почвы		+		+
кг·м ²	Среднее значение суточного стока		+		
%	Относительная влажность			+	+

* Стандартизированный индекс осадков представляет собой количественную оценку влагообеспеченности исследуемой территории. С помощью данной оценки возможно проводить мониторинг и прогнозирование продолжительности, интенсивности атмосферной засухи, в том числе дождливых периодов. Значения индекса представляют собой число стандартных отклонений от средней суммы осадков, соответственно, появляется возможность одинаковым образом оценивать сухие и влажные периоды: положительные значения указывают на объем осадков выше среднего, а отрицательные – на дефицит осадков. См. подробнее: [Standardized Precipitation Index User Guide \(Russian\)](#).

** Стандартизированный индекс осадков и эвапотранспирации использует в качестве основы SPI, но при этом включает температурный компонент, благодаря чему индекс может характеризовать влияние температуры на развитие засухи путем проведения базовых расчетов водного баланса.

Помимо показателей, характеризующих изменения температуры и осадков, рассматриваемые ресурсы включают информацию по изменению параметров, связанных с влиянием изменения климата на морскую среду (МГЭИК и C3S), на продолжительность вегетационного периода (ССКР), урожайность различных сельскохозяйственных культур и водность рек (CIE) (табл. 3).

ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЕ КЛИМАТИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ

Табл. 3

Единица измерения	Показатель	IPCC	C3S	ССКР	CIE
%	Площадь морского льда	+	+		
м/с	Средняя скорость ветра	+	+		+
%	Облачность		+		
Вт·м ²	Коротковолновая радиация, нисходящая к поверхности		+		
Вт·м ²	Длинноволновая радиация, нисходящая к поверхности		+		+
°С	Средняя температура поверхности моря	+	+		
Па	Среднее давление воздуха на среднем уровне моря		+		+
м	Подъем уровня моря	+			
ед. pH	pH на поверхности	+			
сут.	Продолжительность вегетационного периода			+	
%	Среднегодовая урожайность кукурузы				+
%	Среднегодовая урожайность риса				+
%	Среднегодовая урожайность сои				+
%	Среднегодовая урожайность пшеницы				+
%	Ежегодная максимальная глубина речного наводнения				+
%	Речной сток				+
%	Максимум суточного речного стока				+
%	Минимум суточного речного стока				+
%	Поверхностный сток				+

Сценарии и горизонты

Интерактивный атлас МГЭИК и Copernicus Interactive Climate Atlas дают возможность изучать будущие изменения климатических переменных с нескольких сторон (табл. 4). Оба этих атласа включают информацию об изменении климатических переменных в соответствии со сценариями SSP. Отслеживать эти изменения можно как на разных временных горизонтах (краткосрочный 2021–2040 гг., среднесрочный 2041–2060 гг. или долгосрочный 2081–2100 гг.), так и в зависимости от уровня глобального потепления (рост глобальной средней температуры на 1,5°C, 2°C, 3°C или 4°C). Также есть возможность не только проводить анализ с разными временными горизонтами для будущих периодов, но и сравнивать их с разными базовыми годами.

В отличие от них, Climate Change Knowledge Portal не позволяет проводить анализ с учетом меняющихся уровней глобального потепления и на разных базовых годах (базовый период по умолчанию 1995–2014 гг.) (табл. 4). Однако ССКР вводит дополнительный сценарий, SSP1-1.9, в соответствии с которым выбросы парниковых газов находятся на очень низком уровне, а углеродная нейтральность достигается в 2050 году. Данный сценарий является более жестким, чем SSP1-2.6, который предполагает низкие уровни выбросов парниковых газов и достижение углеродной нейтральности около 2050 года. Также в ССКР временные горизонты представлены четырьмя, а не тремя периодами (2020–2039 гг., 2040–2059 гг., 2060–2079 гг. и 2080–2099 гг.).

Подход, используемый в Climate impact explorer, несколько отличается от предыдущих (табл. 4). Во-первых, CIE использует более ранние климатические сценарии RCP, а также сценарии NGFS и Climate Action Tracker (CAT)²². Во-вторых, в качестве временных горизонтов

²² Подробнее о Climate Action Tracker (CAT) и его методологии: <https://climateactiontracker.org/methodology/cat-rating-methodology/>.

ПЕРЕЧЕНЬ СЦЕНАРИЕВ И ВРЕМЕННЫХ ГОРИЗОНТОВ

Табл. 4

Атласы	Сценарии	Временные горизонты	Уровни глобального потепления	Базовые годы
Интерактивный атлас МГЭИК	SSP1-2.6 SSP2-4.5 SSP3-7.0 SSP5-8.5	2021–2040 2041–2060 2081–2100	1,5°C 2°C 3°C 4°C	1850–1900 1961–1990 1986–2005 1981–2010 1995–2014
Copernicus Interactive Climate Atlas	SSP1-2.6 SSP2-4.5 SSP3-7.0 SSP5-8.5	2021–2040 2041–2060 2081–2100	1,5°C 2°C 3°C 4°C	1850–1900 1961–1990 1986–2005 1981–2010 1995–2014 1991–2020
Climate Change Knowledge Portal	SSP1-1.9 SSP1-2.6 SSP2-4.5 SSP3-7.0 SSP5-8.5	2020–2039 2040–2059 2060–2079 2080–2099	-	1995–2014
Climate impact explorer	RCP2.6 RCP4.5 RCP6.0 RCP8.5 CAT Current Policies NGFS Current Policies NGFS Net-Zero 2050 NGFS Fragmented World NGFS Nationally Determined Contributions NGFS Below 2 Degree NGFS Low Demand NGFS Delayed Transition	2030 2050 2100	1,5°C 2°C 2,5°C 3°C	1986–2006

используются 2030, 2050 и 2100 годы. Что касается уровней глобального потепления, то у CIE отсутствует уровень в 4°C, но при этом добавлен уровень в 2,5°C.

