ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО

ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ РЕГУЛИРОВАНИЮ И МЕТРОЛОГИИ

НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ГОСТ Р 71770— 2024

ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ МЕНЕДЖМЕНТ

Методические рекомендации по вопросам адаптации алюминиевой промышленности к изменениям климата

Издание официальное

Москва
Российский институт стандартизации
2024

gost.e-ecolog.ru

Предисловие

1 РАЗРАБОТАН Федеральным государственным автономным учреждением «Научно-исследовательский институт «Центр экологической промышленной политики» (ФГАУ «НИИ «ЦЭПП»)

2 ВНЕСЕН Техническим комитетом по стандартизации ТК 020 «Экологический менеджмент и экономика»

3 УТВЕРЖДЕН И ВВЕДЕН В ДЕЙСТВИЕ Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 2 ноября 2024 г. № 1598-ст

4 ВВЕДЕН ВПЕРВЫЕ

*Правила применения настоящего стандарта установлены в статье 26 Федерального закона от 29 июня 2015 г. № 162-ФЗ «О стандартизации в Российской Федерации». Информация об изменениях к настоящему стандарту публикуется в ежегодном (по состоянию на 1 января текущего года) информационном указателе «Национальные стандарты», а официальный текст изменений и поправок — в ежемесячном информационном указателе «Национальные стандарты». В случае пересмотра (замены) или отмены настоящего стандарта соответствующее уведомление будет опубликовано в ближайшем выпуске ежемесячного информационного указателя «Национальные стандарты». Соответствующая информация, уведомление и тексты размещаются также в информационной системе общего пользования — на официальном сайте Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии в сети Интернет (*gost.e-ecolog.ru

© Оформление. ФГБУ «Институт стандартизации», 2024

Настоящий стандарт не может быть полностью или частично воспроизведен, тиражирован и распространен в качестве официального издания без разрешения Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии

Содержание

1 Область применения 1
2 Нормативные ссылки 1
3 Термины, определения и сокращения 1
4 Общие положения 3
5 Процесс производства алюминия 4
6 Климатические факторы 6
7 Оценка рисков в производственном процессе 10
8 Выявление климатически уязвимых объектов в технологическом процессе 13
9 Рекомендации по мониторингу климатически уязвимых объектов 14
10 Рекомендации по адаптационным мероприятиям 14
Приложение А (справочное) Пример справочной информации из третьего оценочного доклада Росгидромета об изменениях климата и их последствиях на территории Российской Федерации, которая может быть использована для оценки климатических рисков . . . 22
Приложение Б (справочное) Форма журнала регистрации повреждений и/или отклонений от установленных технических характеристик и норм климатически уязвимых объектов вследствие воздействия климатических факторов 23
Библиография 24

Введение

Согласно Шестому оценочному докладу (IPCC, 2021) Межправительственной группы экспертов по изменению климата (МГЭИК), не вызывает сомнений тот факт, что разогрев атмосферы, океана и суши произошел под влиянием человека. В Третьем оценочном докладе МГЭИК (IPCC, 2001) было введено базовое понятие адаптации к изменениям климата, согласно которому адаптация — это приспособление природных и антропогенных систем в ответ на фактическое или ожидаемое воздействие изменений климата или его последствий, которое позволяет снизить вред или использовать благоприятные возможности.

Отмечаемые в последние годы масштабные социально-экономические последствия температурных и барических контрастов, экстремальных осадков и наводнений доказывают растущую уязвимость населения и экономики всего мира к экстремальным погодно-климатическим воздействиям и, соответственно, актуальность и стратегическую значимость планирования мер по адаптации к изменениям климата.

Разработка и реализация оперативных и долгосрочных мер по адаптации являются одними из основных задач климатической политики Российской Федерации, которая определена Климатической доктриной Российской Федерации, утвержденной [1].

Настоящий стандарт разработан в целях реализации Национального плана адаптации мероприятий второго этапа адаптации к изменениям климата на период до 2025 года, утвержденного [2], и направлен на описание подхода к идентификации климатических рисков и разработке адаптационных мероприятий, а также содержит типовые мероприятия по адаптации к изменениям климата, характерные для алюминиевой промышленности.

В рамках настоящего стандарта также рассматриваются физические климатические риски.

НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ МЕНЕДЖМЕНТ

Методические рекомендации по вопросам адаптации алюминиевой промышленности к изменениям климата

Environmental management. Guidelines on adaptation to climate change in the aluminum industry

Дата введения — 2025—01—01

1 Область применения

Методические рекомендации описывают подход к идентификации климатических рисков и разработке мероприятий по адаптации к изменениям климата применительно к алюминиевой промышленности.

Настоящий стандарт может применяться при определении адаптационных потребностей алюминиевой промышленности, а также разработке плана адаптации к изменениям климата как корпоративного, так и отраслевого в сфере промышленного комплекса и внешней торговли.

2 Нормативные ссылки

В настоящем стандарте использованы нормативные ссылки на следующие стандарты:

ГОСТ Р ИСО 14091 Адаптация к изменениям климата. Руководящие указания по оценке уязвимостей, воздействия и риска

ГОСТ Р ИСО 31000 Менеджмент риска. Принципы и руководство

Примечание — При пользовании настоящим стандартом целесообразно проверить действие ссылочных стандартов в информационной системе общего пользования — на официальном сайте Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии в сети Интернет или по ежегодному информационному указателю «Национальные стандарты», который опубликован по состоянию на 1 января текущего года, и по выпускам ежемесячного информационного указателя «Национальные стандарты» за текущий год. Если заменен ссылочный стандарт, на который дана недатированная ссылка, то рекомендуется использовать действующую версию этого стандарта с учетом всех внесенных в данную версию изменений. Если заменен ссылочный стандарт, на который дана датированная ссылка, то рекомендуется использовать версию этого стандарта с указанным выше годом утверждения (принятия). Если после утверждения настоящего стандарта в ссылочный стандарт, на который дана датированная ссылка, внесено изменение, затрагивающее положение, на которое дана ссылка, то это положение рекомендуется применять без учета данного изменения. Если ссылочный стандарт отменен без замены, то положение, в котором дана ссылка на него, рекомендуется применять в части, не затрагивающей эту ссылку.

3 Термины, определения и сокращения

3.1 Термины и определения

В настоящем стандарте применены термины по ГОСТ Р ИСО 14091, а также следующие термины с соответствующими определениями:

Издание официальное

3.1.1

климатический (климатообусловленный) риск: Совместная характеристика вероятности опасных проявлений климатического фактора и его воздействия (в виде вреда или ущерба) на объект этого воздействия, которая выражается в величине ущерба (в натуральном и (или) стоимостном выражении), характерного для повторяемости заданных значений опасного климатического фактора.

Примечание 1 — Оценка климатических рисков предполагает выявление опасных климатических факторов для объекта воздействия, его подверженности этим факторам и уязвимости к ним. Данная оценка включает ретроспективную оценку риска (на основе данных за истекший временной период, превышающий 10 лет) [4].

[[3], пункт 2.5]

3.1.2

климатическая система: Система, в состав которой включаются взаимодействующие между собой атмосфера, гидросфера, криосфера, литосфера и биосфера.

[[3], пункт 2.1]

3.1.3

климатически уязвимый объект: Антропогенный объект или компонент природной системы, функционирование которого зависит от факторов климата и который обладает ограниченной способностью адаптироваться к воздействию этих факторов.

[[4], пункт 2.1]

3.1.4

климатический фактор (фактор климата): Параметр климатической системы (3.1.5), меняющийся под воздействием внутренней динамики климатической системы и (или) в силу воздействий на эту систему внешних факторов (колебания солнечной радиации, изменение химического состава атмосферы, изменение радиационных свойств поверхности и т. д.).

[[3], пункт 2.2]

3.1.5

объект воздействия: Компонент антропогенной или природной системы, функционирование которого зависит от фактора (факторов) климата.

[[3], пункт 2.4]

3.1.6

подверженность: Степень влияния на объект воздействия опасного для этого объекта климатического фактора.

[[3], пункт 2.6]

3.1.7

пороговое (критическое) значение: Значение интенсивности и (или) продолжительности воздействия климатических факторов и их сочетание, превышение которого приведет к потере работоспособности либо ликвидации объекта воздействия, которое определяется с учетом специфики осуществляемой деятельности и надежности используемых сооружений и оборудования.

[[3], пункт 2.7]

3.1.8

субъект адаптации: Федеральный орган исполнительной власти, орган исполнительной власти субъекта Российской Федерации или организация, которые принимают меры по адаптации к изменениям климата в отношении объектов воздействия, находящихся в их ведении (собственности).

[[3], пункт 2.8]

3.1.9

уязвимость: Склонность или предрасположенность к неблагоприятному воздействию, включая чувствительность или восприимчивость к ущербу и ограниченную способность адаптироваться.

[[3], пункт 2.3]

3.2 Сокращения

В настоящем стандарте применены следующие сокращения:

ГАЭС — гидроаккумулирующая электростанция;

ГЭС — гидроэлектростанция;

КУО — климатически уязвимый объект;

ЛЭП — воздушная линия электропередачи;

ОЯ — опасное природное (гидрометеорологическое) явление;

ПЛАС — план по ликвидации аварийных ситуаций;

СФО — Сибирский Федеральный округ;

ТЭС — теплоэлектростанция.

4 Общие положения

Вопросы адаптации к изменениям климата в первую очередь имеют региональную направленность (так как именно географическое положение регионов России характеризуется соответствующими погодно-климатическими воздействиями), но также они важны и для отраслей промышленности, так как соответствующие климатические риски могут оказать существенное воздействие на результат производственной деятельности.

В настоящем стандарте показаны возможные физические климатических риски, характерные для алюминиевой промышленности, в рамках производственного процесса, а также соответствующие мероприятия по адаптации к изменениям климата, направленные на сокращение установленных климатических рисков.

