

Вестник Евразийской науки / The Eurasian Scientific Journal <https://esj.today>

2024, Том 16, № 4 / 2024, Vol. 16, Iss. 4 <https://esj.today/issue-4-2024.html>

URL статьи: <https://esj.today/PDF/34ECVN424.pdf>

5.2.3. Региональная и отраслевая экономика (экономические науки)

**Ссылка для цитирования этой статьи:**

Пинаев, В. Е. Анализ физических и переходных рисков, связанных с изменением климата и обзор митигационных мероприятий в различных отраслях промышленности / В. Е. Пинаев, В. Н. Ухова // Вестник евразийской науки. — 2024. — Т. 16. — № 4. — URL: <https://esj.today/PDF/34ECVN424.pdf>

**For citation:**

Pinaev V.E., Ukhova V.N. Analysis of physical and transition climate-related risks and review of mitigation measures in various sectors. *The Eurasian Scientific Journal*. 2024;16(4): 34ECVN424. Available at: <https://esj.today/PDF/34ECVN424.pdf>. (In Russ., abstract in Eng.)

УДК 551.583

**Пинаев Владимир Евгеньевич**

ФГАОУ ВО «Российский университет дружбы народов имени Патриса Лумумбы», Москва, Россия  
Доцент Департамента экологической безопасности и менеджмента качества продукции

Кандидат экономических наук, доцент

E-mail: [pinaev-ve@mail.ru](mailto:pinaev-ve@mail.ru)

IRID: <https://istina.msu.ru/workers/165381869>

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8943-5462>

РИНЦ: [https://elibrary.ru/author\\_profile.asp?id=408706](https://elibrary.ru/author_profile.asp?id=408706)

Google Scholar: <https://scholar.google.ru/citations?user=WQWJ6vkAAAAJ>

**Ухова Валерия Николаевна**

ФГАОУ ВО «Российский университет дружбы народов имени Патриса Лумумбы», Москва, Россия  
Аспирант Департамента экологической безопасности и менеджмента качества продукции

E-mail: [ukhova.v.n@gmail.com](mailto:ukhova.v.n@gmail.com)

## **Анализ физических и переходных рисков, связанных с изменением климата и обзор митигационных мероприятий в различных отраслях промышленности**

**Аннотация.** Изменение климата приводит к серьезным социо-эколого-экономические последствиям, и согласно проведенным научным исследованиям ожидается, что эти последствия будут только усиливаться в будущем. Целью данного исследования является выявление ключевых аспектов климатических рисков для секторов экономики, а также представление рекомендаций и практических советов по управлению этими рисками с целью повышения устойчивости предприятий и сокращения негативного влияния изменения климата на производственную деятельность. В контексте отраслевого анализа исследование рисков, связанных с изменением климата, позволяет более глубоко понять, как процесс изменения климата влияет на различные отрасли экономики, как они могут адаптироваться к этим изменениям и снизить негативные последствия их реализации. Исследования в данной области помогают бизнесу и правительству разрабатывать эффективные стратегии смягчения последствий реализации рисков. Настоящая статья посвящена анализу рисков, связанных с изменением климата, в контексте различных отраслей. Рассматриваются основные физические и переходные риски, последствия их реализации, а также идентифицируются мероприятия по смягчению рисков и увеличению устойчивости предприятий к изменению климата. В рамках исследования авторами представлен обзор митигационных стратегий и инновационных подходов, направленных на снижение воздействия климатических факторов на

производственные процессы компаний в различных отраслях. В статье анализируются практические решения, включая внедрение энергоэффективных технологий, модернизацию производственных процессов и разработку стратегий адаптации к изменению климата. Анализ и оценка климатических рисков — первый шаг на пути к снижению их воздействия на деятельность компании. Регулярный мониторинг нормативно-правовых, технологических и рыночных изменений и проактивное реагирование на них — наиболее эффективный способ снижения негативного воздействия переходных рисков. Представленный анализ позволяет лучше понять влияние изменения климата на различные отрасли и разработать эффективные меры по их защите от негативных последствий климатических изменений.

**Ключевые слова:** климатические риски; переходные риски; физические риски; парниковые газы; изменение климата; митигационные мероприятия; адаптация к изменению климата

## Введение

Изменение климата приводит к серьезным социо-эколого-экономическим последствиям, и согласно проведенным научным исследованиям ожидается, что эти последствия будут только усиливаться в будущем. В условиях усиливающегося влияния экстремальных климатических явлений, нестабильности погодных условий и растущей частоты стихийных бедствий промышленные предприятия сталкиваются с повышенными рисками, которые могут привести к значительным финансовым потерям и нарушениям в производственном процессе.

В контексте отраслевого анализа исследование рисков, связанных с изменением климата, позволяет более глубоко понять, как процесс изменения климата влияет на различные отрасли экономики, как они могут адаптироваться к этим изменениям и снизить негативные последствия их реализации. Исследования в данной области помогают бизнесу и правительству разрабатывать эффективные стратегии смягчения последствий реализации рисков.

Также стоит отметить, что митигация последствий изменения климата является приоритетной задачей многих стран и международных организаций. Глобальное сообщество все больше признает необходимость принятия мер по сокращению выбросов парниковых газов и разработке стратегий адаптации к климатическим изменениям. Поэтому исследования по данной теме имеют большую практическую значимость и могут быть использованы для разработки политик, дорожных карт и стратегий на различных уровнях.

В данном исследовании приводится обзор климатических рисков, с которыми сталкиваются компании различных отраслей, и рассматриваются возможные мероприятия по смягчению последствий реализации этих рисков.

## Методы исследования

Исследование проведено по методологии бенчмарк-анализа. Отраслевой бенчмаркинг предназначен для сравнения лучших компаний отрасли.

Можно выделить следующие этапы бенчмарк-анализа:

- постановка цели бенчмаркинга;
- формирование перечня компаний референтной группы;
- определение набора метрик для анализа;
- сбор и консолидация данных;
- формулирование выводов и рекомендаций.

