

НАПРАВЛЕНИЯ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ СИСТЕМЫ ГЕОТЕХНИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА В АРКТИЧЕСКОЙ ЗОНЕ РФ НА БАЗЕ ПРАКТИЧЕСКОГО ОПЫТА ПАО

«ГМК „НОРИЛЬСКИЙ НИКЕЛЬ”»

IMPROVEMENT OF GEOTECHNICAL MONITORING
IN RUSSIA'S ARCTIC BASED ON PRACTICAL EXPERIENCE OF PJSC
«MMC "NORILSK NICKEL"»

Мазурина М. И.

Mazurina M. I.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:

Арктика, геотехнический мониторинг, устойчивое развитие, ESG, риски, управление рисками, Норникель, безопасность зданий и сооружений

KEY WORDS:

Arctic, geotechnical monitoring, sustainable development, ESG, risks, risk management, Nor Nickel, safety of buildings and constructions

АННОТАЦИЯ

Прогнозы МГЭИК и Росгидромета стабильно свидетельствуют о потеплении климата. Особенно быстрые темпы потепления наблюдаются в Арктике и, в частности, на полуострове Таймыр. Потепление климата негативно отражается на состоянии многолетнемерзлых грунтов, снижая их несущую способность, создавая риски для безопасности населения, промышленных и инфраструктурных объектов, экосистем Арктики. Осознавая эти риски, ПАО «ГМК „Норильский никель”» предпринимает активные усилия по созданию системы геотехнического мониторинга зданий и сооружений в зоне ответственности компании. Опыт запуска и внедрения этого инструмента управления физическими рисками в связи с изменением климата позволил компании выявить ряд общесистемных задач, оперативное решение которых критически необходимо для обеспечения надежного процесса управления рисками и принятия качественных управленческих решений на основе анализа больших данных, получаемых в режиме реального времени, о состоянии критически важных для Арктики объектов.

ABSTRACT

IPCC's and Roshydromet's climate forecasts consistently indicate trend for climate warming. Most rapid rates of warming are observed in Arctic and the Taimyr Peninsula in particular. Climate warming has a negative impact on the state of permafrost, reducing its bearing capacity, causing risks for safety of population, industrial and infrastructure facilities, and ecosystems in

Arctic. Aware of these risks, PJSC “MMC “Norilsk Nickel” is undertaking active efforts to establish geotechnical monitoring system for buildings and structures under the company’s area of responsibility. Nornickel’s experience with launching and exploiting such tool for managing physical risks related to climate change has allowed the company to identify a number of system-wide bottlenecks that are critical to be eliminated quickly in order to ensure a reliable risk management practices and ability to make high-quality management decisions based on real-time big data analysis in order to track condition of at least critical objects in Arctic.

МАЗУРИНА М. И.

Главный менеджер Управления обеспечения реализации стратегии в области ESG, отраслевых и вспомогательных производств и функциональных направлений Департамента стратегического планирования ПАО «ГМК „Норильский никель”».

MazurinaMI@nornik.ru

Mazurina M. I.

Senior Manager, Strategic Planning Department, Division for ESG strategy, auxiliary production, industrial and functional strategies, PJSC «MMC «Norilsk Nickel».