При выявлении климатических факторов, оказывающих негативное влияние на производственный процесс, рекомендуется учитывать частоту повторения, вероятность возникновения и интенсивность (амплитуду) природных явлений.

Согласно рекомендациям МГЭИК, физический риск следует рассматривать как комбинацию трех компонентов: воздействие (или угроза), подверженность и уязвимость. Под воздействием (климатогенная угроза) понимается возможная повторяемость и интенсивность в будущем периоде событий и процессов, вызванных изменением климата, которые могут иметь негативные последствия для подверженных уязвимых объектов. Под подверженностью понимается степень влияния на объект воздействия опасного для этого объекта климатического фактора (см. 3.1.6). Уязвимость представляет собой внутреннее свойство подверженных объектов быть чувствительными к негативным воздействиям изменения климата (см. 3.1.9).

В настоящем стандарте в качестве объекта воздействия рассмотрены климатически уязвимые объекты алюминиевой промышленности, идентифицированные с учетом возможного воздействия климатических факторов в рамках основных и вспомогательных процессов производства, а также отнесенные к соответствующим категориям/подкатегориям объектов в соответствии с Методическими рекомендациями по оценке возможного ущерба от воздействия климатических рисков, в т. ч. рекомендациями по формированию перечня климатически уязвимых объектов в отраслях экономики, в субъектах Российской Федерации [4].

Негативное воздействие климата на человеческие ресурсы не рассматривается в рамках настоящего стандарта.

География алюминиевой промышленности в соответствии с [5]—[7] охватывает Северо-Западный Федеральный округ, Южный Федеральный округ, Сибирский Федеральный округ, Уральский Федеральный округ.

Для оценки климатических рисков конкретного предприятия рекомендуется использовать результаты анализа информации об изменениях климата и их последствиях на территории (в регионе) присутствия предприятия алюминиевой промышленности и/или предприятия по добыче сырья.

Анализ рисков рекомендуется начинать с оценки произошедших изменений климата по сравнению с тем временем, когда климатически уязвимый объект промышленности проектировался, так как отдельные климатические параметры, которые учитывались при проектировании, могут быть уже не актуальны (выходить за принятые границы вариативности).

Представленные в настоящем стандарте перечень климатически уязвимых объектов (таблица 3) и перечень мер по адаптации к изменениям климата (таблица 5) носят рекомендательный характер и могут быть взяты за основу и дополнены предприятиями алюминиевой промышленности при разработке мероприятий по адаптации к изменениям климата, направленных на сокращение установленных ими климатических рисков по отношению к соответствующим климатически уязвимым объектам промышленности.

Мероприятия по адаптации к изменениям климата, приведенные в таблице 5 настоящего стандарта, содержат наилучшие доступные технологии в соответствии с информационно-техническим справочником по наилучшим доступным технологиям ИТС 23—2017 «Добыча и обогащение руд цветных металлов».

5 Процесс производства алюминия

Производство алюминия делится на три основных этапа: добыча алюминийсодержащей руды, переработка ее в глинозем — оксид алюминия и, наконец, получение чистого металла с использованием процесса электролиза — распада оксида алюминия на составные части под воздействием электрического тока. Упрощенная блок-схема производства первичного алюминия получения алюминия представлена на рисунке 1. Подробно процесс производства алюминия описан в [6].

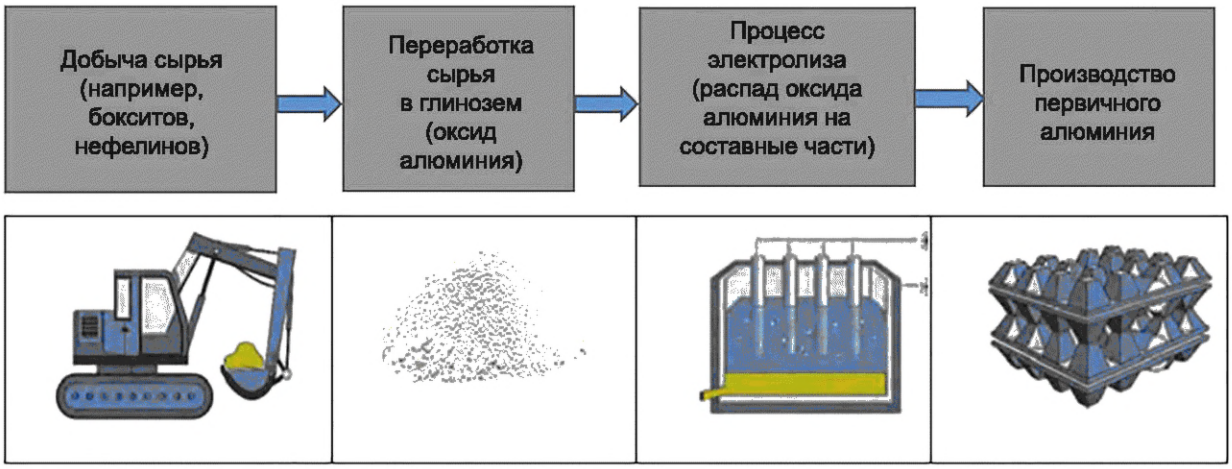

Рисунок 1 — Схема получения алюминия

В мире существуют несколько видов алюминиевых руд. Для производства глинозема преимущественно используют бокситы и нефелины. Бокситы — это горная порода, состоящая в основном из оксида алюминия с примесью других минералов. Боксит считается качественным, если он содержит от 40 % до 60 % и выше оксида алюминия. Нефелины в природе встречаются в виде апатито-нефелиновых пород (апатит — материал из группы фосфорнокислых солей кальция).

Добыча бокситов часто ведется открытым способом — специальной техникой руду «срезают» слой за слоем с поверхности земли и транспортируют для дальнейшей переработки, но если алюминиевая руда залегает очень глубоко, то для ее добычи приходится строить шахты. Добыча апатито-нефелиновых руд осуществляется промышленным подземным или открытым способом.

Способы производства глинозема из различных видов сырья (минералов), содержащего алюминий, основаны на получении алюминатных растворов и их свойстве самопроизвольно разлагаться при снижении температуры и концентрации на гидроксид алюминия и щелочь. Прокаливая гидроксид алюминия при температуре 1000 °С—1200 °С, получают глинозем [8].

Распространенной промышленной технологией получения глинозема является щелочной гидрохимический метод Байера. Оксид алюминия при использовании такого метода добывается из бокситов высших сортов путем разложения (гидролиза) щелочно-алюминатных растворов при высоких температурах с последующим выделением гидроксида алюминия. В результате из полученного раствора осаждается конечный продукт, который после промывки, фильтрования, кальцинации и прокаливания превращается в безводный глинозем [6], [8].

Технология производства глинозема методом спекания включает выполнение спекания руды в печах до появления твердого алюмината. Полученный алюминат выщелачивается с использованием сода-щелочного оборотного раствора. Раствор алюмината разлагается с применением диоксида углерода для получения гидроксида алюминия. Сухая щелочная технология получения глинозема (спекание) позволяет выделять глинозем из низкосортных бокситов, нефелинов и алунитовых руд [6], [8].

При получении глинозема (оксида алюминия, Al_2O_3) остаются посторонние соединения элементов, входящие в состав алюминийсодержащей руды, которые отделяются и образуют шлам (красный шлам[1)] из бокситов/нефелиновый шлам[2)] из нефелинов). Красный и нефелиновый шламы складируют на тщательно изолированных территориях — шламовых полях (или шламохранилищах).

Для процесса электролиза алюминия требуется огромное количество электроэнергии (в пределах 13 000—16 000 кВт на тонну алюминия [8]), поэтому важно использовать возобновляемые и не загрязняющие окружающую среду источники этой энергии. Чаще всего для этого используются гидроэлектростанции — они обладают достаточной мощностью и не имеют выбросов в атмосферу. Например, в Российской Федерации более 95 % алюминиевых мощностей обеспечены гидрогенерацией [7].

Электролизеры соединены последовательно и образуют серию электролизеров. Постоянный ток подается с анодов через электролит и слой металла на катод, а затем — по комплекту проводников на следующий электролизер.

Жидкий алюминий оседает на катоде электролизера. Расплавленный металл периодически извлекается из электролизеров спецковшами и передается в литейное отделение для получения товарной продукции.

В настоящих методических рекомендациях при выявлении климатических рисков использован подход, основанный на выделении производственных процессов и идентификации климатически уязвимых объектов и соответствующих климатических риск-факторов на каждом производственном процессе.

Основные производственные процессы в алюминиевой промышленности с учетом рисунка 1 представлены на рисунке 2.

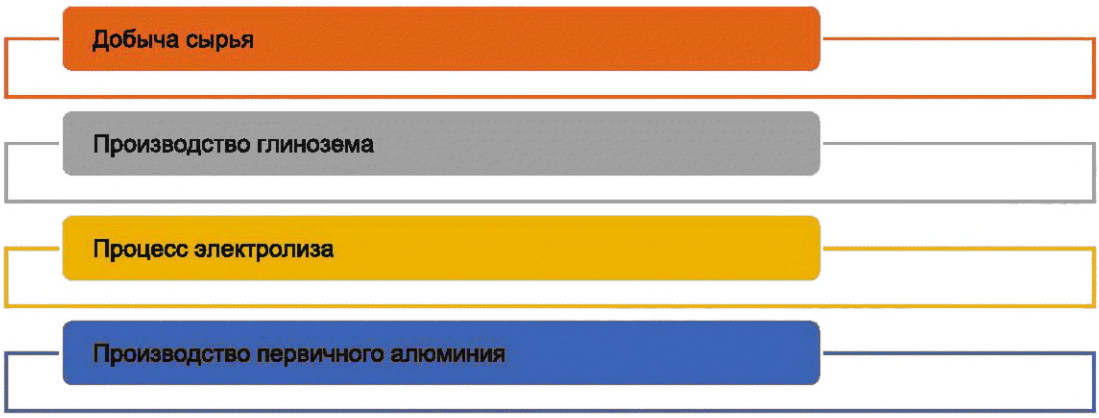

Рисунок 2 — Основные производственные процессы в алюминиевой промышленности

[1)] Красный шлам — это густая масса красно-бурого цвета, состоящая из соединений кремния, железа, титана и других элементов. Красные шламы после выщелачивания бокситов способом Байера обычно складируют на шламовых полях вблизи глиноземных заводов [7].