Для анализа использовались отчеты об устойчивом развитии, климатические отчеты, отчеты по стандарту TCFD крупных компаний. Среди компаний референтной группы были рассмотрены физические и переходные риски, связанные с изменением климата.

## 1. Риски, связанные с изменением климата

Раскрытие компанией информации по стандарту TCFD<sup>1</sup> подразумевает определение рисков, связанных с изменением климата. С момента публикации в 2017 году Рекомендации TCFD стали де-факто международным стандартом раскрытия информации о финансовых рисках, связанных с климатом. С 2024 года на смену TCFD приходит Международный стандарт финансовой отчетности (МСФО) S2 «Раскрытие информации, связанной с климатом» (IFRS S2. Climate-related Disclosures)<sup>2</sup>, обязывающий компании раскрывать информацию о рисках, связанных с изменением климата [1].

TCFD принимает классификацию климатических рисков в разделении на риски перехода (transition risks) и физические риски (physical risks). Переходные риски, в свою очередь, включают политические и правовые (регуляторные), технологические, рыночные и репутационные. Анализ и оценка климатических рисков — первый шаг на пути к снижению их воздействия на деятельность компании.

### 1.1 Анализ переходных рисков

Переходные климатические риски представляют собой риски, возникающие в результате перехода к низкоуглеродной экономике в условиях изменения климата. Драйверами этих рисков могут быть изменения в законодательстве, новые низкоуглеродные технологии, изменение потребительских предпочтений.

Реализация переходных рисков может вызвать увеличение операционных издержек и капитальных затрат. ОПЕХ — операционные расходы на текущую деятельность компании, осуществляемые обычно в течение одного года, например, расходы на электроэнергию в течение года. САРЕХ, или капитальные расходы — это инвестиционные расходы на приобретение физических активов или модернизацию производства (как вложения в покупку и модернизацию оборудования, зданий, сооружений, так и что-то менее значительное, — установка кондиционеров в офисе или закупка новых компьютеров, например), срок таких расходов может превышать более одного год, и эффект от них тоже долгосрочный [2].

#### *Политические и правовые (регуляторные) риски*

К регуляторным рискам компании относят введение налога на выбросы углерода, ужесточение национального углеродного регулирования, необходимость предоставления отчетности о выбросах парниковых газов и риски возникновения судебных исков — правонарушений, связанных с невыполнением требований законодательства.

Реализация этих рисков может повлечь за собой штрафы за несоответствие законодательству или превышение установленных нормативов выбросов, а также увеличение затрат из-за судебных издержек и штрафов, наложенных в результате судебных процессов.

<sup>1</sup> Recommendations of the Task Force on Climate-related Financial Disclosures [Электронный ресурс]. — 2017. — URL: <https://assets.bbhub.io/company/sites/60/2021/10/FINAL-2017-TCFD-Report.pdf> (дата обращения 05.05.2024).

<sup>2</sup> IFRS S2 Climate-related Disclosures [Электронный ресурс]. — 2023. — URL: <https://www.ifrs.org/issued-standards/ifrs-sustainability-standards-navigator/ifrs-s2-climate-related-disclosures/> (дата обращения 05.05.2024).

Введение налога на выбросы углерода приведет к увеличению фискальной нагрузки, увеличению прямых эксплуатационных расходов и снижению рентабельности [3].

В связи с введением в России обязательной отчетности по парниковым газам с 2023 года, политические и правовые риски становятся особенно актуальны для Российских компаний, не имеющих опыта публикации углеродной отчетности [4]. Для количественной оценки выбросов необходимо использовать Приказ Минприроды России от 27.05.2022 № 371 «Об утверждении методик количественного определения объемов выбросов парниковых газов и поглощений парниковых газов»<sup>3</sup>, вступивший в силу 1 марта 2023 года. Отчет предоставляется в Министерство экономического развития Российской Федерации ежегодно до 1 июля года, следующего за отчетным, в электронном виде через Интернет на сайте ГИС «ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТЬ»<sup>4</sup> путем заполнения формы отчета в реестре выбросов парниковых газов.

Введение обязательной углеродной отчетности увеличивает затраты на оплату труда сотрудников, которые занимаются подготовкой данной отчетности внутри компании, либо на услуги консалтинговых фирм по составлению и верификации углеродной отчетности. Непредоставление отчетности, увеличение числа штрафов и судебных разбирательств, в которые вовлечена компания, способны оказать негативное влияние на конкурентоспособность компании и спрос на ее продукцию.

### *Технологические риски*

Технологически риски сопряжены с необходимостью перехода на низкоуглеродные технологии и с неудачными инвестициями в них. Компании обеспокоены повышением капиталовложений во внедрение и развитие новых технологий, увеличением эксплуатационных расходов, связанных с низкоуглеродными технологиями, а также дополнительными расходами на НИОКР в области новых и альтернативных технологий, что приведет к повышению себестоимости продукции из-за роста затрат. К тому же использование новых технологий может быть сопряжено с риском неудачных инвестиций, технология может оказаться коммерчески недоступной или нерентабельной [5].

### *Рыночные риски*

К рыночным рискам можно отнести риск изменения спроса на продукцию ввиду изменения потребительских предпочтений в сторону продукции с более низким углеродным следом, что сопряжено с невозможностью продажи углеродоемкой продукции, сокращению доходности продуктов и снижению конкурентоспособности на рынке.

Другим рыночным риском является риск повышения стоимости электроэнергии в результате перехода на безуглеродные источники энергии [6]. Потенциальным последствием реализации этого риска будет увеличение операционных затрат в связи с ростом цен на электроэнергию [7]. Некоторые компании с активами на территории Российской Федерации и Республики Беларусь считают важным риск снижения спроса на продукцию компании на европейских рынках — эти риски сопряжены с потерей рынков сбыта, и следовательно, снижением доходов от продаж.