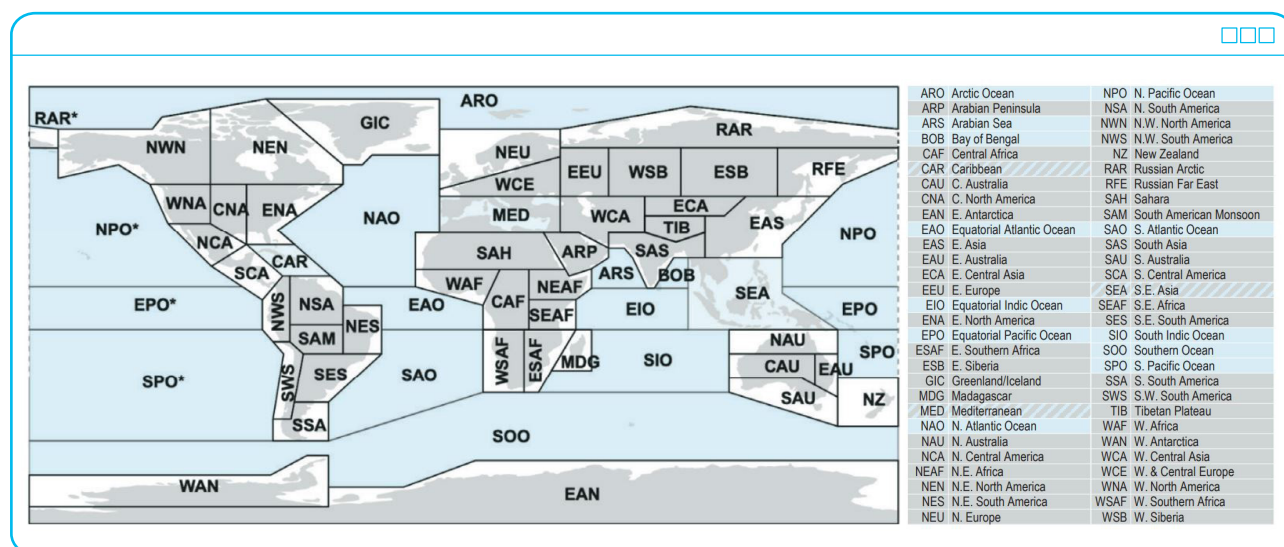
Масштаб

В интерактивном атласе МГЭИК применяется деление на референтные регионы, используемые Рабочей группой I МГЭИК в Шестом оценочном докладе (РГ ОД6 МГЭИК) (рис 1). Россия разделена на следующие регионы: Восточная Европа (EEU), Западная Сибирь (WSB), Восточная Сибирь (ESB), Российский Дальний Восток (ESB), Российская Арктика (RAR).

Copernicus Interactive Climate Atlas предлагает две альтернативы при выборе региона для изучения его климатических характеристик. Первая – встроенные наборы регионов, включая 1) референтные регионы РГ ОД6 МГЭИК, 2) регионы, используемые в Европейской оценке климатических рисков и 3) европейские страны, включая страны, охваченные региональными европейскими наборами данных (E-OBS и CORDEX-EUR). Региональная информация, отображаемая C3S Atlas для этих регионов, предварительно вычисляется и может быть сразу отображена в интерактивном режиме. Вторая – пользовательский регион. Эта функция позволяет пользователю самостоятельно отрисовать на карте новый регион. Для каждого такого пользовательского региона C3S Atlas проводит дополнительные вычисления климатических показателей.

РЕФЕРЕНТНЫЕ РЕГИОНЫ, ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ РАБОЧЕЙ ГРУППОЙ I МГЭИК В ШЕСТОМ ОЦЕНОЧНОМ ДОКЛАДЕ

Рис. 1



Источник: [IPCC. Climate Change 2021: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. 2021.](#)

Climate Change Knowledge Portal Всемирного банка и Climate impact explorer, в отличие от атласа МГЭИК и C3S Atlas, представляют возможность отследить изменение выбранных показателей, характеризующих изменение климата, как на национальном уровне, так и уровне административно-территориальных единиц (для России это субъекты федерации).