[2)] Нефелиновый или белитовый шлам (после отмывки) является отходом производства глинозема из нефелинов. Технологией комплексной переработки нефелинового сырья предусматривается его использование как основного компонента шихты для производства цементного клинкера, что существенно сокращает себестоимость не только глинозема, но и цемента [6].

Сопутствующие процессы представлены на рисунке 3.

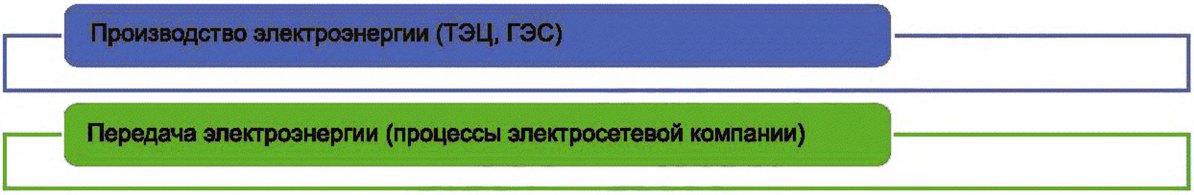

Рисунок 3 — Сопутствующие процессы в алюминиевой промышленности

6 Климатические факторы

Погодно-климатическая зависимость производства алюминия в первую очередь определяется непосредственным воздействием погодных условий на различные этапы производственного процесса [9].

Наименее уязвимо производство в закрытых помещениях (основные переделы производства глинозема, электролиз и плавка алюминия, добыча бокситов шахтным способом и т. д.).

Наиболее уязвимы производства на открытом воздухе — добыча бокситов открытым способом, хранение шлама и отходов, транспортные перевозки и т. д.

Производство алюминия является непрерывным процессом, для которого важно бесперебойное энергоснабжение — длительный перебой в электроснабжении приведет к «замораживанию» электролизных ванн [9]. Поэтому объекты бесперебойного энергоснабжения, подверженные воздействию опасных природных (гидрометеорологических) явлений, также находятся в зоне повышенного риска.

При определении климатических факторов, оказывающих воздействие на производственный процесс, рекомендуется учитывать Типовой перечень и критерии опасных метеорологических явлений Гидрометцентра России[1)]. Примеры пороговых значений ОЯ, опасных для производственного процесса, приведены в таблице 1.

Таблица 1 — Примеры пороговых значений опасных природных (гидрометеорологических) явлений

Наименование ОЯ	Характеристики и критерии или определение ОЯ
Очень сильный ветер	Ветер при достижении скорости при порывах не менее 25 м/с, или средней скорости не менее 20 м/с; на побережьях морей и в горных районах 35 м/с или средней скорости не менее 30 м/с
Ураганный ветер (ураган)	Ветер при достижении скорости 33 м/с и более
Шквал	Резкое кратковременное (в течение нескольких минут, но не менее 1 мин) усиление ветра до 25 м/с и более
Смерч	Сильный маломасштабный вихрь в виде столба или воронки, направленный от облака к подстилающей поверхности
Сильный ливень	Сильный ливневый дождь с количеством выпавших осадков не менее 30 мм за период не более 1 ч
Очень сильный дождь (очень сильный дождь со снегом, очень сильный мокрый снег, очень сильный снег с дождем)	Выпавший дождь, ливневый дождь, дождь со снегом, мокрый снег с количеством не менее 50 мм, в ливнеопасных (селеопасных) горных районах — не менее 30 мм за период времени не более 12 ч
Очень сильный снег	Выпавший снег, ливневый снег с количеством не менее 20 мм за период времени не более 12 ч

1) gost.e-ecolog.ru

Окончание таблицы 1

Наименование ОЯ	Характеристики и критерии или определение ОЯ
Продолжительный сильный дождь	Дождь с короткими перерывами (не более 1 ч) с количеством осадков не менее 100 мм (в ливнеопасных районах с количеством осадков не менее 60 мм) за период времени более 12 ч, но менее 48 ч, или 120 мм за период времени более 2 сут
Крупный град	Град диаметром 20 мм и более
Сильная метель	Перенос снега с подстилающей поверхности (часто сопровождаемый выпадением снега из облаков) сильным (со средней скоростью не менее 15 м/с) ветром и с метеорологической дальностью видимости не более 500 м продолжительностью не менее 12 ч
Сильное гололедно-изморозевое отложение	Диаметр отложения на проводах: гололеда — диаметром не менее 20 мм; сложного отложения или мокрого (замерзающего) снега — диаметром не менее 35 мм; изморози — диаметр отложения не менее 50 мм
Сильный мороз	В период с ноября по март значение минимальной температуры воздуха достигает установленного для данной территории опасного значения или ниже его

Примеры пороговых значений по температуре воздуха, а также информация по граду и грозе в соответствии с [10] приведены в таблице 2.

Таблица 2 — Примеры пороговых значений климатических факторов (температуры, гроза, град)

Показатель климатического фактора	Критические значения показателя и последствия для хозяйственной деятельности
Температура ниже –25 °С	Поломка автомобилей, деформация металлических конструкций или разрыв труб
Частые переходы через 0 °С	Снижение сцепных качеств дорожного покрытия, быстрое старение и разрушение материалов
Температура более +30 °С	Изменения натяжения проводов, нагрев генераторов, образование неровностей на дорогах, сдвиг асфальта. Перепады на 10 °С и более: быстрое старение и разрушение (коррозия) материалов и конструкций
Грозы любой интенсивности	Массовый выход из строя трансформаторных подстанций, недоотпуск электроэнергии потребителям, повреждения электрических систем
Град любой интенсивности	Нанесение ущерба сельскохозяйственным растениям, автотранспорту, жилым объектам, населению

С учетом анализа информации о производственных процессах в алюминиевой промышленности, а также возможных опасных метеорологических явлениях (см. таблицу 1) и климатических факторах (см. таблицу 2) сформирован примерный перечень климатически уязвимых объектов (в рамках соответствующего производственного процесса) с указанием возможных негативных последствий (климатических рисков) для производственного процесса (см. таблицу 3).

Таблица 3 — Перечень климатически уязвимых объектов и оборудования (в рамках соответствующего производственного процесса) алюминиевой промышленности с указанием возможных климатических рисков

Климатический фактор	Климатически уязвимый объект (в рамках производственного процесса)	Возможные негативные последствия (риск) для производственного процесса
Добыча сырья		
Очень сильный дождь; дождь со снегом	Карьеры/шахты, где проводится добыча сырья	Подтопление карьеров/шахт. Реализация риска, связанного с подтоплением карьеров/шахт, может привести к остановке производственного процесса в связи с затоплением участков производства, размытием грунта
Производство глинозема		
Сильные (аномальные) осадки в виде снега или дождя; сильный ветер	Объекты размещения отходов от производства глинозема (шламовые поля/шламохранилища/ хвостохранилища)	Переполнение уровня шлама на объектах размещения отходов от производства глинозема и загрязнение грунтовых вод. Риск прорыва ограждающей дамбы на объектах размещения отходов от производства глинозема и попадания шлама в окружающую среду (грунтовые воды, почву). Сильное запыление на шламовых полях, которое приведет к превышению концентрации загрязняющих веществ в воздухе на территории населенных мест
	Пруды — накопители сточных вод	Переполнение уровня на прудах — накопителях сточных вод. Реализация риска, связанного с переполнением прудов — накопителей сточных вод, может привести к нарушению работы сооружений по очистке сточных вод (ввиду превышения пропускной способности очистных сооружений) и сбросу сточных вод с превышением экологических норм
	Сооружения по очистке сточных вод	Риск нарушения работы (или выхода из строя) сооружений по очистке сточных вод. Реализация риска, связанного с нарушением работы (или выходом из строя) сооружений по очистке сточных вод может привести к сбросу сточных вод с превышением экологических норм
	Здания (производственные цеха) предприятий по производству алюминия алюминиевой промышленности	Остановка производственного процесса в связи с подтоплением зданий и сооружений и производственных объектов, временное прекращение энергоснабжения
Гололед и гололедица; мокрый снег	Открытая промышленная площадка	Риск травматизма сотрудников предприятия, дорожно-транспортных происшествий в связи с гололедом и мокрым снегом
Сильный мороз	Водопроводы; трубопроводы	Риск разрыва водопроводов, трубопроводов в связи с замерзанием при экстремально низких температурах
Повышение среднегодовой температуры	Энерготранспортное сообщение (газопроводы, линии тепло- и электропередачи)	Разрушение газопроводов, линий тепло- и электропередачи в связи с таянием вечной мерзлоты

Продолжение таблицы 3

Климатический фактор	Климатически уязвимый объект (в рамках производственного процесса)	Возможные негативные последствия (риск) для производственного процесса
Процесс электролиза		
Грозы; сильные осадки в виде дождя; сильный ветер; смерч	Оборудование, необходимое для производственного процесса (электролизные ванны-электролизеры)	Риск «замораживания» электролизных ванн по причине выхода из строя источника бесперебойного энергоснабжения вследствие климатического воздействия
Производство электроэнергии		
Грозы; сильные осадки в виде дождя; сильный ветер; смерч	Объекты бесперебойного энергоснабжения (ГЭС, ТЭС)	Риск возникновения аварий на источнике бесперебойного энергоснабжения. Реализация риска, связанного с возникновением аварий на источнике бесперебойного энергоснабжения, может привести к длительному перебою в электроснабжении и к «замораживанию» электролизных ванн
Весенний паводок, сильные осадки в виде дождя	Водохранилища ГЭС	Риск переполнения водохранилища ГЭС в связи с увеличением объема воды в реке, что может привести к затоплению близлежащих территорий и повреждению оборудования ГЭС
Сокращение осадков, засуха	Объекты бесперебойного энергоснабжения (гидроэлектростанции)	Риск сокращения производства электроэнергии ГЭС в связи с недостаточным объемом воды
Увеличение количества дней с аномальными осадками в виде дождя	Плотины, дамбы гидротехнических сооружений	Риск разрушения плотины, дамбы гидротехнических сооружений в связи с сильными осадками и весенним паводком (при превышении уровня воды допустимого значения)
Увеличение количества дней с экстремальной температурой (сильные жара или мороз)	Энергетическое оборудование	Риск выхода из строя энергетического оборудования, которое работает на экстремальных нагрузках (повышается расход энергии на обогрев или кондиционирование, а также расход воды на охлаждение оборудования в жару или пара на его подогрев в мороз)
Передача электроэнергии (процессы электросетевой компании)		
Грозы; град; ураганный ветер; смерч	ЛЭП[1)]	Риски повреждения ЛЭП в связи с сильным ветром (смерч)/грозой/градом (обрывы ЛЭП, обрушение и повреждение опор и металлоконструкций ЛЭП, повреждение воздушных линий электропередачи вследствие «пляски проводов»[2)]) [12], [13], [14], [15]

[1)] ЛЭП — устройство для передачи и распределения электрической энергии по проводам, расположенным на открытом воздухе и прикрепленным к опорным конструкциям с помощью изоляторов и арматуры [11].