---

<sup>3</sup> Приказ Министерства природных ресурсов и экологии Российской Федерации от 27 мая 2022 г. N 371 "Об утверждении методик количественного определения объемов выбросов парниковых газов и поглощений парниковых газов". — Режим доступа: URL: <http://publication.pravo.gov.ru/Document/View/0001202207290034> (дата обращения 05.05.2024).

<sup>4</sup> ГИС «ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТЬ». Официальный сайт. — Режим доступа: — URL: <https://co2.gisee.ru> (дата обращения 05.05.2024).

### *Репутационные риски*

Компании, вне зависимости от отрасли, нередко заявляют о вероятности снижения инвестиционной привлекательности по различным причинам:

- недостаточное раскрытие информации об управлении климатических рисками;
- недостаточное или несвоевременное раскрытие информации об объемах выбросов парниковых газов;
- неспособность продемонстрировать прогресс в выполнении обязательств по снижению выбросов парниковых газов;
- высокая углеродоемкость отрасли.

Инвесторы заинтересованы в раскрытии информации о деятельности компании в части углеродного менеджмента и управления климатическими рисками [8]. Реализация репутационных рисков приведет к негативному восприятию компании инвесторами и стейкхолдерами ввиду несоответствия ожиданиям. Следствием снижения заинтересованности инвесторов является снижение доступности капитала для эмитентов [9].

### **1.2 Анализ физических рисков**

Физические климатические риски связаны с непосредственными воздействиями изменения климата на окружающую среду и инфраструктуру. Драйверами этих рисков могут быть как экстремальные погодные явления, так и долгосрочные последствия изменения климата.

Физические риски могут снизить производительность, нанести критический ущерб активам, привести к приостановке деятельности, нарушению цепочки поставок и необходимости дополнительных капитальных затрат.

В то время как переходные риски имеют исключительно финансовые негативные последствия, физические риски могут оказать воздействие на безопасность, здоровье и даже жизнь людей, поэтому при анализе рисков и разработке стратегии риск-менеджмента важно уделить особое внимание этому воздействию [10].

Горнодобывающие, нефтегазовые, энергетические и другие компании, в которых, ввиду отраслевой принадлежности, большинство сотрудников представлено рабочими специальностями и существует необходимость работать в тяжелых производственных условиях, признают необходимость принимать все доступные меры для предотвращения несчастных случаев и травм на производстве, причиной которых могут быть реализовавшиеся климатические риски.

### *Острые физические риски*

К факторам риска компании относят возникновение аномальных осадков — ливней, снегопадов, ледяных дождей, аномально высокие и низкие температуры, экстремальную скорость ветра, туманы, ураганы, лесные пожары, грозы и разряды молнии.

Главным последствием реализации острых климатических рисков компании называют нарушения цепочки поставок, вызванные экстремальными погодными явлениями [11]. Также компании обеспокоены возможным сокращением объемов производства, приостановкой деятельности, проблемами с дистрибуцией.

Аномальные осадки могут привести к нарушению функционирования производственных объектов, в том числе постоянных и временных строений, целостности и работоспособности оборудования. В сельском хозяйстве переувлажнение негативно влияет на тепловой режим почв, вызывает вымокание и выпревание посевов, укорачивает периоды сенокоса и выпаса



на естественных кормовых угодьях, значительно затрудняет механизированную обработку земель, приводит к появлению сорных влаголюбивых видов растений [12].

В горнодобывающей отрасли подтопление карьеров в результате обильных осадков требует увеличения объема водоотведения карьерных вод. Также экстремальные осадки могут являться причиной остановки работы на карьерах, ограничения погрузочно-разгрузочных работ и транспортных перевозок, переполнения уровня на шламовых полях и прудах-накопителях сточных вод, прорыва дамб гидротехнических сооружений, нарушения работы сооружений по очистке сточных вод, обрыва линий электропередач.

В условиях сложного рельефа или плохо работающей ливневой канализации сильные осадки могут вызвать подтопление нижних этажей зданий и сооружений, временное прекращение энергоснабжения, что может привести к вынужденным простоям и сокращению объемов производства. Перебои в подаче электроэнергии возможны также вследствие попадания молнии в линии электропередачи (ЛЭП) и трансформаторные подстанции [13].

Экстремально высокие и экстремально низкие температуры способны снизить производительность и эффективность производственных процессов из-за сокращения доступного рабочего времени на активах. Высокие температуры могут привести к тепловым ударам, а низкие — к обморожению у работников. Повышается расход энергии на обогрев или кондиционирование, а также расход воды на охлаждение оборудования в жару или пара на его подогрев в мороз. Сильная жара может стать причиной растяжения проводов (возможны их провисание и короткое замыкание от контакта с соседними проводами) и их разрыва. Из-за циклов замораживания и оттаивания дорожного покрытия ускоряется износ дорог. Предприятия горнодобывающей отрасли отмечают, что при сильном морозе затрудняется работа с грунтом и увеличивается объем буровзрывных работ, происходит смерзание некоторых расходных материалов (пека и кокса), замерзание водопроводов, мазутопроводов, трубопроводов рабочих растворов, шлама, сточных вод, то есть требуется дополнительное время на разогрев.

Аномальная скорость ветра способна стать причиной прерывания процесса подачи электроэнергии из-за перехлеста и обрыва проводов [14]. Сухая погода и сильный ветер повышают уровень пыления при добыче и транспортировке, требуется увеличение частоты мероприятий по пылеподавлению.

Лесные пожары способны привести к приостановке деятельности в связи с опасностью перехода огня на производственные здания и сооружения.

Гололедно-изморозевые отложения увеличивают риск травматизма, дорожно-транспортных происшествий (ДТП), прекращения электроснабжения в результате обрыва проводов ЛЭП из-за отложений льда или налипания мокрого снега. Туманы также могут стать причиной ДТП из-за ухудшения видимости.