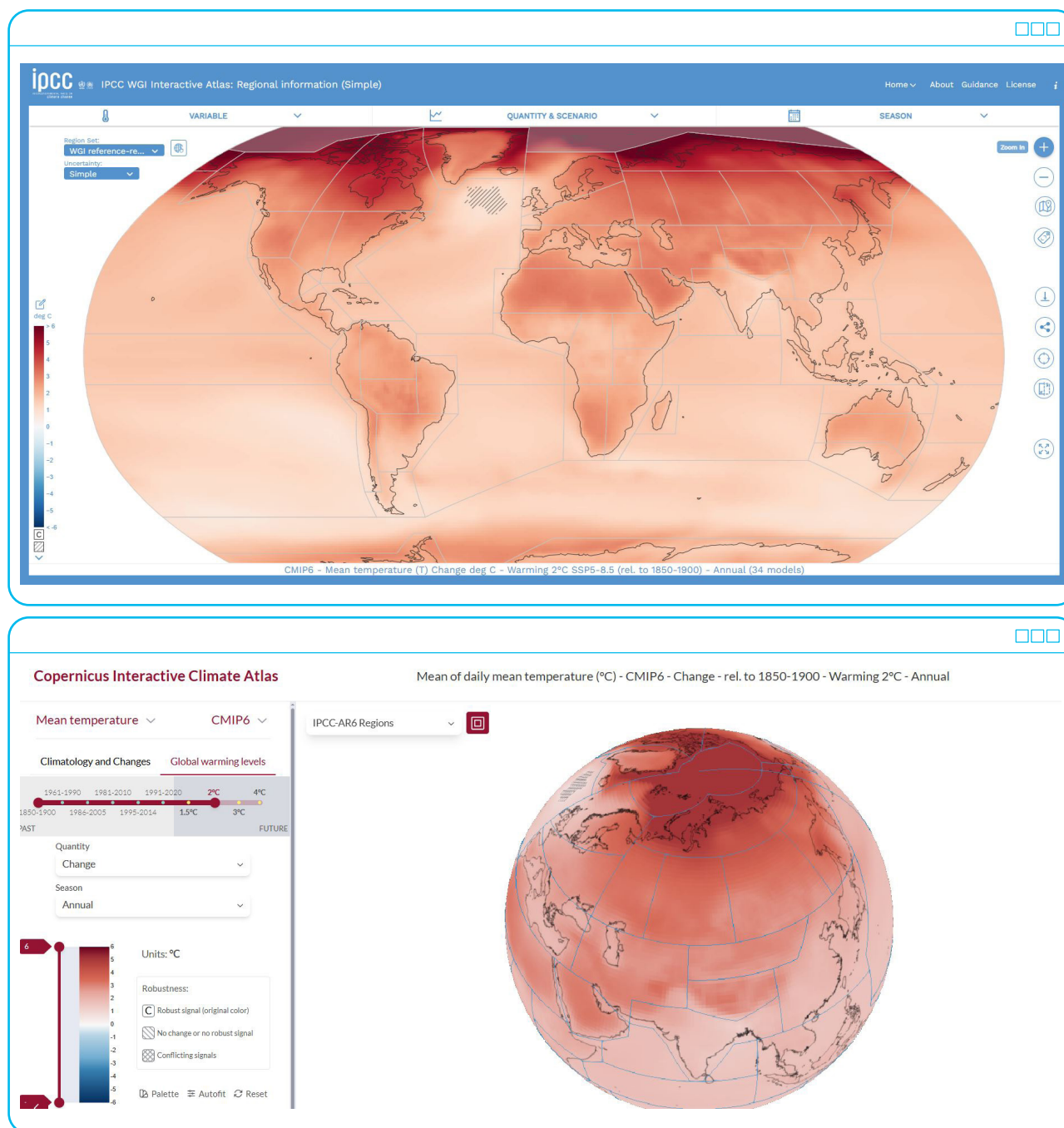
Форматы визуализации данных

В интерактивном атласе МГЭИК и Copernicus Interactive Climate Atlas (C3S Atlas) для визуализации будущих климатических изменений для того или иного климатического показателя необходимо задать следующие параметры: переменная, набор данных, период и параметры анализа (сценарий/уровень глобального потепления, базовый период, годовые/сезонные изменения). Например, средняя суточная температура (°C) – CMIP6 – потепление на 2°C – годовые изменения – относительно 1850–1900 гг. (рис. 2). C3S Atlas имеет пространственное разрешение от 2° до 0,05° в зависимости от выбранного набора данных.

Climate Change Knowledge Portal (ССКР) Всемирного банка предлагает меньшее количество настроек. Пользователям требуется выбрать показатель, а также период и сценарий для отображения его изменений. Например, средняя суточная температура (°C) – 2080–2099 гг. – годовые изменения – относительно 1995–2014 гг. – SSP5-8.5 (рис. 3). Карты в ССКР имеют разрешение 0,25° x 0,25° (25 x 25 км). Также ССКР позволяет рассматривать изменения климатических показателей в двух форматах 1) среднее значение (предполагаемая «новая норма»); 2) аномалия (изменение). Оба формата могут быть полезны при оценке физического климатического риска: аномалии позволяют отслеживать динамику изменений, тогда как абсолютные значения необходимы для выявления превышения критических климатических порогов, за которыми возрастает вероятность ущерба.

ПРИМЕР ВИЗУАЛИЗАЦИИ ПРОСТРАНСТВЕННЫХ ЗАКОНОМЕРНОСТЕЙ ПРОГНОЗИРУЕМЫХ ИЗМЕНЕНИЙ СРЕДНЕЙ СУТОЧНОЙ ТЕМПЕРАТУРЫ (ПРИ ПОТЕПЛЕНИИ НА 2°C)

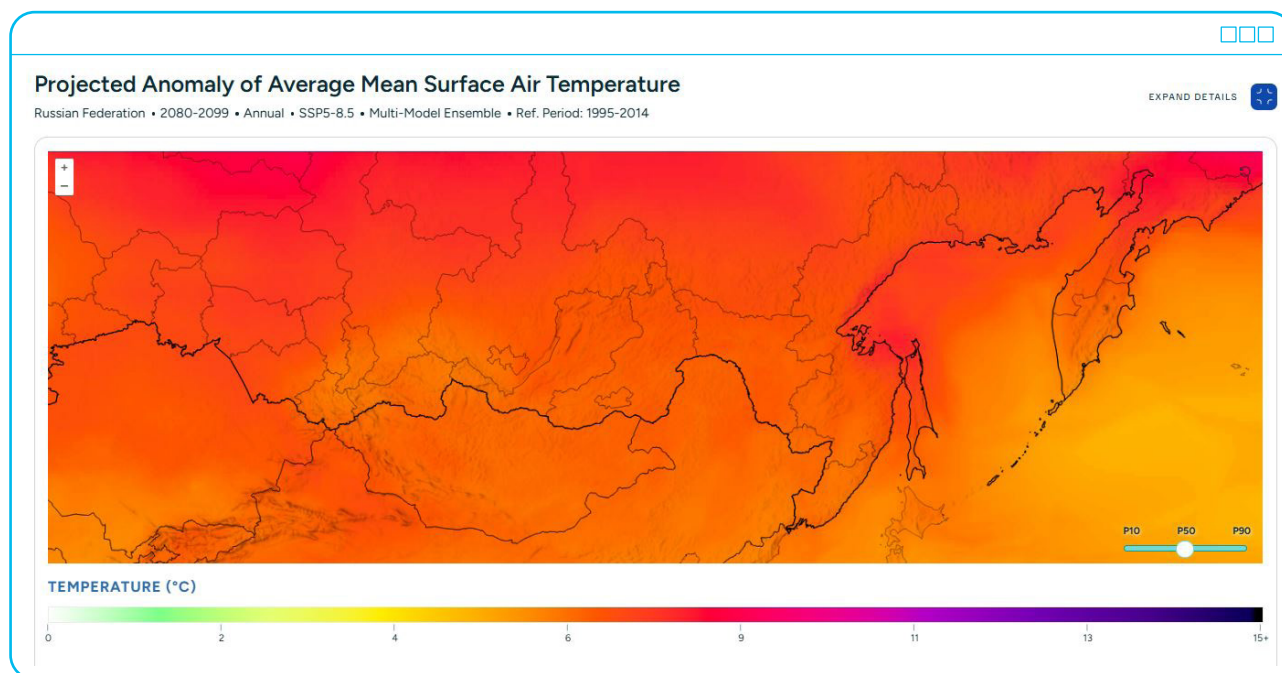
Рис. 2



Climate impact explorer (CIE) позволяет сравнивать карты стран для разных сценариев, лет или уровней глобального потепления (рис. 4). Карты показывают прогнозируемые изменения выбранного показателя по сравнению с базовым значением, рассчитанным за базовый период, с разрешением 0,5° (около 50 км на экваторе).

ПРИМЕР ВИЗУАЛИЗАЦИИ ПРОСТРАНСТВЕННЫХ ЗАКОНОМЕРНОСТЕЙ ПРОГНОЗИРУЕМЫХ ИЗМЕНЕНИЙ СРЕДНЕЙ СУТОЧНОЙ ТЕМПЕРАТУРЫ (СЦЕНАРИЙ SSP5-8.5 В 2080–2099 ГГ.) В CLIMATE CHANGE KNOWLEDGE PORTAL