[2)] Отказы воздушных линий электропередачи, вызванные влиянием климатических воздействий, составляют порядка 40 %. Самыми тяжелыми являются гололедно-ветровые воздействия [13]. Из основных элементов ЛЭП провода стоят на первом месте по количеству причин отказов воздушных линий [12]. Пляска проводов обычно возникает при сочетании порывистого ветра с односторонним гололедом, мокрым снегом или изморозью, при скоростях ветра 3—25 м/с, направленного под углом 30 °С — 90 °С к оси линии. Наиболее характерными для отечественных энергосистем являются случаи пляски с отложениями гололеда толщиной от 3 до 20 мм. Известны случаи, когда пляска происходила и без гололеда, например при косых ветрах, направленных под острым углом к трассе ВЛ, и сильных ливневых дождях.

Окончание таблицы 3

Климатический фактор	Климатически уязвимый объект (в рамках производственного процесса)	Возможные негативные последствия (риск) для производственного процесса
Сильное гололедно-изморозевое отложение; гололедица; мокрый снег	ЛЭП	Риск возникновения обрыва ЛЭП в связи с гололедно-изморозевыми отложениями и мокрым снегом [14], [15]
Увеличение количества дней с экстремально высокой температурой (более +30 °С)	ЛЭП	Риск аварийных ситуаций при перегреве ЛЭП, что может вызвать прекращение передачи электроэнергии
Типовое производство первичного алюминия		
Увеличение количества дней с экстремально высокой температурой (более +30 °С)	Инфраструктура предприятия	Полная или частичная утрата инфраструктуры вследствие лесных пожаров вблизи территорий промышленных предприятий
В рамках данного процесса имеют место быть климатически уязвимые объекты, подверженные воздействию соответствующих климатических факторов, указанные выше для процесса «производство глинозема»: - открытая площадка промышленного предприятия; - сооружения по очистке сточных вод; - пруды — накопители сточных вод; - водопроводы; - трубопроводы.		

Настоящий перечень климатически уязвимых объектов и оборудования (в рамках соответствующего производственного процесса) алюминиевой промышленности не исчерпывающий и носит рекомендательный характер. Рекомендации по выявлению климатически уязвимых объектов алюминиевой промышленности установлены в разделе 8.

7 Оценка рисков в производственном процессе

7.1 Климатические сценарии

В настоящих методических рекомендациях использован качественный подход по оценке физических рисков на этапах производственных процессов в алюминиевой промышленности.

Для проведения оценки климатических рисков необходима информация об изменениях климата в регионах присутствия производственных объектов. В связи с этим оценка последствий изменения климата и связанных с ними прямых (физических) рисков производится исходя из тех или иных сценариев изменения климата в перспективе до конца XXI века под влиянием антропогенных выбросов парниковых газов (ПГ) в атмосферу [16].

В качестве источника информации о вероятных климатических сценариях используются сценарии социально-экономического развития (SSP, shared socio-economic pathways) [17], [18].

Наряду с SSP существуют прогнозы RCP (Representative concentration pathways, RCPs), представляющие собой репрезентативные траектории изменения концентраций ПГ в атмосфере к концу XXI века: например, RCP 2.6, RCP 4.5, RCP 8.5 [19], [20].

На данный момент с применением интегральных оценочных моделей оценены возможные соответствия сценариев SSP и сценариев RCP, т. е. для каждого сценария рассчитаны показатели ожидаемого усиления парникового эффекта (дополнительного радиационного воздействия) к концу XXI века. Обозначение таких сценариев состоит из названия сценария социально-экономического развития и цифр, отражающих радиационное воздействие (например, SSP1–2.6, SSP2–4.5, SSP5–8.5).

7.2 Моделирование изменения климата

Одним из важных этапов в оценке климатических рисков является моделирование изменения климата. На данном этапе рассчитываются ожидаемые изменения выявленных риск-факторов в будущем

периоде (например, в краткосрочной или среднесрочной перспективе) по сравнению с базовым при различных сценариях антропогенного воздействия.

Для расчета изменения климатических параметров в ближайшие десятилетия целесообразно использовать развитый численный аппарат глобальных моделей земной системы (МЗС), представляющих собой единую модель, включающую такие блоки, как модель общей циркуляции атмосферы и океана, блок морских льдов, блоки атмосферной химии, наземных и морских экосистем, ледников на суше, углеродного цикла и т. д. На сегодняшний день в мире разработано несколько десятков МЗС, с которыми проводятся научные исследования и сравнения. Наиболее актуальным на сегодняшний день проектом по сравнению различных МЗС является шестая фаза проекта CMIP (Coupled model intercomparison project), который включает в себя более 60 моделей (и их разных версий) [21], [22]. Результаты данного проекта лежат в том числе в основе выводов, сделанных в последнем (шестом) отчете Межправительственной группы экспертов по изменению климата (МГЭИК). Кроме того, МЗС с разной степенью успешности воспроизводят те или иные климатические параметры в том или ином регионе [16].

Для оценки изменений факторов климатического риска целесообразно использовать не все климатические модели, а только те, что наилучшим образом воспроизводят климат интересующего региона.

С использованием отобранных моделей профильными специалистами[1)] оцениваются результаты воспроизведения интересующих климатических характеристик в необходимых координатных ячейках, рассчитываются ожидаемые изменения погодно-климатических условий, частоты (вероятности, повторяемости) случаев превышения показателями установленных пороговых значений климатических воздействий, оценивается статистическая значимость выявленных изменений, согласованность изменений по различным моделям, сценарная чувствительность. Таким образом производится прогноз изменений климатических факторов на интересующий горизонт планирования в соответствии с отобранными климатическими сценариями и построение статистической или имитационной модели предприятия, которые содержат информацию о прогнозируемых климатических воздействиях на функционирование объектов в рамках производственного процесса и позволяют оценить существенность и значимость физических рисков и их влияние на финансовые показатели компании [16].

7.3 Расчет климатического риска

О существовании риска можно говорить только в том случае, когда какие-либо объекты, уязвимые перед негативным воздействием, оказываются в зоне, где происходят климатические изменения, способные оказать негативное воздействие на эти объекты.

Так, под величиной риска природных катастроф понимают ущерб, связанный с подобными явлениями, с учетом вероятности их проявления (например, медианное значение функции распределения ущерба, которое определяется функцией распределения того или иного опасного явления и уровнем уязвимости перед этим явлением).

Оценку возможного ущерба от воздействия климатических рисков рекомендуется осуществлять в соответствии с [4].

7.4 Управление климатическими рисками

Предприятию рекомендуется определить стратегию управления климатическими рисками исходя из выявления приоритетных климатических рисков. Для этого возможно построение матрицы приоритизации рисков, представляющей собой координатное поле, образованное[2)] значением вероятности реализации риска (ось абсцисс) и значением потенциального экономического ущерба от реализации риска (ось ординат).

В соответствии с рисунком 4 можно выделить следующие направления по выявлению приоритетных климатических рисков:

- вероятность возникновения конкретного климатического риска мала, тогда действия не требуются (возможна периодическая переоценка риска);
- вероятность возникновения конкретного климатического риска велика, но не повлечет за собой высоких значений экономического ущерба от реализации данного риска, тогда возможные (адаптационные) мероприятия будут заключаться в проведении систематического наблюдения и мониторинга

[1)] Например, специалистами института физики атмосферы им. А.М. Обухова РАН (ИФА РАН).

[2)] Оси выбраны исходя из определения климатического риска (см. 7.3).

соответствующего объема производственного процесса, уязвимого под воздействием климатического фактора, обусловленного данным риском;

- вероятность возникновения конкретного климатического риска мала, но в случае его наступления повлечет за собой высокие значения экономического ущерба от реализации данного риска, тогда действия возможны только по факту наступления риска, рекомендуется заблаговременная выработка плана действий (мероприятий по адаптации) на случай наступления риска;

- вероятность возникновения конкретного климатического риска велика и повлечет за собой высокие значения экономического ущерба от реализации данного риска, тогда необходимы незамедлительные упреждающие действия по адаптации, сразу же после проведения оценки рисков.