### *Хронические физические риски*

Наиболее частым хроническим физическим риском компании агросектора называют риск нехватки воды и водного стресса территорий расположения активов, который способен напрямую влиять на урожайность культур, и следовательно, прибыль от продажи продукции [15]. Оценку рисков, связанных с водой, ряд компаний проводит с использованием инструмента Aqueduct Water Risk Atlas.<sup>5</sup>

<sup>5</sup> Aqueduct Water Risk Atlas. — Режим доступа: URL: <https://www.wri.org/applications/aqueduct/water-risk-atlas/> (дата обращения 05.05.2024).

Нужно отметить, что отличительной особенностью хронических физических рисков является их взаимосвязь между собой. Повышение среднегодовых температур может приводить к затоплению прибрежных зон в результате глобального повышения уровня моря, которое, в свою очередь, происходит из-за таяния ледников. С другой стороны, рост температуры может являться причиной засухи и снижать доступность воды.

Кроме того, повышение среднегодовой и среднесезонной (в теплое время года) температуры воздуха и уменьшение количества осадков увеличивают пожарную опасность [16], что доказывает наличие причинно-следственной связи также и между хроническими и острыми физическими рисками.

Лучшая практика — комплексный подход к анализу хронических рисков, где учтена их связь и взаимное влияние, также важно, чтобы мероприятия по митигации одного риска не усиливали негативное воздействие другого.

Необходимо помнить, что реализация физических рисков способна повлечь травмы и гибель людей, приводящие к последствиям вплоть до закрытия бизнеса.

### **Временной горизонт потенциального воздействия риска**

Для климатических рисков следует определять временной горизонт потенциального воздействия риска — это необходимо для ранжирования мероприятий по адаптации и митигации последствий.

Краткосрочные риски требуют быстрого реагирования — немедленной постановки целей, легковнедряемых краткосрочных мероприятий по митигации, в то же время эти риски характеризуются низкой неопределенностью, что обеспечивает высокую степень уверенности при прогнозировании развития бизнеса.

Среднесрочные риски не требуют срочного реагирования, но компания должна в перспективе выявлять последствия и прорабатывать меры адаптации, интегрировать эти риски в общую систему риск-менеджмента. Среднесрочная перспектива обеспечивает приемлемую степень уверенности при оценке и прогнозировании эффективности и реализации запланированных мероприятий.

Для снижения негативного воздействия долгосрочных рисков компании необходимо разработать и принять долгосрочную климатическую стратегию, постепенно достигать установленных целевых показателей, реализовывать запланированные проекты. Это период с наибольшей степенью неопределенности, а значит, что планирование нужно осуществлять с учетом динамики оказывающих влияние факторов.

## **2. Мероприятия по управлению рисками, связанными с изменением климата**

### **2.1 Мероприятия по управлению физическими рисками**

#### ***Меры митигации острых физических рисков***

К риск-факторам острых физических рисков относятся аномальные осадки (ливни, снегопады, ледяные дожди), аномальные жара и холод, сильный ветер, ураганы, лесные пожары, туманы, грозы и молнии.

Прежде всего, необходимо учитывать прогностическую гидрометеорологическую информацию при планировании работ на активах, которые могут быть подвержены острым физическим рискам. В компании должны быть разработаны и проведены для сотрудников инструктажи по безопасности в случае возникновения неблагоприятных гидрометеорологических явлений, опасных природных явлений и других экстремальных погодных явлений, также рекомендуется проведение профилактических мероприятий для сотрудников.

Проектирование инфраструктуры с повышенным запасом прочности и устойчивости объектов к неблагоприятным погодным явлениям, мониторинг состояния объектов и своевременный их ремонт снижают вероятность внезапных аварий. В случае резкого изменения количества дней с экстремально высокими температурами или экстремально низкими температурами важно поддерживать комфортный микроклимат внутри рабочих помещений. Для этого эффективны кондиционирование офисов, воздуха на поверхностных производственных объектах либо дополнительный обогрев на производственных объектах. При невозможности создания безопасных условий труда необходимо рассматривать перевод сотрудников на удаленную работу, если характер работы это позволяет. Диверсификация энергетической матрицы компании с акцентом на самостоятельную генерацию и наличие резервных источников энергии могут свести к минимуму время простоя в работе из-за перебоев в поставках энергии. Снизить финансовые последствия реализации риска поможет страхование активов и имущества компании от неблагоприятных гидрометеорологических явлений, опасных природных явлений и других экстремальных погодных явлений [17].

Подход к митигации физических рисков через призму снижения отрицательного воздействия на здоровье и безопасность сотрудников считается лучшей практикой.

Например, Австралийская Fortescue Metals Group<sup>6</sup> сообщает, что повышенная тепловая нагрузка может поставить под угрозу безопасность сотрудников и нарушить их работу. В связи с этим Компания реализует программу управления риском аномально высокой температуры «Bushfire» на всех площадках, которая сосредоточена на защите людей и ключевых активов / инфраструктуры, включая пожарные буферные зоны для каждого актива.

Nippon Steel<sup>7</sup> (Япония) заявляет, что в Компании принимают меры по борьбе с тайфунами, землетрясениями, цунами, которые включают предотвращение повреждения и опрокидывания техники, обеспечение безопасности мест экстренной эвакуации и укрепление насыпей.

Помимо обеспечения безопасности сотрудников, одной из основных целей митигации острых физических рисков также является минимизация эксплуатационных простоев, вызванных экстремальными погодными явлениями.

Возможные меры по смягчению и варианты реагирования на нарушения цепочки поставок из-за экстремальных погодных явлений:

- диверсификация источников сырья и способов доставки;
- увеличение пространства для хранения сырья, формирование запасов сырья и топлива;
- надлежащий контроль за проведением инвентаризации [18].

Возможные меры реагирования на затруднения отгрузки и распределения продукции между посредниками и потребителями:

- совершенствование конструкций машин и фур транспортной логистики, включая транспортные средства для доставки товаров до покупателя [19];
- обустройство погрузочно-разгрузочных площадок для работы в различных погодных условиях [16];

<sup>6</sup> Fortescue CLIMATE CHANGE REPORT [Электронный ресурс]. — 2022. — URL: [https://fortescue.com/docs/default-source/announcements-and-reports/2427072-fy22-climate-change-report.pdf?sfvrsn=290da964\\_6](https://fortescue.com/docs/default-source/announcements-and-reports/2427072-fy22-climate-change-report.pdf?sfvrsn=290da964_6) (дата обращения 05.05.2024).