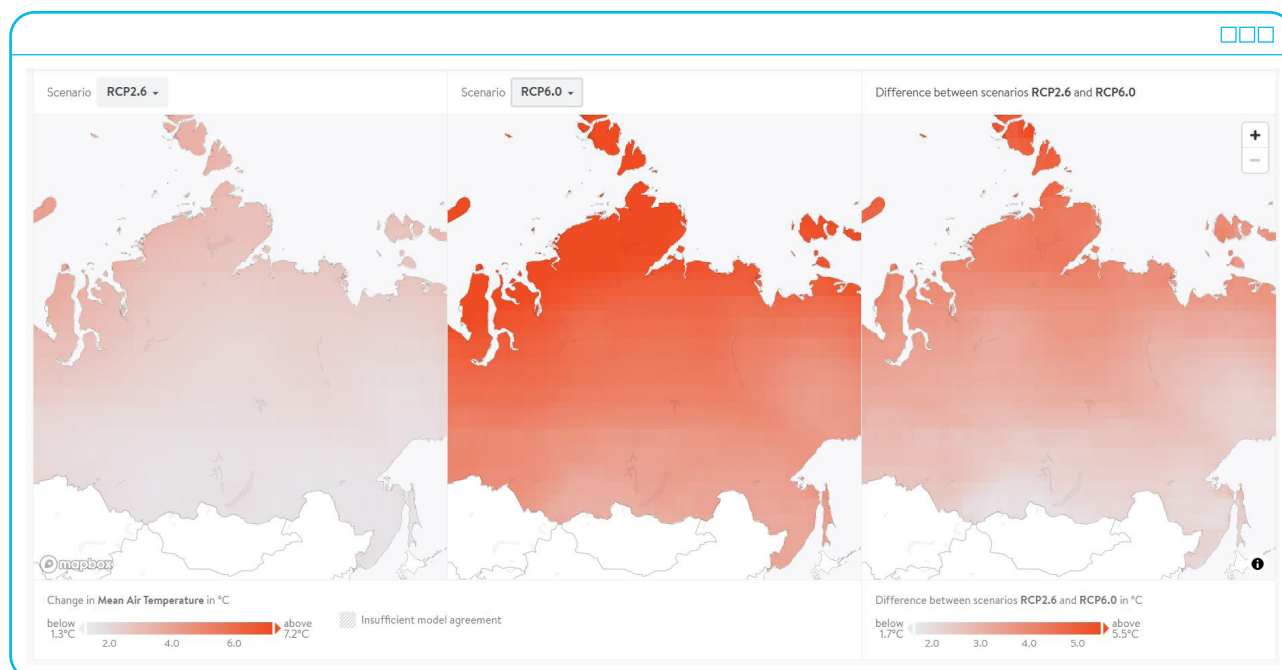
Рис. 3



Помимо карт, атласы позволяют дополнительно исследовать климатические показатели с помощью различных графиков и таблиц. Самым распространенным способом визуализации изменений показателей является график временных рядов. Такие графики отображают годовые значения того или иного показателя для исторических и будущих климатических периодов. В интерактивном атласе МГЭИК и Copernicus Interactive Climate Atlas (C3S Atlas) значения приводятся для всех модельных симуляций, формирующих ансамбль, а также медианы ансамбля

ПРИМЕР ВИЗУАЛИЗАЦИИ ПРОСТРАНСТВЕННЫХ ЗАКОНОМЕРНОСТЕЙ ПРОГНОЗИРУЕМЫХ ИЗМЕНЕНИЙ СРЕДНЕЙ СУТОЧНОЙ ТЕМПЕРАТУРЫ (СЦЕНАРИИ RCP2.6 И RCP6.0) В CLIMATE IMPACT EXPLORER