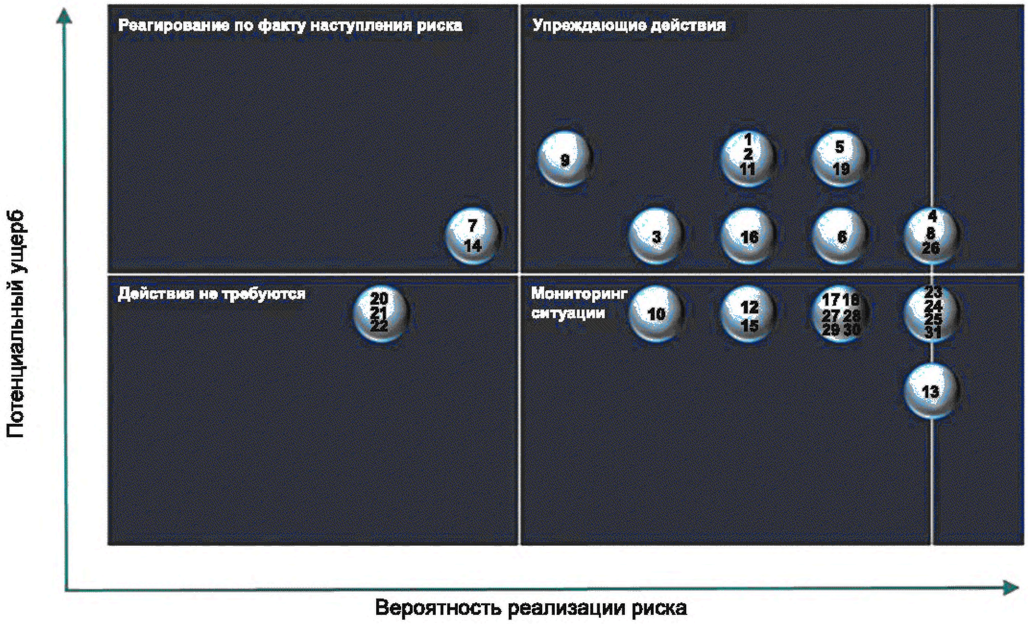

Рисунок 4 — Матрица приоритизации рисков

7.5 Возможные источники информации при оценке климатических рисков

Оценка рисков, связанных с негативными последствиями от влияния климатических факторов на производственный процесс, может проводиться с учетом:

- анализа климатических моделей применительно к территориям, на которых находятся предприятия и производственные объекты алюминиевой промышленности;

- анализа информации об изменениях климата и их последствиях на территории Российской Федерации Федеральной службы по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды (Росгидромета)[1)] (пример — приложение А);

- информации от ФГБУ «Институт глобального климата и экологии имени академика Ю.А. Израэля» (ИГКЭ);

- анализа разработанных алгоритмов по оценке рисков возникновения аварийных ситуаций, например [23];

- действующих методических рекомендаций по оценке климатических рисков и разработки адаптационных мероприятий [3];

- взаимодействия с Институтом физики атмосферы им. А.М. Обухова РАН (ИФА РАН) с целью получения информации по климатическим факторам;

- действующих стандартов по оценке рисков (например, ГОСТ Р ИСО 31000);

[1)] Оценки Росгидромета по различным сценариям изменения климата представлены на официальном сайте Климатического центра Росгидромета — gost.e-ecolog.ru . В общем доступе размещены карты изменения климатических характеристик на территории России (в границах субъектов РФ) по ансамблям глобальных моделей 5 и 6 поколения (CMIP5 и CMIP6), а также на основе региональной модели ГГО Росгидромета.

- действующих стандартов по адаптации к изменениям климата (например, ГОСТ Р ИСО 14091).

Количественная оценка климатических рисков может проводиться с учетом:

- расчета вероятностей реализации рисков [24];
- определения количества часов простоя оборудования, связанного с реализацией риска;
- расчета упущенных (непроизведенных) объемов продукции исходя из часов простоя;
- расчета возможного ущерба от реализации риска с учетом вероятности их реализации.

При проведении оценки рисков рекомендуется обращать внимание на превышение пороговых (критических) значений, характеризующих климатические факторы (см. таблицы 1 и 2).

8 Выявление климатически уязвимых объектов в технологическом процессе

Предприятия алюминиевой промышленности самостоятельно принимают решение об отнесении производственных объектов к климатически уязвимым по результатам проведенной оценки климатических рисков (раздел 7).

При выявлении климатически уязвимого оборудования при производстве алюминия рекомендуется руководствоваться Методическими рекомендациями по оценке возможного ущерба от воздействия климатических рисков, в т. ч. рекомендациями по формированию перечня климатически уязвимых объектов в отраслях экономики, в субъектах Российской Федерации [4].

В рамках основных производственных процессов алюминиевой промышленности рекомендуется определить подверженность и уязвимость энергетического и технологического оборудования воздействию климатических факторов.

В соответствии с информацией, представленной в таблицах 1—3, а также с учетом приложения № 1 к [4] можно выделить подкатегории КУО в алюминиевой промышленности, представленные в таблице 4.

Таблица 4 — Подкатегории климатически уязвимых объектов в алюминиевой промышленности

Код, наименование категорий и подкатегорий объектов с учетом [4]	Названия климатически уязвимых объектов
1.5 Объекты промышленных площадок	Инфраструктура промышленных предприятий
3.1 Объекты обращения с отходами производства	Объекты размещения отходов (например, накопители жидких и твердых отходов промышленности (хвостохранилища, шламохранилища/шламонакопители, шламовые поля)
8.1 Теплоэлектростанции	ТЭС (объекты бесперебойного энергоснабжения для алюминиевой промышленности), энергетическое оборудование
8.4 Гидроэлектростанции	ГЭС (объекты бесперебойного энергоснабжения для алюминиевой промышленности), энергетическое оборудование
10.2 Объекты добывающей промышленности (добыча бокситов)	Карьеры/шахты, где проводится добыча сырья
10.3 Объекты металлургии	Здания (производственные цеха) предприятий алюминиевой промышленности, включая технологическое оборудование, необходимое для производственного процесса (например, электролизер)
11.2 Объекты электрических сетей	ЛЭП
11.3 Объекты сетей водоотведения	Сооружения по очистке сточных вод
12.1.1 Водоподпорные сооружения (плотина, дамба и др.)	Плотины, дамбы

Окончание таблицы 4

Код, наименование категорий и подкатегорий объектов с учетом [4]	Названия климатически уязвимых объектов
12.1.2 Водопроводящие сооружения (трубопровод, канал, шлюз и т. д.)	Водопроводы, трубопроводы
12.1.7 Накопительные сооружения (бассейн, пруд, водохранилище и др.)	Пруды — накопители сточных вод, водохранилище
12.1.8 Прочие гидротехнические объекты	Гидротехнические сооружения накопителей жидких отходов промышленности (хвостохранилища, шламохранилища)

9 Рекомендации по мониторингу климатически уязвимых объектов

Мониторинг технического состояния климатически уязвимых объектов рекомендуется проводить в течение года по следующим категориям:

- работоспособное;
- ограниченно работоспособное;
- аварийное.

Экспертиза промышленной безопасности зданий и сооружений на предприятиях по производству алюминия проводится в соответствии с [25].

Мониторинг оценки уязвимости (чувствительности) климатически уязвимых объектов рекомендуется проводить ответственными лицами в соответствии с правилами эксплуатации данного объекта путем оценки наличия повреждений и/или отклонений от установленных технических характеристик и норм вследствие воздействия климатических факторов.

Мониторинг оценки уязвимости (чувствительности) климатически уязвимого объекта может быть проведен путем визуального осмотра, а также с использованием автоматизированной системы контроля состояния оборудования (при наличии) с применением датчиков контроля состояния оборудования.

Например:

- система мониторинга сейсмологических и сейсмометрических исследований на плотине (ГЭС);
- автоматизированная система по учету и исследованию всех динамических воздействий на плотину (ГЭС);
- автоматизированная система по измерению величины прогиба плотины (ГЭС), который возникает из-за воздействия на сооружение гидростатического давления воды со стороны верхнего бьефа и температурных воздействий окружающей среды.

Результаты мониторинга рекомендуется фиксировать в журнале по форме приложения Б. По результатам мониторинга рекомендуется предпринять мероприятия, направленные на устранение выявленного негативного воздействия климатических факторов на климатически уязвимые объекты, а также мероприятия, направленные на недопущение повторения повреждений/отклонений от установленных технических характеристик и норм.

10 Рекомендации по адаптационным мероприятиям

При разработке адаптационных мероприятий рекомендуется руководствоваться действующими национальными стандартами и нормативными правовыми актами по вопросам адаптации к изменениям климата [3], [10]. В соответствии с [10] для разработки мероприятий по адаптации к изменениям климата необходимо сначала провести оценку климатических рисков (см. раздел 7) и определить адаптационную потребность.

Примерные мероприятия по адаптации к изменениям климата для алюминиевой промышленности, установленные с учетом КУО и направленные на снижение рисков возникновения негативных последствий изменения климата, приведены в таблице 5.