<sup>7</sup> Nippon Steel Sustainability Report [Электронный ресурс]. — 2022. — URL: <https://www.nipponsteel.com/en/csr/report/pdf/report2022en.pdf> (дата обращения 05.05.2024).



- строительство дорожных объектов из материалов, устойчивых к увеличению циклов замораживания и оттаивания дорожного покрытия и с учетом климатической информации [16].

### *Меры митигации хронических физических рисков*

Таяние многолетнемерзлых пород (ММП) оказывает негативное воздействие на несущую способность и устойчивость сооружений, дорожного полотна, трубопроводный транспорт.

Предприятия горнодобывающей отрасли, имеющие активы в Арктической зоне, сообщают, что в результате растепления многолетнемерзлых грунтов происходит нарушение целостности хвостохранилищ, снижается эффективности транспортировки хвостов по пульпопроводам из-за просадки грунтов под опорами. Для снижения вероятности реализации риска необходим регулярный мониторинг состояния зданий на территории активов, геофизические исследования грунтов в основании объектов и своевременное реагирование на изменение состояния ММП.

Повышение уровня моря и увеличение продолжительности паводков и половодий способно привести к затоплению карьеров, сельскохозяйственных земель и производственных объектов, подмыву опор ЛЭП и повреждению транспортной инфраструктуры. Следует определять зоны затопления и подтопления и учитывать потенциальные физические последствия изменения климата уже на этапе проектирования и строительства объектов.

Вследствие засухи происходит снижение эффективности процессов из-за нехватки водных ресурсов, снижается доступность и надежность источников питьевой воды, увеличиваются затраты на поставку воды. Для митигации данного риска рекомендуется проводить исследования водного следа в разных отраслях промышленности, разрабатывать и внедрять проекты с высоким уровнем рециркуляции воды и создавать замкнутые циклы водоснабжения.

Физические риски приводят к сбоям в наземной логистике и судоходстве, экономический ущерб от прерывания цепочки поставок способен уменьшить формирование запасов сырья и топлива, требуется проработка альтернативных маршрутов доставки [20].

Важно помнить, что реализация физических рисков может повлечь гибель и травмы людей, приводящие к последствиям вплоть до закрытия бизнеса, в связи с чем универсальным мероприятием для снижения негативных последствий всех физических рисков является страхование жизни сотрудников.

## **2.2 Мероприятия по управлению переходными рисками**

### *Меры митигации политических и правовых (регуляторных) рисков*

Мониторинг изменений законодательства и комплаенс снижают риск штрафов, остановки работы, судебных исков или закрытия бизнеса из-за несоблюдения требований законодательства.

Необходимо создание в компании органа, занимающегося вопросами устойчивого развития, из числа высококвалифицированных кадров, который будет выполнять функцию внутреннего консалтинга: проводить инвентаризацию и количественную оценку выбросов парниковых газов, готовить отчетность, взаимодействовать с верификаторами и т. д. Также будет полезно установление процедур компании в части отчетности по выбросам углерода,

участие в национальных и международных инициативах по разработке углеродной отчетности. Важно соблюдать сроки предоставления углеродной отчетности в контролирующие органы, проверять полноту и качество предоставляемой информации [21].

### *Меры митигации технологических рисков*

При митигации технологических рисков существенное значение имеет мониторинг тенденций, коммерчески доступных новых и альтернативных технологий, позволяющих сократить выбросы парниковых газов, а также партнерство с ведущими организациями и компаниями в целях разработки новых технологических решений.

Сократить затраты, вызванные необходимостью внедрения низкоуглеродных технологий, модернизацией производства и оборудования возможно при оформлении этих процессов в климатический проект, так как подразумеваемые технологии должны сократить выбросы углерода при эксплуатации. Климатические проекты, при включении их в реестр, позволяют получить углеродные единицы, с которыми можно проводить дальнейшие операции на бирже. Их можно продать и сократить расходы, либо зачесть для уменьшения общих выбросов парниковых газов компании [22].

Снизить риск неудачных инвестиций поможет подбор инструментов хеджирования финансовых рисков, связанных с инвестированием в высокорисковые низкоуглеродные технологии.

### *Меры митигации рыночных рисков*

Для снижения воздействия рыночных рисков компании рекомендуется разрабатывать, производить и реализовывать низкоуглеродную продукцию, проводить мониторинг новых рыночных возможностей, поиск новых рынков сбыта, рассмотреть возможность переориентации экспорта в страны Азиатско-Тихоокеанского региона (АТР). Кроме того, сокращению негативного воздействия этого риска способствуют проведение процедуры анализа и оценки жизненного цикла продукции (LCA) и диверсификация бизнеса с ростом контроля в отношении углеродного следа производимой продукции.

### *Меры митигации репутационных рисков*

В качестве инструментов снижения остроты последствий реализации риска можно предложить разработку публичной нефинансовой отчетности, раскрытие информации о программе устойчивого развития компании, деятельности в контексте климатической повестки, участие в ESG-рейтингах, регулярное и транспарентное взаимодействие со стейкхолдерами по вопросам изменения климата [23].

В процессе митигации риска, связанного с требованиями раскрытия информации, необходимо изучить внешние и разработать внутренние процедуры предоставления регулярной публичной отчетности по национальным и мировым стандартам с поддержанием ее глубины и качества на уровне лучших отраслевых практик. Постановка одновременно амбициозных и выполнимых целей с последующей разработкой стратегий и дорожных карт декарбонизации будут главным способом противодействия риску недостижения заявленных целевых показателей.