Рис. 4

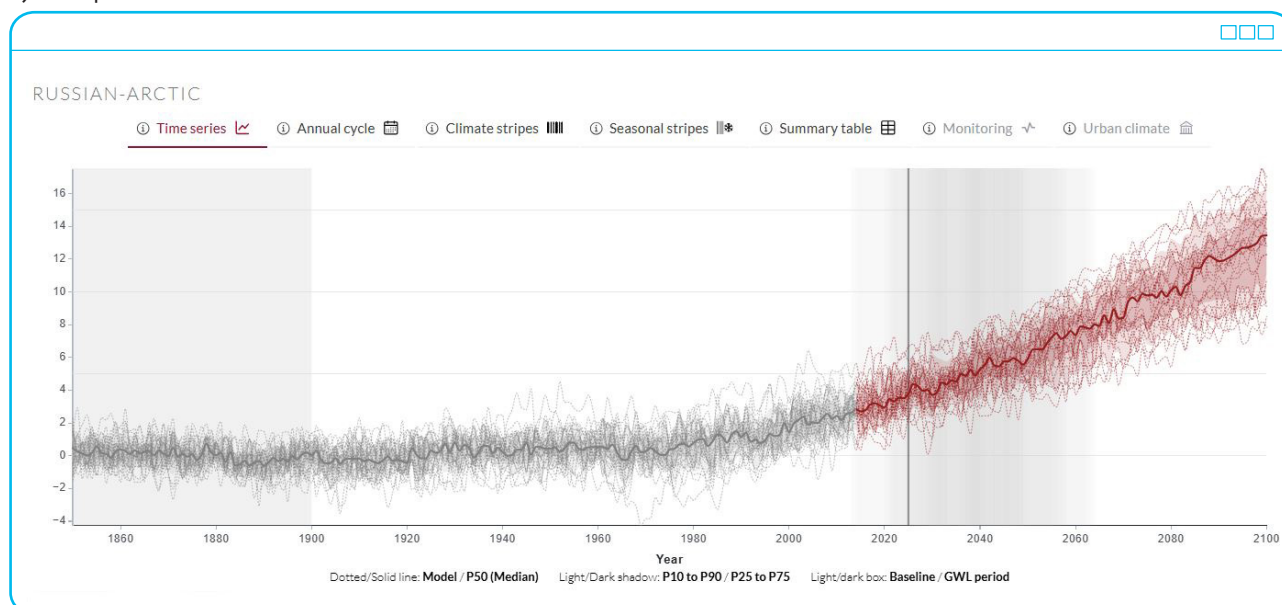


ПРИМЕРЫ ГРАФИКОВ ВРЕМЕННЫХ РЯДОВ ДЛЯ СРЕДНЕЙ СУТОЧНОЙ ТЕМПЕРАТУРЫ

Рис. 5



а) Интерактивный атлас МГЭИК



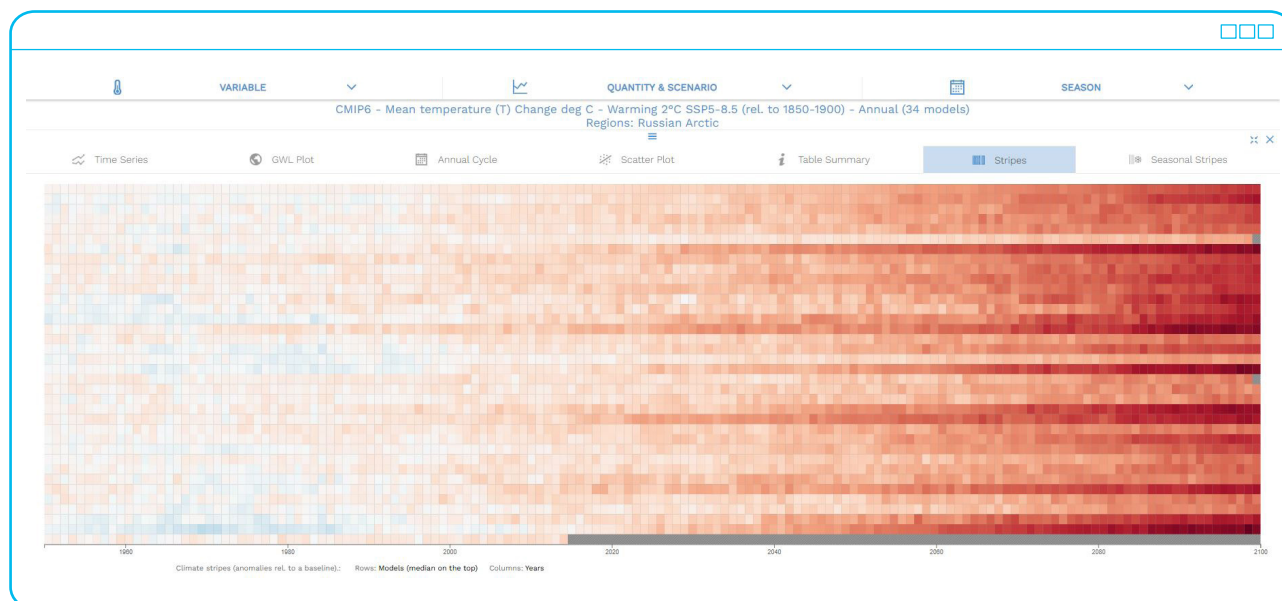
б) Copernicus Interactive Climate Atlas

(рис. 5). Оба атласа определяют диапазон 10 и 90 перцентилей, медиану (50 перцентилей), а также 25 и 75 перцентилей.

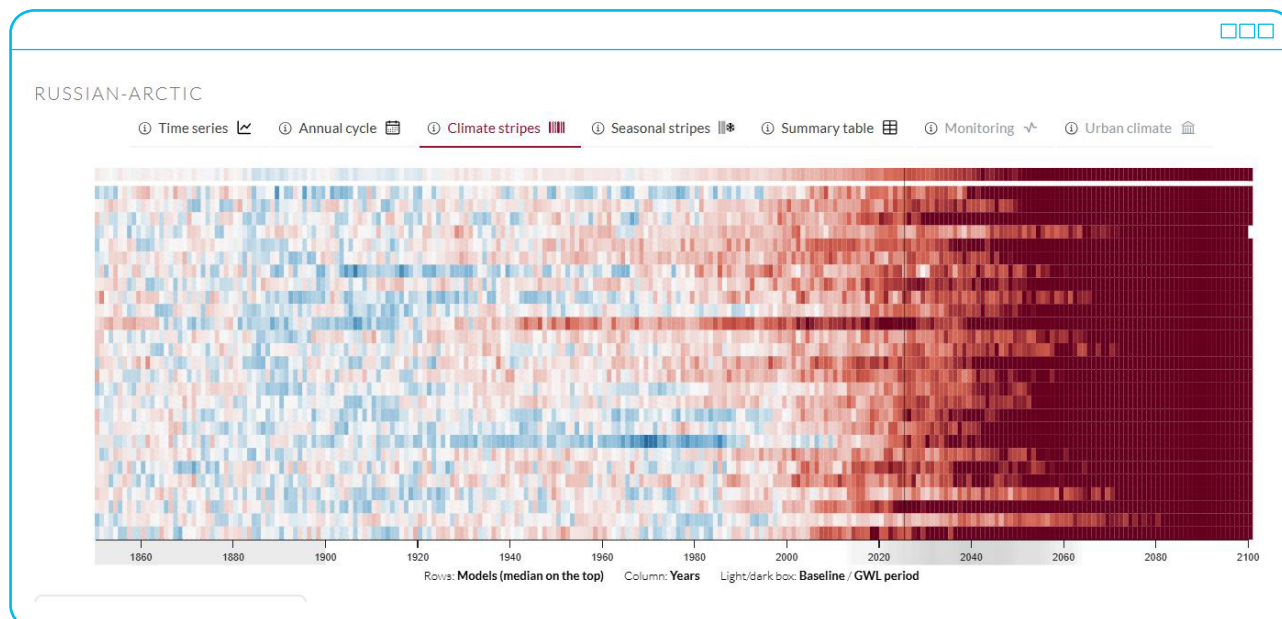
Более детальная визуализация представлена на так называемых *графиках климатических полос* (*climate stripes plot*) (рис. 6). Графики представляют собой набор цветных полос, упорядоченных в хронологическом порядке. Полосы разделены по вертикали для представления каждой из симуляций/моделей (для климатических проекций), образующих ансамбль. Полоса с медианой по ансамблю отображена сверху. Цвета от синего до красного (для температурных показателей) или от коричневого до зеленого (для показателей изменения режима осадков) обозначают отрицательные или положительные изменения (или минимальные и максимальные значения).