Таблица 5 — Примерные мероприятия по адаптации к изменениям климата для алюминиевой промышленности

Климатически уязвимый объект	Риски	Мероприятия
Добыча сырья		
Карьеры/шахты, где производится добыча сырья	Подтопление карьеров/шахт. Реализация риска, связанного с подтоплением карьеров/шахт может привести к остановке производственного процесса в связи с затоплением участков производства, размытием грунта	Постоянные мероприятия: - прогнозирование погодно-климатических изменений (сильных дождевых осадков, штормов, сильного ветра). Возможные адаптационные меры: обеспечение резервного мобильного парка насосов для дренажа шахтных вод
Производство глинозема		
Объекты размещения отходов от производства глинозема (шламовые поля/шламохранилища/хвостохранилища)	Риск переполнения уровня шлама на объектах размещения отходов от производства глинозема и попадания шлама в окружающую среду (грунтовые воды, почву). Риск прорыва ограждающей дамбы на объектах размещения отходов от производства глинозема и попадания шлама в окружающую среду (грунтовые воды, почву) [26]. Риск превышения концентрации загрязняющих веществ в воздухе на территории населенных мест вследствие сильного запыления на объектах размещения отходов от производства глинозема. Реализация риска, связанного с переполнением объектив размещения отходов (шламовые поля/шламохранилища/хвостохранилища), имеет следующие последствия [27], [28], [29]: - при попадании в почву уничтожаются редкие и многолетние растения; - при сбросе в водоемы, щелочь, находящаяся в красном шламе, наносит повреждения внешним покровам рыб, ракообразных и моллюсков, вызывая массовую гибель, при большой концентрации и различного рода болезни; - негативное воздействие красного шлама на человека: - щелочь, находящаяся в красном шламе, попадая на кожные покровы разъедает, вызывая ожоги, поражая слизистые оболочки;	Постоянные мероприятия: - мониторинг уровня шлама в шламохранилище; - прогнозирование погодно-климатических изменений (сильных дождевых осадков, штормов, сильного ветра), которые могут способствовать переполнению уровня шлама; - проектирование шламохранилища (с учетом моделирования ситуаций, связанных с климатическими воздействиями на поверхность шлама). Возможные адаптационные меры: - применение новых технологий, которые позволяют сократить выделение красного шлама [30]; - утилизация красного шлама и переработка в чугун [31], [32]; - переработка красного шлама и использование[1)] для получения керамики [33]; - переработка красного шлама и снижение щелочности отходов для получения шлама с содой [34]; - переработка шлама для использования в производстве цемента [35]; - сухое складирование крупнотоннажных отходов (красного шлама) [36]; - рекультивация шламохранилища [37]; - переработка нефелинового шлама [38];

[1)] Красный шлам содержит большие количества оксидов железа (отсюда красный цвет), титана, кремния, невыщелоченного остаточного алюминия, а также редкоземельного металла скандия, что переводит красный шлам из категории отходов в разряд ценного техногенного сырья.

Продолжение таблицы 5

Климатически уязвимый объект	Риски	Мероприятия
	- тяжелые металлы, накапливаясь в соединительных тканях, вызывают снижение внимания, задержку умственного развития, повышение агрессивности у детей. Во взрослом теле — увеличивают артериальное давление, мышечные и головные боли, мигрени, приводят к онемению или покалыванию конечностей, ухудшению памяти, поражению внутренних органов (в частности печени и почек), болям в животе, малокровию	- разработка мероприятий по повышению безопасности хвостохранилища (в соответствии с НДТ 41 [39], например на хвостохранилищах, где потенциально существует опасность прорыва ограждающей дамбы, ниже по рельефу сооружают еще одну «страховочную» дамбу из местного грунта для перехвата возможного прорыва основной дамбы)
Пруды — накопители сточных вод, водохранилище	Переполнение прудов — накопителей сточных вод в связи с сильными осадками в виде дождя. Реализация риска, связанного с переполнением прудов — накопителей сточных вод, может привести к нарушению работы сооружений по очистке сточных вод (ввиду превышения пропускной способности очистных сооружений) и сбросу сточных вод с превышением экологических норм	Постоянные мероприятия: - мониторинг уровня сточных вод; - прогнозирование погодно-климатических изменений (сильных дождевых осадков, штормов, сильного ветра), которые могут способствовать переполнению уровня прудов-накопителей сточных вод. Возможные адаптационные меры: - использование сточных вод в системе водооборота шламового хозяйства [40], [41]; - применение технологий физико-химической очистки стоков [42], [43];
Сооружения по очистке сточных вод	Риск нарушения работы (или выхода из строя) сооружений по очистке сточных вод в связи с сильными осадками в виде дождя.	
	Реализация риска, связанного с нарушением работы (или выходом из строя) сооружений по очистке сточных вод, может привести к сбросу сточных вод с превышением экологических норм	- применение мероприятий по предотвращению образования сточных вод (в соответствии с НДТ 21 [39], например, повторное использование воды, проходящей через очистные сооружения); - рециркуляция (повторное использование) сточных вод позволяет значительно снизить объемы сточных вод [41]; - обеспечение резервного мобильного парка насосов для дренажа воды в прудах — накопителях сточных вод
Здания (производственные цеха) предприятий по производству алюминия алюминиевой промышленности	Остановка производственного процесса в связи с подтоплением зданий, сооружений и производственных объектов, временное прекращение энергоснабжения	Постоянные мероприятия: - прогнозирование погодно-климатических изменений, в т. ч. опасных атмосферных явлений; - мониторинг состояния зданий и сооружений на предмет соответствия требованиям [44], [45], [46].

Продолжение таблицы 5

Климатически уязвимый объект	Риски	Мероприятия
		Возможные адаптационные меры: - при строительстве зданий и сооружений учесть уширение подошвы фундаментов здания с помощью устройства монолитных железобетонных обойм или сплошной монолитной плиты между несущими стенами, а также устройство деформационного шва в местах примыкания стен пристроя к стенам здания, усиление кирпичной кладки стен здания и восстановление гидроизоляции [46]; - при строительстве зданий и сооружений учесть [47]
Открытая промплощадка	Риск травматизма сотрудников предприятия, дорожно-транспортных происшествий в связи с гололедом и мокрым снегом	Возможные адаптационные меры: - разработка новых температурных нормативов для дорожных покрытий и расширительных швов мостов [48]; - использование стальной арматуры при строительстве дорог [48]; - повышение уровня размещения дорог, мостов и туннелей выше уровня паводковых наводнений [48]; - использование мелкозернистых асфальтобетонных смесей при строительстве дорог [49]; - использование антигололедных наполнителей в асфальтобетонных смесях при строительстве дорог [49]
Водопроводы, трубопроводы	Риск разрыва водопроводов, трубопроводов в связи с замерзанием при экстремально низких температурах	Постоянные мероприятия: - проведение мониторинга состояния водопроводов, трубопроводов в соответствии с действующими требованиями по эксплуатации на предмет наличия микротрещин, на предмет замерзания; - меры по результатам мониторинга (например, замена водопроводов и трубопроводов, мероприятия по разморозке). Возможные адаптационные меры: - утепление (для этого можно использовать различные материалы: стекло- и каменную вату, пенопласт, вспененный полиэтилен, пенополистирол); - укладка внутри коммуникаций греющего кабеля; - погружение водопровода в землю ниже линии промерзания грунта

Продолжение таблицы 5

Климатически уязвимый объект	Риски	Мероприятия
Энерготранспортное сообщение (газопроводы, линии тепло- и электропередачи)	Разрушение газопроводов, линий тепло- и электропередачи объектов в связи с таянием вечной мерзлоты	Постоянные мероприятия: - геотехнический мониторинг изменений в криолитозоне; - использование мерзлотно-ландшафтной карты (разработанной Институтом мерзлотоведения им. академика П.И. Мельникова СО РАН) при строительстве инфраструктуры на тех территориях, которые менее всего подвержены оттаиванию, которая позволит прогнозировать скорость таяния мерзлоты и определять неподходящие для застройки места
Процесс электролиза		
Оборудование, необходимое для производственного процесса (электролизные ванны — электролизеры)	Риск «замораживания» электролизных ванн по причине выхода из строя источника бесперебойного энергоснабжения вследствие климатического воздействия	Возможные адаптационные меры: - установка промышленных источников бесперебойного питания (при доступности такой технологии); - резервирование источников бесперебойного энергоснабжения
Производство электроэнергии		
Источники бесперебойного энергоснабжения (ТЭС, ГЭС)	Риск возникновения аварий на источнике бесперебойного энергоснабжения. Реализация риска, связанного с возникновением аварий на источнике бесперебойного энергоснабжения, может привести к длительному перебою в электроснабжении и к «замораживанию» электролизных ванн	Постоянные мероприятия: - проведение экспертизы промышленной безопасности зданий и сооружений (ГЭС, ТЭС) в соответствии с действующим законодательством [25]; - разработка и реализация ПЛАСов согласно [50] (в т. ч. проведение оценки рисков возникновения аварийных ситуаций). Возможные адаптационные меры: - мероприятия по реконструкции/модернизации оборудования (в т. ч. применение новых материалов) источника бесперебойного энергоснабжения; - на вновь создаваемых ГЭС необходимо рациональное размещение объектов для исключения возможности затопления; тщательная подготовка дна будущего водохранилища [51]; - обеспечение защищенности гидроэлектростанции (снижение уровней нагрузок, возникающих от опасных явлений): регулирование стока рек, увеличение пропускной способности речного русла (расчистка, углубление, расширение); - установка промышленных источников бесперебойного питания[1)]

[1)] Промышленные источники бесперебойного питания предназначены для обеспечения качественной электроэнергией промышленных объектов. Промышленные бесперебойники разрабатываются с учетом специфики стандартов конкретных отраслей. В качестве объекта может выступать крупный производственный комплекс, цех, станок или другое индустриальное оборудование. Промышленные бесперебойники разрабатываются с учетом специфики стандартов конкретных отраслей.

Продолжение таблицы 5

Климатически уязвимый объект	Риски	Мероприятия
Водохранилища гидроэлектростанции	Риск переполнения водохранилища ГЭС в связи с увеличением объема воды в реке, что может привести к затоплению близлежащих территорий и повреждению оборудования ГЭС	Постоянные мероприятия: - мониторинг уровня воды в реке и на водохранилище; - прогнозирование погодно-климатических изменений (сильных дождевых осадков, штормов, сильного ветра), которые могут способствовать наступлению риска; - использование водосброса
		Возможные адаптационные меры: - в случае подъема уровня воды — использование дополнительных насосов, которые позволят откачать воду из водохранилища, чтобы снизить уровень воды до безопасного; - обеспечение наличия дополнительных насосов на случай реализации риска
Источники бесперебойного энергоснабжения (гидроэлектростанции)	Риск сокращения мощности ГЭС в связи с недостаточным объемом воды	Постоянные мероприятия: - регулирование режима работы ГЭС для оптимизации входного потока. Возможные адаптационные меры: - рассмотреть возможность применения ГАЭС, которые используют замкнутый контур для турбины воды и получения электричества[1] [52]
Энергетическое оборудование	Риск выхода из строя энергетического оборудования[2], которое работает на экстремальных нагрузках вследствие климатического воздействия (экстремальные температуры: сильная жара или мороз)	Возможные адаптационные меры: - модернизация энергетической инфраструктуры, включая повышение надежности систем охлаждения ТЭС; - использование ВИЭ: малых ГЭС, ветро- и гелиоустановок
Плотины, дамбы гидротехнических сооружений	Риск разрушения плотины, дамбы гидротехнических сооружений в связи с сильными осадками и весенним паводком (при превышении уровня воды допустимого значения)	Постоянные мероприятия: - мониторинг уровня воды в реке и на водохранилище; - прогнозирование погодно-климатических изменений (паводков, сильных дождевых осадков, штормов, сильного ветра), которые могут способствовать наступлению риска; - мониторинг состояния плотины (например, автоматизированная система по учету и исследованию всех динамических воздействий на плотину (ГЭС)); - в случае критической ситуации на ГЭС могут быть введены аварийные меры, такие как открытие дополнительных шлюзов для слива воды

[1] В случае ГАЭС наполнение водохранилища происходит за счет работы агрегатов самой станции в насосном режиме. Это могут быть как обратимые гидрогенераторы, так и комплекс генераторов и насосов.