### *Универсальные мероприятия по митигации климатических рисков*

Универсальными мероприятиями по митигации климатических рисков являются оценка выбросов парниковых газов, установление целевых показателей по их снижению, инициативы

и проекты по сокращению выбросов по всех трех областях охвата. Инвестиции в исследование причин рисков и разработку инновационных технологий и новых механизмов управления для снижения их отрицательного воздействия на производственную деятельность и сотрудников также являются рациональным шагом в стратегии риск-менеджмента. В дополнение к существующим, одним из наиболее перспективных способов смягчения любого риска является повышение осведомленности персонала о проблемах изменения климата, его потенциальных последствиях, мероприятиях по снижению выбросов парниковых газов, результатах проведенных НИОКР, а также практическое обучение персонала доступным мерам по энергосбережению и повышению энергоэффективности на производстве [24].

### Выводы

1. Рекомендации TCFD стали де-факто международным стандартом раскрытия информации о финансовых рисках, связанных с климатом, в настоящее время вместо TCFD используется стандарт МСФО S2 «Раскрытие информации, связанной с климатом», обязывающий компании раскрывать информацию о рисках, связанных с изменением климата.
2. Анализ и оценка климатических рисков — первый шаг на пути к снижению их воздействия на деятельность компании.
3. При разработке мероприятий по митигации физических рисков, помимо снижения негативного финансового воздействия при реализации рисков, следует принимать во внимание влияние этих рисков на здоровье и безопасности сотрудников, которое тоже важно минимизировать.
4. Регулярный мониторинг нормативно-правовых, технологических и рыночных изменений и проактивное реагирование на них — наиболее эффективный способ снижения негативного воздействия переходных рисков.

Новизна исследования заключается в комплексном подходе к анализу физических и переходных рисков, связанных с изменением климата. В отличие от предыдущих исследований в данном исследовании рассматриваются климатические риски в контексте отраслевого анализа, что позволяет лучше понять системные риски и возможности адаптации.

Результаты исследования могут помочь организациям в идентификации и оценке физических и переходных рисков. Обзор митигационных мероприятий предоставляет собой конкретные рекомендации и лучшие практики, которые можно адаптировать в разных отраслях промышленности.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Grajales Gaviria, D. Accounting mechanism to measure the environmental impact of industries in the Aburrá Valley and its application of the general disclosure requirements related to financial information on sustainability (IFRS S1) and climate-related disclosures (IFRS S2) / D. Grajales Gaviria, E. Martínez, O. Castellanos Polo, J. Arcila. — DOI: 10.24857/rgsa.v17n5-013 / RGSA — Revista de Gestão Social e Ambiental. — 2023. — № 17(5) — p. 1–16. — URL: [https://www.researchgate.net/publication/371965594\\_ACCOUNTING\\_MECHANISM\\_TO\\_MEASURE\\_THE\\_ENVIRONMENTAL\\_IMPACT\\_OF\\_INDUSTRIES\\_IN\\_THE\\_ABURRA\\_VALLEY\\_AND\\_ITS\\_APPLICATION\\_OF\\_THE\\_GENERAL\\_DISCLOSURE\\_REQUIREMENTS\\_RELATED\\_TO\\_FINANCIAL\\_INFORMATION\\_ON\\_SUSTAINABILIT](https://www.researchgate.net/publication/371965594_ACCOUNTING_MECHANISM_TO_MEASURE_THE_ENVIRONMENTAL_IMPACT_OF_INDUSTRIES_IN_THE_ABURRA_VALLEY_AND_ITS_APPLICATION_OF_THE_GENERAL_DISCLOSURE_REQUIREMENTS_RELATED_TO_FINANCIAL_INFORMATION_ON_SUSTAINABILIT) (дата обращения 05.05.2024).

2. Ngo, T. Climate risk disclosures and global sustainability initiatives: A conceptual analysis and agenda for future research / T. Ngo, T. Le, S. Ullah, H.H. Trinh. — DOI: 10.1002/bse.3323 / Business Strategy and the Environment. — 2022. — № 32(6). — С. 3705–3720. — URL: [https://www.researchgate.net/publication/366647032\\_Climate\\_risk\\_disclosures\\_and\\_global\\_sustainability\\_initiatives\\_A\\_conceptual\\_analysis\\_and\\_agenda\\_for\\_future\\_research](https://www.researchgate.net/publication/366647032_Climate_risk_disclosures_and_global_sustainability_initiatives_A_conceptual_analysis_and_agenda_for_future_research) (дата обращения 05.05.2024).
3. Andersson, Fredrik N.G., Understanding, mapping and reporting of climate-related risks among listed firms in Sweden / Fredrik N.G. Andersson, S. Arvidsson. — DOI: 10.1080/14693062.2022.2116383 / Climate Policy. — 2022. — № 23(8). — С. 945–958. — URL: [https://www.researchgate.net/publication/363245886\\_Understanding\\_mapping\\_and\\_reporting\\_of\\_climate-related\\_risks\\_among\\_listed\\_firms\\_in\\_Sweden](https://www.researchgate.net/publication/363245886_Understanding_mapping_and_reporting_of_climate-related_risks_among_listed_firms_in_Sweden) (дата обращения 05.05.2024).
4. Пинаев, В.Е. Обзор актуального законодательства в области национального углеродного регулирования / В.Е. Пинаев, В.Н. Ухова // Garant Science Discussion Board on Legal, Accounting and Auditing. — 2023. — № 1. — EDN DQPCOS. — URL: <https://repository.rudn.ru/en/records/article/record/104026/> (дата обращения 05.05.2024).
5. Zhou, F. A Review of the Financial Sector Impacts of Risks Associated with Climate Change (October 2023) / F. Zhou, T. Endendijk, Botzen, W.J. Wouter, — DOI: 10.1146/annurev-ресурс-101822-105702 Annual Review of Resource Economics. — 2023. — Т. 15. — № 1. С. 233–256. — URL: [https://www.researchgate.net/publication/371926122\\_A\\_Review\\_of\\_the\\_Financial\\_Sector\\_Impacts\\_of\\_Risks\\_Associated\\_with\\_Climate\\_Change](https://www.researchgate.net/publication/371926122_A_Review_of_the_Financial_Sector_Impacts_of_Risks_Associated_with_Climate_Change) (дата обращения 05.05.2024).
6. Прохоров, В.Б. Оценка возможности перевода энергетических котлов на альтернативные твердые топлива путем моделирования процессов горения. Энергетика / В.Б. Прохоров, В.С. Киричков, С.Л. Чернов, М.В. Фоменко. — DOI: <https://doi.org/10.21122/1029-7448-2023-66-6-536-551> // Известия высших учебных заведений и энергетических объединений СНГ. — 2023. — № 66(6). — С. 536–551. — URL: <https://energy.bntu.by/jour/article/view/2333> (дата обращения: 05.05.2024).
7. Juhola, S. Climate risks to the renewable energy sector: Assessment and adaptation within energy companies. / S. Juhola, A.-G. Laurila, F. Groundstroem, J. Klein. — DOI: 10.1002/bse.3580 // Business Strategy and the Environment/ 2023. — Т. 33. — № 3. С. 1906–1919. — URL: [https://www.researchgate.net/publication/374217699\\_Climate\\_risks\\_to\\_the\\_renewable\\_energy\\_sector\\_Assessment\\_and\\_adaptation\\_within\\_energy\\_companies](https://www.researchgate.net/publication/374217699_Climate_risks_to_the_renewable_energy_sector_Assessment_and_adaptation_within_energy_companies) (дата обращения: 05.05.2024).
8. Putan, A. Impact of Non-Financial Reporting on Stakeholder Decisions / A. Putan // Ovidius University Annals, Economic Sciences Series, Ovidius University of Constantza, Faculty of Economic Sciences. — Т. 0(2) — С. 849–855. URL: <https://ideas.repec.org/a/ovi/oviste/vxxiii2023i2p849-855.html> (дата обращения: 05.05.2024).
9. Feridun, M. Climate-Related Prudential Risks in the Banking Sector: A Review of the Emerging Regulatory and Supervisory Practices. Sustainability/ M. Feridun, H. Güngör. — DOI: 10.3390/su12135325 / Sustainability. 2020. — Т 12. — № 13. С. 5325. — URL: <https://www.mdpi.com/2071-1050/12/13/5325> (дата обращения: 05.05.2024).