ПРИМЕРЫ ГРАФИКОВ КЛИМАТИЧЕСКИХ ПОЛОС ДЛЯ СРЕДНЕЙ СУТОЧНОЙ ТЕМПЕРАТУРЫ

Рис. 6



а) Интерактивный атлас МГЭИК

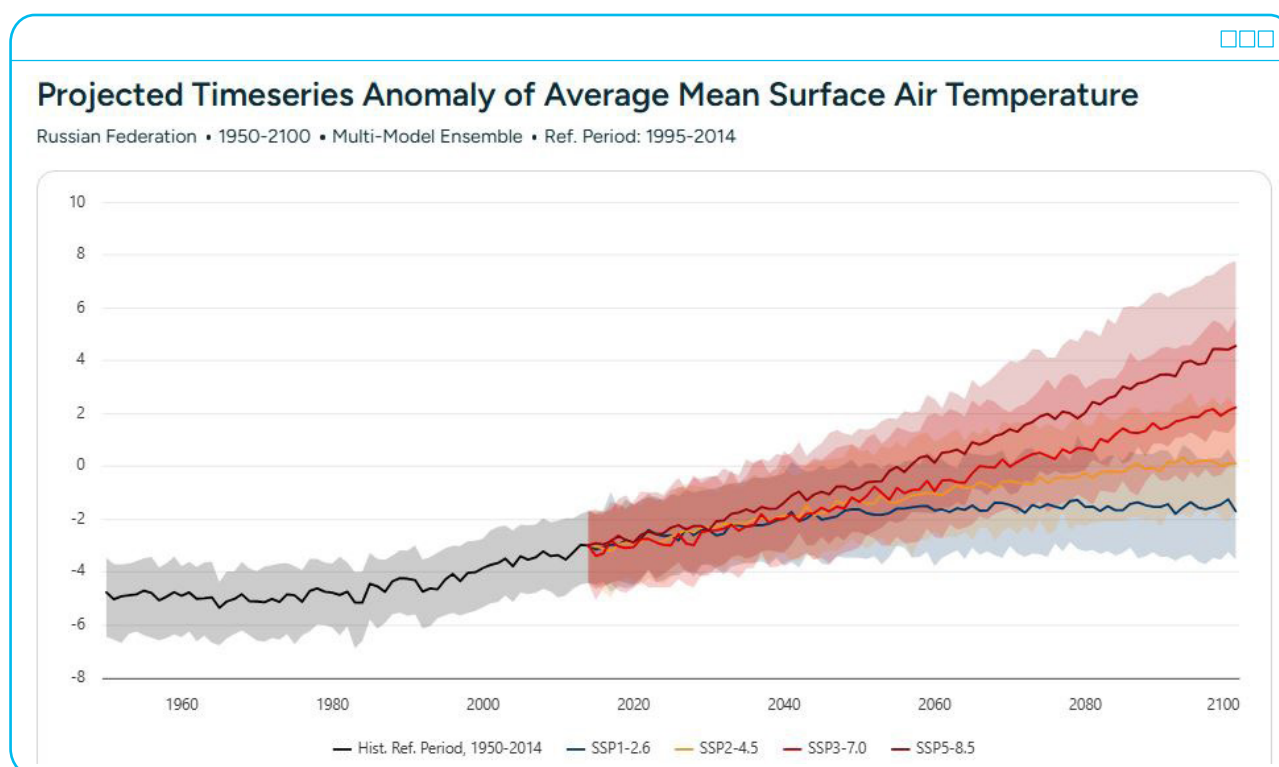


б) Copernicus Interactive Climate Atlas

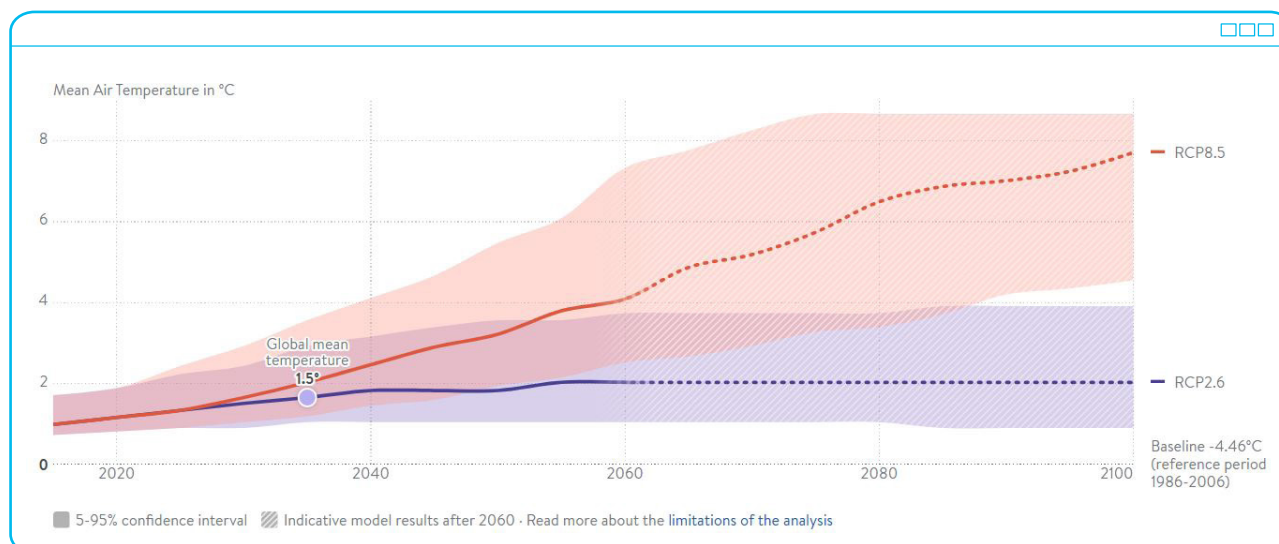
График временных рядов в Climate Change Knowledge Portal (ССКР) Всемирного банка показывает изменение климатических показателей по 5 сценариям SSP (SSP1-1.9, SSP1-2.6, SSP2-4.5, SSP3-7.0 и SSP5-8.5) (рис. 7а). ССКР определяет диапазон 10 и 90 перцентилей и медиану (50 перцентилей). Climate impact explorer (CIE) позволяет визуализировать климатические показатели с доверительным интервалом 5–95% (рис. 7б). Фиолетовые точки на линии медианы отмечают, когда повышение глобальной средней температуры достигнет отметок 1,5°C, 2,0°C, 2,5°C или 3,0°C выше доиндустриального уровня. При этом в CIE доступна функция сравнения. Она позволяет отображать два разных сценария на одном графике.