[2] При работе энергетического оборудования в условиях экстремальных температур (сильная жара или мороз) повышается расход энергии на обогрев или кондиционирование, а также расход воды на охлаждение оборудования в жару или пара на его подогрев в мороз.

Продолжение таблицы 5

Климатически уязвимый объект	Риски	Мероприятия
		Возможные адаптационные меры: - разработка дополнительных автоматизированных методов мониторинга плотины с целью выявления негативных воздействий на плотину (например, автоматизированная система по измерению величины прогиба плотины (ГЭС), который возникает из-за воздействия на сооружение гидростатического давления воды со стороны верхнего бьефа и температурных воздействий окружающей среды); - работы по укреплению дамбы и оборудования на ГЭС (например, по результатам мониторинга), чтобы они могли выдержать дополнительную нагрузку во время паводка
Передача электроэнергии (процессы электросетевой компании)		
ЛЭП	Риски повреждения ЛЭП в связи с сильным ветром (смерч)/грозой/градом (обрывы ЛЭП, обрушение и повреждение опор и металлоконструкций ЛЭП, повреждение воздушных линий электропередач вследствие «пляски проводов»)	Постоянные мероприятия: - мониторинг состояния ЛЭП; - прогнозирование погодно-климатических изменений (паводков, сильных дождевых осадков, штормов, сильного ветра), которые могут способствовать наступлению риска. Возможные адаптационные меры: - применение более прочных элементов для сооружения ЛЭП, а также установка опор в дополнение к уже существующим, использование современных высокоэффективных конструкций для защиты проводов ВЛ от ветровых воздействий; - в связи с тем, что благоприятными условиями для возникновения интенсивной пляски являются ровная открытая местность и вершины холмов, предлагаются меры по установке ЛЭП вблизи высокой застройки, леса, сильно изрезанного рельефа местности, закрывающих участки трассы ВЛ от ветра (что, соответственно, снижает вероятность пляски проводов).

Окончание таблицы 5

Климатически уязвимый объект	Риски	Мероприятия
ЛЭП	Риск возникновения обрыва ЛЭП в связи с гололедно-изморозевыми отложениями и мокрым снегом. Реализация риска, связанного с обрывом ЛЭП из-за отложений льда или налипания мокрого снега, приведет к прекращению передачи электроэнергии	Постоянные мероприятия: - прогнозирование погодно-климатических изменений, которые могут способствовать наступлению риска; - профилактический обогрев ЛЭП, плавка снега. Возможные адаптационные меры: - использование специальных антикоррозийных составов для целей защиты линий электропередач, обеспечивающие увеличение срока эксплуатации оборудования; - применение более прочных элементов для сооружения ЛЭП, а также установка опор в дополнение к уже существующим, системы раннего обнаружения гололеда, снегоотталкивающие провода, использование грузов-ограничителей и снегоотталкивающих колец, а также инновационных методов борьбы с обледенением проводов
	Риск возникновения аварийных ситуаций при перегреве ЛЭП (в связи с возникновением экстремально высоких температур). Реализация риска, связанного с перегревом ЛЭП, может привести к прекращению передачи электроэнергии	Возможные адаптационные меры: - применение более прочных элементов для сооружения ЛЭП, а также установка опор в дополнение к уже существующим; - использование современных высокоэффективных конструкций для защиты проводов ВЛ; - выполнение регламентов по обслуживанию и эксплуатации элементов системы электроснабжения; - своевременная замена предаварийных опор и проводов
Типовое производство первичного алюминия		
Инфраструктура промышленных предприятий	Риск полной или частичной утраты инфраструктуры вследствие лесных пожаров вблизи территорий промышленных предприятий (в период экстремально высоких температур)	Возможные адаптационные меры: - взаимодействие с заинтересованными сторонами (в т. ч. МЧС) в части: - мероприятий по лесовосстановлению; - применения систем быстрого реагирования на локализации очагов пожаров; - разработки и применения системы мониторинга лесных пожаров [53]

Оценку возможного ущерба от воздействия климатических рисков рекомендуется осуществлять в соответствии с [4].

Настоящий перечень мероприятий по адаптации к изменениям климата для алюминиевой промышленности не исчерпывающий и носит рекомендательный характер. Предприятия алюминиевой промышленности вправе самостоятельно принимать решение о перечне мер по адаптации к изменениям климата, направленным на сокращение климатических рисков, установленных данными предприятиями, а также с учетом соответствующих климатически уязвимых объектов. В случае, если предприятием выявлены климатически уязвимые объекты, которые находятся в собственности другой организации, но реализация климатического риска на данных объектах может негативно повлиять на процессы производства алюминия, адаптационные мероприятия могут быть разработаны совместными усилиями (организаций, в собственности которых находятся климатически уязвимые объекты).

Приложение А
(справочное)

Пример справочной информации из третьего оценочного доклада Росгидромета об изменениях климата и их последствиях на территории Российской Федерации, которая может быть использована для оценки климатических рисков

На реках, расположенных в верхней части бассейнов Ангары и Иртыша, возросли риски опасных дождевых паводков. Примером этих опасных гидрологических явлений являются наводнения на реках бассейна Верхней Ангары, произошедшие в 2019 г.

Для горной и предгорной частей СФО, где ожидается повышение рисков опасных дождевых паводков, приоритетом являются мероприятия по развитию гидрометеорологического мониторинга в целях увеличения заблаговременности и точности прогнозов наводнений и по снижению их негативных последствий. Происходящие и ожидаемые изменения в водном режиме рек Енисей и Ангара требуют регулярной актуализации правил использования водными ресурсами Ангаро-Енисейского каскада водохранилищ.

Самые заметные последствия изменений температурного режима связаны со значительным потеплением в весенний сезон (1,7°С — 2,0°С).

По результатам климатического моделирования к середине XXI века ожидаются дальнейший рост максимальных температур воздуха и увеличение максимальной длительности волн тепла на пять-шесть дней. Такое изменение температурного режима на территории СФО увеличит вероятность высокой пожароопасности и смерчей, представляющих угрозу как для агрегатов электростанций, так и для ЛЭП.

Аварии на ЛЭП в СФО в основном связаны с сильными ветрами, смерчами, шквалами, грозами. В южных районах округа увеличивается интенсивность грозовой деятельности, в связи с этим возрастает риск аварийных отключений на высоковольтных линиях из-за низкой грозоупорности воздушных линий.

При проектировании и эксплуатации ТЭС и ЛЭП необходимо принимать во внимание наблюдаемое и ожидаемое изменение значений специализированных климатических параметров.

Приложение Б
(справочное)

Форма журнала регистрации повреждений и/или отклонений от установленных технических характеристик и норм климатически уязвимых объектов вследствие воздействия климатических факторов

Дата	Климатический фактор (с указанием соответствующего показателя, характеризующего климатический фактор)[1)]	Название (обозначение) климатически уязвимого объекта	Повреждения	Отклонения от установленных технических характеристик и норм	Мероприятия по устранению выявленных повреждений/ отклонений от установленных технических характеристик и норм	Ответственные лица и сроки реализации мероприятий	Мероприятия, направленные на недопущение повторения повреждений/ отклонений от установленных технических характеристик и норм	Ответственные лица и сроки реализации мероприятий

[1)] Дополнительно рекомендуется указать превышение порогового (критического) значения климатического фактора (в случае фиксации такого факта), установленного в приложении № 2 к изменениям, которые вносятся в [3], а также в Типовом перечне и критериях опасных метеорологических явлений Гидрометцентра России.

Библиография

[1] Указ Президента Российской Федерации от 26 октября 2023 г. № 812 «Об утверждении Климатической доктрины Российской Федерации»

[2] Распоряжение Правительства Российской Федерации от 11 марта 2023 г. № 599-р «Об утверждении национального плана мероприятий второго этапа адаптации к изменениям климата на период до 2025 года»

[3] Приказ Министерства экономического развития от 13 мая 2021 г. № 267 «Об утверждении методических рекомендаций и показателей по вопросам адаптации к изменениям климата»

[4] Приказ Министерства экономического развития от 28 декабря 2023 г. № 927 «Об утверждении Методических рекомендаций по оценке возможного ущерба от воздействия климатических рисков, в том числе рекомендаций по формированию перечня климатически уязвимых объектов в отраслях экономики, в субъектах Российской Федерации и Методических рекомендаций по мониторингу и оценке эффективности и результативности мер по адаптации к изменениям климата»

[5] gost.e-ecolog.ru

[6] Информационно-технический справочник по наилучшим доступным технологиям ИТС 11—2019 «Производство алюминия»

[7] Энциклопедия технологий 2.0: Производство металлов/[гл. ред. Д.О. Скобелев]; ФГАУ «НИИ «ЦЭПП».— Москва; Санкт-Петербург: Реноме, 2022. — 378 с.: ил.