10. Aall, C. Climate Risks of the Transition to a Renewable Energy Society: The Need for Extending the Research Agenda. *Wea. Climate Soc.*, C, Aall, T. Wanvik, and B. Dale, DOI: 10.1175/WCAS-D-21-0055.1 / *Weather, Climate, and Society*. — 2022. — Т. 14. — № 2. — С. 387–397. — URL: <https://journals.ametsoc.org/view/journals/wcas/14/2/WCAS-D-21-0055.1.xml> (дата обращения: 05.05.2024).
11. Manju Prem, S. National innovations in climate resilient agriculture (NICRA): The reservoir of resilience enhancement. *International Journal of Agriculture Extension and Social Development* / S. Manju Prem, G. Jayalekshmi, M. Mohanraj, M. Mohamed Aseemudheen, K. Manobharathi. — DOI: 10.2139/ssrn.4800329 / *SSRN Electronic Journal*. — 2024. — Т. 7. — № 2. — С. 340–346. — URL: [https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract\\_id=4800329](https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=4800329) (дата обращения: 05.05.2024).
12. Chen, W.-J. Agriculture Risks and Opportunities in a Climate-Vulnerable Watershed in Northeastern Taiwan — The Opinions of Leisure Agriculture Operators / W.-J. Chen, J.-F. Jan, C.-H. Chung, S.-C. Liaw. — DOI: 10.3390/su152015025 // *Sustainability*. — 2023. — Т. 15, № 20. — С. 15025. — URL: <https://www.mdpi.com/2071-1050/15/20/15025#> (дата обращения: 05.05.2024).
13. Sobik, B. Climate risk as a key risk for the energy sector / B. Sobik DOI: 10.33119/KNoP.2022.66.4.9 // *Kwartalnik Nauk o Przedsiębiorstwie*. — 2022. — Т. 66. № 4. — С. 141–154. — URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?edn=fnsct> (дата обращения: 05.05.2024).
14. Ashrafi, H. Electricity sector resilience in response to extreme weather and climate-related events: Tools and datasets, H. Ashrafi, T. Parhizkar. — DOI: 10.1016/j.tej.2023.107290 / *The Electricity Journal*. — 2023. — Т. 36, № 6. — С. 107290. — URL: [https://www.researchgate.net/publication/371981535\\_Electricity\\_sector\\_resilience\\_in\\_response\\_to\\_extreme\\_weather\\_and\\_climate-related\\_events\\_Tools\\_and\\_datasets](https://www.researchgate.net/publication/371981535_Electricity_sector_resilience_in_response_to_extreme_weather_and_climate-related_events_Tools_and_datasets) (дата обращения: 05.05.2024).
15. Charalampopoulos, I. A Pathway towards Climate Services for the Agricultural Sector. / I. Charalampopoulos, F. Droulia. — DOI: 10.3390/cli12020018 / *Climate*. — 2024. — Т. 12. — № 2. — С. 18. URL: <https://www.mdpi.com/2225-1154/12/2/18> (дата обращения: 05.05.2024).
16. Гершинкова, Д.А. Климатические риски для производства алюминия в России (на примере объединенной компании "РУСАЛ") / Д.А. Гершинкова, А.В. Спирин, С.Ю. Честной. — DOI: 10.21513/2410-8758-2018-4-19-38 // *Фундаментальная и прикладная климатология*. — 2018. — Т. 4. — С. 19–38. — URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/klimaticheskie-sudebnye-iski-zarubezhnyy-opyt-i-perspektivy-v-rossii/viewer> (дата обращения: 05.05.2024).
17. Ezinwa, E. Climate risk assessment in insurance: A USA and Africa Review / E. Ezinwa, O.G. Odunaiya, C.C. Okoye, E.E. Nwankwo, T. Falaiye. — DOI: 10.30574/ijrsra.2024.11.1.0276 // *International Journal of Science and Research Archive*. — 2024, Т. 11. — № 01. — С. 2072–2081. — URL: [https://www.researchgate.net/publication/378309292\\_Climate\\_risk\\_assessment\\_in\\_insurance\\_A\\_USA\\_and\\_Africa\\_Review](https://www.researchgate.net/publication/378309292_Climate_risk_assessment_in_insurance_A_USA_and_Africa_Review) (дата обращения: 05.05.2024).