ПРИМЕРЫ ГРАФИКОВ ВРЕМЕННЫХ РЯДОВ ДЛЯ СРЕДНЕЙ СУТОЧНОЙ ТЕМПЕРАТУРЫ

Рис. 7



а) Climate Change Knowledge Portal Всемирного банка



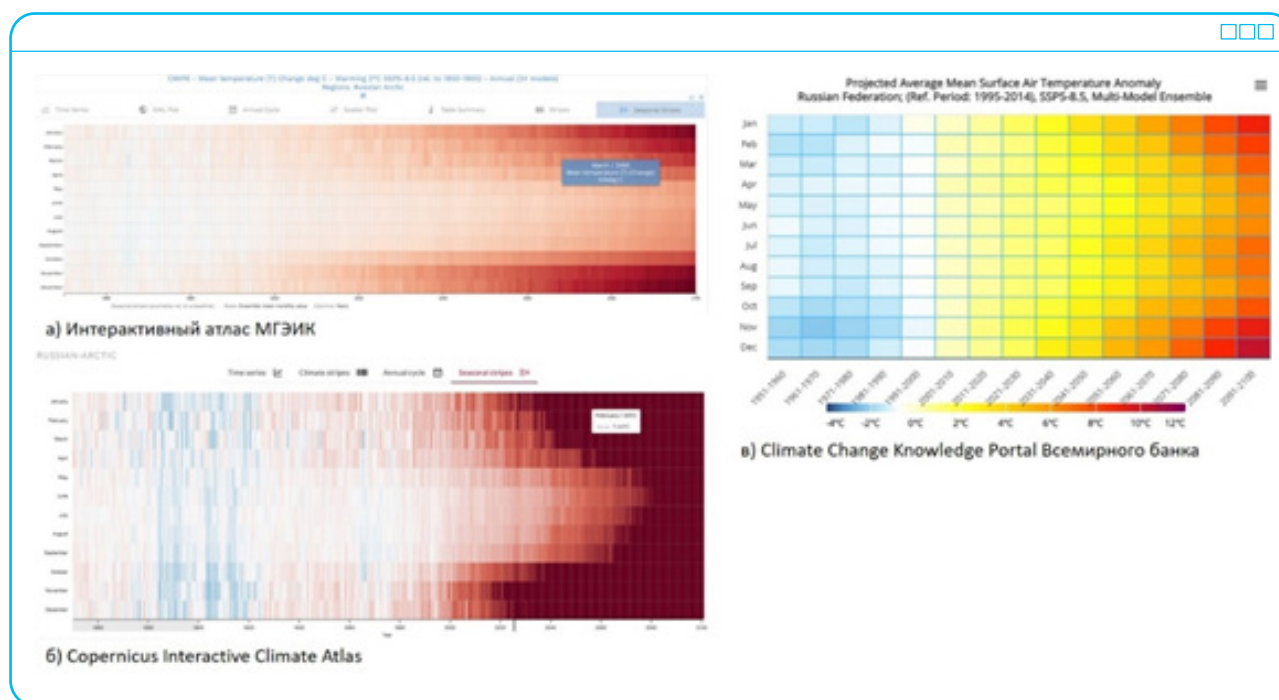
б) Climate impact explorer

Аналогично графику временных рядов визуализирован годичный ход климатических показателей в атласе МГЭИК, C3S Atlas и ССКР. Сезонные графики, как и графики временных рядов в атласе МГЭИК и C3S Atlas, отображают прошлые и будущие изменения выбранных показателей для всех модельных симуляций, формирующих ансамбль, а также медианы ансамбля. ССКР показывает сезонное изменение значений климатических показателей по сценариям SSP.

В атласе МГЭИК и C3S Atlas эти графики дополняются *графиками сезонных климатических полос (seasonal stripes)* (рис. 8а и 8б). В отличие от *графиков климатических полос* на сезонных графиках, вместо результатов моделирования по вертикали отображаются ежемесячные значения для медианы ансамбля мультимодельных данных. Тепловой график ССКР Всемирного банка строится по схожему принципу (рис. 8в). Он показывает прогнозы аномалий, которые представляют сезонность на более долгосрочных временных горизонтах.

ПРИМЕРЫ ГРАФИКОВ СЕЗОННЫХ КЛИМАТИЧЕСКИХ ПОЛОС ДЛЯ СРЕДНЕЙ СУТОЧНОЙ ТЕМПЕРАТУРЫ

Рис. 8

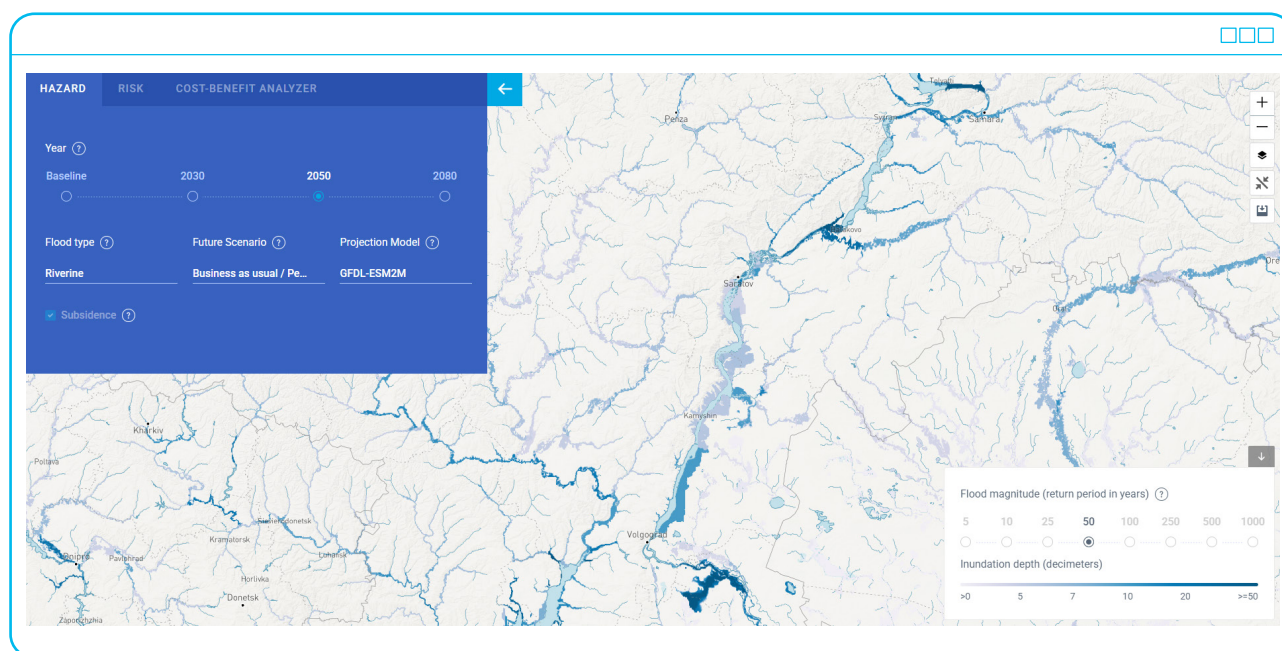


В качестве источника данных о таких опасных погодных явлениях, как прибрежные и речные наводнения, могут быть использованы расчеты Aqueduct Floods²³, подготовленные World Resources Institute. Этот инструмент дает возможность проанализировать насколько масштабными (площадь затопления, глубина) могут быть наводнения на горизонтах 2030, 2050 или 2080 г. по одному из двух сценариев: пессимистичному (SSP5-8.5) или оптимистичному (SSP2-4.5) (рис. 9).

²³ <https://www.wri.org/applications/aqueduct/floods/>.

МОДЕЛИРОВАНИЕ НАВОДНЕНИЯ НА Р. ВОЛГЕ НА ГОРИЗОНТЕ 2050 Г. ПО СЦЕНАРИЮ «ПЕССИМИСТИЧНЫЙ» (SSP5-8.5)

Рис. 9



Дополнительные инструменты для анализа

Среди общедоступных инструментов для *анализа физических климатических рисков* можно выделить также Aqueduct Water Risk Atlas и World Bank Compound Heat Risk.