[8] gost.e-ecolog.ru

[9] Гершинкова Д.А., Спирин А.В., Честной С.Ю.//Климатические риски для производства алюминия в России (на примере объединенной компании «РУСАЛ»)//Фундаментальная и прикладная климатология. — 2018. — № 4

[10] Приказ Министерства экономического развития от 28 декабря 2023 г. № 928 «О внесении изменений в приказ Минэкономразвития России от 13 мая 2021 г. № 267 «Об утверждении методических рекомендаций и показателей по вопросам адаптации к изменениям климата»

[11] Монтаж и эксплуатация воздушных линий электропередачи//URL: gost.e-ecolog.ru ? address=lectures/part2/&page=content (дата обращения: 14.06.2021)

[12] Доронина О.И., Шевченко Н.Ю., Бахтиаров К.Н. Оценка надежности воздушных линий электропередачи с учетом климатических факторов//Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. — 2015. — № 9 (часть 2) — С. 226—230

[13] Угаров Г.Г., Шевченко Н.Ю., Лебедева Ю.В., Сошинов А.Г. Повышение эффективности воздушных линий электропередачи напряжением 110—220 кВ в гололедных районах. — М.: Перо, 2013. — 187 с.

[14] Яковлев Л.В. Пляска проводов на воздушных линиях электропередачи и способы борьбы с нею. — М.: НТФ «Энергопрогресс», 2002. — 96 с.

[15] Бобылев П.М., Дыган М.М. Адаптация к изменениям климата: новый вызов развитию электроэнергетики России//Энергетическая политика. — 2020. — № 3.

[16] Чернокульский А.В., Лагошин А.В., Воронина Д.С. Оценка физических рисков изменения климата для компаний. — М.: ГЕОС. — 2022. — 36 с.

[17] Семенов С.М., Гладильщикова А.А. Сценарии антропогенных изменений климатической системы в XXI веке.// Фундаментальная и прикладная климатология. — 2022. — Т8. — № 1. — С. 75—106

[18] Шестой оценочный доклад МГЭИК. Climate Change 2021: the Physical Science Basis, gost.e-ecolog.ru sixth-assessment-report-working-group-i/

[19] Пятый оценочный доклад МГЭИК Synthesis Report: Climate Change 2014 gost.e-ecolog.ru ar5/

[20] Замолодчиков Д.Г. Прогноз роста глобальной температуры в XXI веке на основе простой статистической модели//Компьютерные исследования и моделирование. Том 8, выпуск 2. — 2016, с. 379—390

[21] Климатические модели: эксперименты ученых и прогнозы сценариев будущего. gost.e-ecolog.ru materials/klimaticheskie-modeli-eksperimenty-uchenyh-i-prognozy-scenariev-budushchego

[22] Володин Е.М., Грицун А.С. Воспроизведение возможных будущих изменений климата в XXI веке с помощью модели климата INM-CM5//Известия РАН. Физика атмосферы и океана. — 2020, Т. 56. — № 3. — С. 255—266

[23] Бурцев А.А., Ничепорчук В.В., Симонов К.В. Оценка рисков аварийных ситуаций на гидроэлектростанциях Красноярского края//Журнал Сибирского Федерального Университета. Техника и технологии. — 2008. — № 2

[24] Ведмедь И.Ю. Вероятностный подход к оценке рисков//Электронный научный архив УрФУ. — 2018

[25] Федеральный закон от 21 июля 1997 г. № 116-ФЗ «О промышленной безопасности опасных производственных объектов»

[26] Лескина В. Хвостохранилища без аварий — химера?//Добывающая промышленность. — 2018. — № 4. — С. 162—166

[27] Машенцева И.А., Власова О.С. Анализ негативного воздействия на окружающую среду предприятий по производству алюминия//Инженерный вестник Дона. — № 1(2017) ivdon.ru/ru/magazine/archive/n1y2017/4031

[28] Панарин В.М., Зуйкова А.А., Ивановская Е.Н. Влияние выбросов заводов по производству алюминия на атмосферу//Тульский государственный университет, г. Тула URL:ecooos.ru/biblio/konferencii/sovremennye-problemy-ekologii/28/C.3

[29] Венгрию накрыло красным шламом gost.e-ecolog.ru

[30] Уральские ученые предложили новый способ переработки бокситов gost.e-ecolog.ru , gost.e-ecolog.ru mdpi.com/2075-4701/13/9/1502

[31] Исабаева М.А., Елубой М.А., Толегенов Д.Т., Ахмедиев Д.К. ПГУ имени С.Торайгырова.//Технология утилизации красного шлама — 2019. — С. 17—21

[32] «Ученые ИМЕТ РАН разработали новый способ утилизации опасных отходов алюминиевой промышленности — красного шлама, с получением из него специального сорта чугуна» gost.e-ecolog.ru html, gost.e-ecolog.ru

[33] Вакалова Т.В., Сергеев Н.П., Толегенов Д.Т., Толегенова Д.Ж., Митина Н.А. Перспективы использования красного шлама для получения высокопрочной строительной керамики//Вестник Томского государственного архитектурно-строительного университета. — Т. 26. — 2024. — № 2. — С. 171—184

[34] Исследовательский проект, RemovAL предприятия Огиниш в Ирландии (Aughinish Alumina Ltd. (AAL)) на глиноземном заводе в Ирландии для продвижения существующих технологий устойчивой переработки бокситовых отходов. Отчет о целях устойчивого развития En + group, 2022. С. 21

[35] Исследовательский проект, ReActiv глиноземного завода Огиниш в Ирландии (Aughinish Alumina Ltd. (AAL)) и координируемом Holcim, крупнейшим производителем цемента в Европе по производству цемента с заменой части клинкера модифицированным бокситовым шламом. Отчет о целях устойчивого развития En + group, 2022. С. 21

[36] Дорожная карта компании En + group по оптимизации безопасного хранения бокситового шлама с применением технологии сухого складирования шлама. Отчет о целях устойчивого развития En + group, 2022. С. 21

[37] Рекультивация, повторное использование и переработка бокситового шлама на глиноземном заводе в Огинише (Aughinish Alumina Ltd. (AAL)) в Ирландии. Отчет о целях устойчивого развития En + group, 2022. С. 21

[38] Степанова М.Л., Маркелов Н.А., Гафаров М.Ш., Мейланова М.Н., Васильева М.Н., Никифорова Э.М., Еромасов Р.Г. Комплексное использование нефелинового шлама в производстве строительных материалов// Современные наукоемкие технологии. — 2019. — № 3 (1)

[39] Информационно-технический справочник по наилучшим доступным технологиям ИТС 23—2017 «Добыча и обогащение руд цветных металлов»

[40] Новый ракурс. Отчет об устойчивом развитии. — 2020. — С. 130

[41] Крамарева Т.В., Доброхотова М.В. Применение наилучших доступных технологий в производстве глинозема// Наилучшие доступные технологии. Применение в различных отраслях промышленности. Сборник статей. — 2014. С. 69—81

[42] Проект по закрытому водообороту на Новокузнецком алюминиевом заводе ОК РУСАЛ, в рамках которого была запущена в эксплуатацию система очистных сооружений сточных вод gost.e-ecolog.ru gost.e-ecolog.ru

[43] Управление водными ресурсами ОК РУСАЛ. — 2023. — С. 39, 53—55

[44] Федеральный закон от 18 ноября 1994 г. № 69-ФЗ «О пожарной безопасности»

[45] Федеральный закон от 22 июля 2008 г. № 123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности»

[46] Салимгариева Н.И., Калошина С.В. Негативное влияние подтопления территории городской застройки на состояние зданий и сооружений//Вестник ПНИПУ. Строительство и архитектура. — 2012. — № 1

[47] Приказ Министерства строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации от 16 декабря 2016 г. № 964-пр. (СП 104.13330.2016)

[48] Третий оценочный доклад Росгидромета об изменениях климата и их последствиях на территории Российской Федерации, 2022

[49] Приоритеты климатической адаптации мегаполиса: люди, природа, техника. Алгоритм, стратегия и план действий. Научно-методическое издание. Под ред. Е.Гашо. — М., 2019

[50] Постановление Правительства Российской Федерации от 15 сентября 2020 г. № 1437 «Об утверждении Положения о разработке планов мероприятий по локализации и ликвидации последствий аварий на опасных производственных объектах»

[51] Разина Ю.А., Бельская Е.Н. Анализ последствий гипотетических аварий природно-техногенного характера (на примере Красноярской ГЭС) и мероприятия по их предупреждению//Актуальные проблемы авиации и космонавтики. Промышленная безопасность. — Т.2 — 2017

[52] «Засуха снизила выработку гидроэлектроэнергии до самого низкого уровня за три десятилетия» gost.e-ecolog.ru ru/zasuha-snizila-vyrabotku-gidroelektroenergii-do-samogo-nizkogo-urovnya-za-tri-desyatiletiya.html

[53] Системы мониторинга лесных пожаров ПАО «Ростелеком». Обзор российских практик в сфере низкоуглеродного развития и адаптации к изменениям климата от 23.12.2022 г.

УДК 502.3:006.354 ОКС 13.020.40

Ключевые слова: адаптация к изменениям климата, климатический фактор, климатический риск, климатически уязвимый объект

Технический редактор *В.Н. Прусакова*
Корректор *О.В. Лазарева*
Компьютерная верстка *А.Н. Золотаревой*

Сдано в набор 05.11.2024. Подписано в печать 03.12.2024. Формат 60×84⅛. Гарнитура Ариал.
Усл. печ. л. 3,72. Уч.-изд. л. 2,98.

Подготовлено на основе электронной версии, предоставленной разработчиком стандарта

Создано в единичном исполнении в ФГБУ «Институт стандартизации»
для комплектования Федерального информационного фонда стандартов, 117418 Москва, Нахимовский пр-т, д. 31, к. 2.

gost.e-ecolog.ru gost.e-ecolog.ru

gost.e-ecolog.ru