18. Крайнова, В.В. Инвентаризация как основной метод фактического контроля в организациях внутреннего водного транспорта / В.В. Крайнова, Р.С. Крайнов. // Научные проблемы водного транспорта. — 2015. — № 42. — С. 199–207. — URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/inventarizatsiya-kak-osnovnoy-metod-fakticheskogo-kontrolya-v-organizatsiyah-vnutrennego-vodnogo-transporta> (дата обращения: 05.05.2024).
19. Едемская, В.А. Климатические риски компаний сферы розничной торговли в Центральном федеральном округе / В.А. Едемская // Природноресурсный потенциал, экология и устойчивое развитие регионов России: Сборник статей XX Международной научно-практической конференции / Под редакцией В.А. Селезнева, И.А. Лушкина. — Пенза: Пензенский государственный аграрный университет, 2022. — С. 53–57. — URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=47995304&pf=1> (дата обращения: 05.05.2024).
20. Кузеванов, В.С. Стратегия производства электрической и тепловой энергии в условиях ограниченного количества топлива. Энергетика / В.С. Кузеванов, С.С. Закожурников, Г.С. Закожурникова, А.А. Каверин. — DOI: <https://doi.org/10.21122/1029-7448-2023-66-3-273-288> / Известия высших учебных заведений и энергетических объединений СНГ. — 2023; Т. 66. № 3. — С. 273–288. — URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/strategiya-proizvodstva-elektricheskoy-i-teplovoy-energii-v-usloviyah-ogranichennogo-kolichestva-topliva/viewer> (дата обращения: 05.05.2024).
21. Apostolou, A. Towards Greening Finance: Integration of Environmental Factors in Risk Management & Impact of Climate Risks on Asset Portfolios / A. Apostolou, M. Papaioannou. — DOI: 10.1111/joes.12525 // MPRA Paper. — 2021. — С. 106779. — URL: <https://mpra.ub.uni-muenchen.de/id/eprint/106779> (дата обращения: 05.05.2024).
22. Пинаев, В.Е. Направления, опыт и перспективы реализации климатических проектов в России / В.Е. Пинаев, В.Н. Ухова, Т.Н. Ледашева. — DOI: <https://doi.org/10.15862/17ECOR223> // Отходы и ресурсы. — 2023. — Т. 10. — № 2. — URL: <https://resources.today/PDF/17ECOR223> (дата обращения: 05.05.2024).
23. Campiglio, E. Climate-related risks in financial assets. Journal of Economic Surveys / Campiglio, E., Daumas, L., Monnin, P., von Jagow, C.J.A. — DOI <https://dx.doi.org/10.1111/joes.12525> // Journal of economic surveys. — Т. 37. — № 3. С. 1–950. — URL: <https://www.researchgate.net/publication/304571748> DOI <http://dx.doi.org/10.3968/8486> (дата обращения: 05.05.2024).
24. Варапаева И.А. Инвестиции в исследования и разработки в отчетности по международным стандартам // Международный бухгалтерский учет. — 2011. — № 15. — С. 19–26. — URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/investitsii-v-issledovaniya-i-razrobotki-v-otchetnosti-po-mezhdunarodnym-standartam> (дата обращения: 05.05.2024).

**Pinaev Vladimir Evgen'evich**

Peoples' Friendship University of Russia named after Patrice Lumumba, Moscow, Russia

E-mail: pinaev-ve@mail.ru

IRID: <https://istina.msu.ru/workers/165381869>

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8943-5462>

RSCI: [https://elibrary.ru/author\\_profile.asp?id=408706](https://elibrary.ru/author_profile.asp?id=408706)

Google Академия: <https://scholar.google.ru/citations?user=WQWJ6vkAAAJ>

**Ukhova Valeria Nikolaevna**

Peoples' Friendship University of Russia named after Patrice Lumumba, Moscow, Russia

E-mail: ukhova.v.n@gmail.com

## **Analysis of physical and transition climate-related risks and review of mitigation measures in various sectors**

**Abstract.** Climate change has serious socio-ecological and economic consequences, and according to scientific research, these consequences are expected to only intensify in the future. The purpose of this study is to identify key aspects of climate risks for economic sectors, as well as to provide recommendations and practical advice on managing these risks in order to increase the resilience of enterprises and reduce the negative impact of climate change on the production activities of industries. In the context of sectoral analysis, the study of risks associated with climate change allows for a deeper understanding of how the climate change process affects various sectors of the economy, how they can adapt to these changes and reduce the negative consequences of their implementation. Research in this area helps businesses and governments develop effective strategies to mitigate the consequences of risk implementation. This article is devoted to the analysis of risks associated with climate change in the context of various industries. The main physical and transition risks, the consequences of their implementation are considered, and measures to mitigate risks and increase the resilience of enterprises to climate change are identified. As part of the study, the authors present an overview of mitigation strategies and innovative approaches aimed at reducing the impact of climatic factors on the production processes of companies in various industries. The article analyzes practical solutions, including the introduction of energy-efficient technologies, modernization of production processes and development of strategies for adaptation to climate change. Analysis and assessment of climate risks is the first step towards reducing their impact on the company's activities. Regular monitoring of regulatory, technological and market changes and proactive response to them is the most effective way to reduce the negative impact of transition risks. The presented analysis allows for a better understanding of the impact of climate change on various industries and the development of effective measures to protect against the negative consequences of climate change.

**Keywords:** climate risks; transition risks; physical risks; greenhouse gases; climate change; mitigation measures; adaptation to climate change