Aqueduct Water Risk Atlas²⁴ позволяет определить уровень риска по ряду показателей: водный стресс²⁵, сезонное и годовое изменение доступности водных ресурсов, спрос на воду, истощение водных ресурсов. Каждый из показателей может быть проанализирован на горизонтах 2030 года, 2050 года или 2080 года по одному из трех сценариев: пессимистичному (SSP5-8.5), business as usual (SSP3-7.0) или оптимистичному (SSP1-2.6) (рис. 10). Помимо этого, Aqueduct Floods включает в себя оценку ущерба от речных и прибрежных наводнений (% Annual Expected Affected GDP) на национальном уровне (табл. 5).

ПРИМЕР РАСЧЕТА УЩЕРБА ОТ РЕЧНЫХ НАВОДНЕНИЙ В РОССИИ В AQUEDUCT FLOODS

Табл. 5

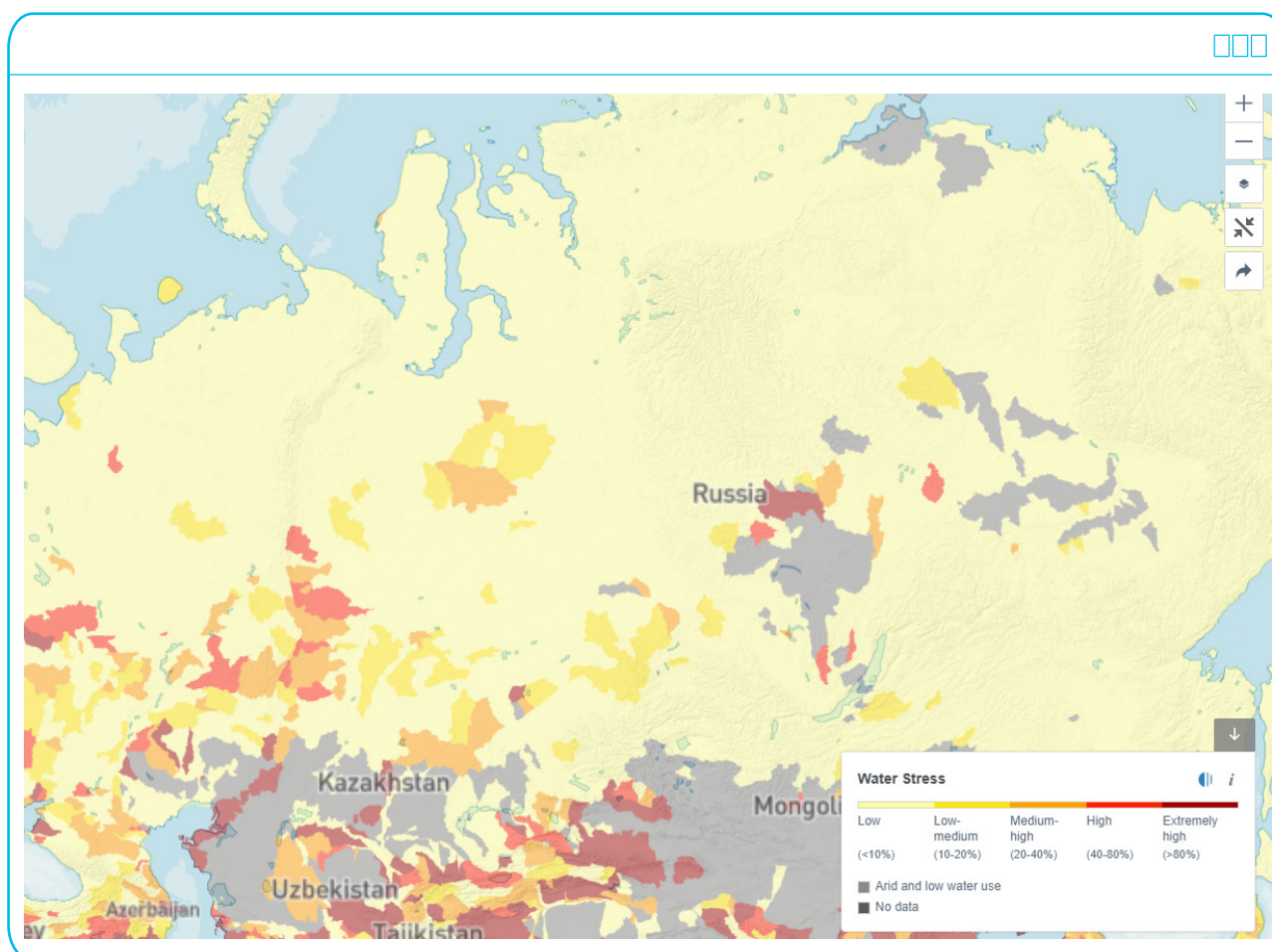
	2010	2030	2050	2080
Annual Expected Affected GDP, billion USD	3,6	8,1	12	26
Total GDP, trillion USD	2,0	4,0	5,7	8,0
% Annual Expected Affected GDP	0,180	0,204	0,218	0,319
Estimated Flood Prefection Level	43	44	43	27

²⁴ <https://www.wri.org/applications/aqueduct/water-risk-atlas>.

²⁵ Уровень водного стресса показывает отношение общего спроса на воду (включая использование воды на бытовые, промышленные, ирригационные и сельскохозяйственные нужды) к имеющимся возобновляемым запасам поверхностных и подземных вод. Чем выше показатель водного стресса, тем выше конкуренция за водные ресурсы между водопользователями.

ВИЗУАЛИЗАЦИЯ ПОКАЗАТЕЛЯ «ВОДНЫЙ СТРЕСС» В AQUEDUCT WATER RISK ATLAS

Рис. 10



В [World Bank Compound Heat Risk](#) представлена качественная оценка влияния волн жары и влажности на население. Уровень риска жары складывается из температуры и влажности и плотности населения и уровня бедности (рис. 11). Климатические условия складывались из максимальных дневных температур, минимальных ночных температур и комбинированного индекса жары. Риск жары рассчитан для тех же сценариев и временных горизонтов, которые используются в Climate Change Knowledge Portal Всемирного банка (см. подраздел 1 настоящего приложения).

РИСК ЖАРЫ ДЛЯ РОССИИ НА ГОРИЗОНТЕ 2080–2099 ГГ. ПРИ РЕАЛИЗАЦИИ СЦЕНАРИЯ SSP5-8.5

Рис. 11