MazurinaMI@nornik.ru

Введение

Согласно последней версии опубликованного Росгидрометом «Доклада об особенностях климата на территории Российской Федерации за 2021 г.» среднегодовая аномалия температуры воздуха (отклонение от средних показателей за 1961–1990 гг.) в России составила +1,35 °С, скорость роста осредненной по стране среднегодовой температуры воздуха находилась на уровне +0,49 °С/10 лет, при этом наибольшая скорость роста среднегодовой температуры воздуха (+1,1 °С/10 лет) отмечена на Таймыре. Вследствие теплой погоды в сентябре–октябре на полуострове зафиксирован наиболее значительный сдвиг сроков появления снежного покрова (более 40 дней), а на севере Таймыра — увеличение максимальной за зиму высоты снежного покрова и положительные аномалии скорости ветра. На полуострове наблюдались отрицательные аномалии продолжительности солнечного сияния, а летом — отрицательные аномалии скорости ветра. В целом, с начала 2000-х гг. для России характерна устойчивая тенденция увеличения глубины оттаивания вечной мерзлоты. Около 6 млн км² территории страны (примерно 65 % территории России) покрыто многолетнемерзлыми породами. Данные с площадки CALM в районе г. Норильск свидетельствуют о существенном увеличении мощности сезонно-талого слоя с 29 см в среднем за период 2007–2020 гг. до 41 см в 2021 г. Рост температуры воздуха, числа экстремальных климатических явлений и увеличение мощности сезонно-талого слоя в перспективе создают серьезные риски для безопасности населяющих Норильский промышленный район людей, оказывают негативное влияние на объекты и технологические процессы предприятий горнодобывающей промышленности (карьеры, шахты, гидротехнические сооружения и прочие объекты высокого класса опасности), а также создают проблемы для транспортной инфраструктуры, критически важной для Арктической зоны Российской Федерации (далее — АЗРФ).

Достижения «Норникеля» в области внедрения системы геотехнического мониторинга объектов

в Норильском промышленном районе

Стратегическим приоритетом развития ПАО «ГМК „Норильский никель”» (далее — Норникель) является экологически и инженерно-технически безопасное, а также научно-обоснованное освоение своего основного региона присутствия в АЗРФ. Руководствуясь этим базовым ориентиром и ежегодно анализируя актуальные материалы МГЭИК, Росгидромета, прочих профильных экспертов от научного сообщества, компания проактивно предпринимает усилия по митигации физических рисков в связи с изменением климата, которые на Таймыре возникают в основном из-за таяния многолетнемерзлых грунтов (климатический риск-фактор) и как следствие — снижения их несущей способности. С учетом наметившихся трендов эволюции климата, амбициозных планов освоения Арктики до 2035 г. очевидно, что качественный геотехнический мониторинг критически необходим для всех типов зданий и сооружений, а также подземных инженерных коммуникаций в АЗРФ. Цель геотехнического мониторинга — своевременный контроль несущей способности грунтов оснований, а также выявление сверхнормативного изменения контролируемых параметров для предотвращения перехода инженерно-технических объектов в ограниченно-работоспособное или аварийное состояние. Геотехнический мониторинг является сравнительно наиболее надежным из всех применяемых сегодня в АЗРФ инструментов управления рисками нарушения безопасности населения по причинам ненадежности объектов строительства, аварийной эксплуатации зданий и сооружений, ухудшения состояния экосистем, особенно в контексте развития масштабных инвестиционных проектов и туристических зон в регионе. В 2020–2022 гг. в развитии

геотехнического мониторинга на территории ответственности компании Норникелю удалось добиться следующих ключевых успехов:

1. Организован пилотный пункт фонового наблюдения за состоянием многолетней мерзлоты в муниципальном образовании город Норильск и Таймырском Долгано-Ненецком муниципальном районе, данные с которого в автоматизированном режиме передаются в Центр мониторинга состояния многолетней мерзлоты ФГБУ «Арктический и антарктический научно-исследовательский институт» — один из исполнителей в структуре Росгидромета.
2. Создан и активно развивается на базе ФГБОУ ВО «Заполярный государственный университет им. Н. М. Федоровского» (далее — Университет) Центр компетенций по вопросам многолетней мерзлоты для повышения качества подготовки профильных специалистов, формирования научно-обоснованного подхода к строительству, эксплуатации и контролю состояния зданий и сооружений в криолитозоне, а также выработки модели улучшения качества управленческих решений.
3. Совместно с Университетом разработана концепция организации мерзлотных полигонов на территории ответственности компании, включающая требования к проведению работ по ландшафтному районированию (выявлению особенностей распространения многолетнемерзлых грунтов) и оснащению наблюдательных площадок различными автоматизированными средствами измерений, что в перспективе открывает возможности предоставлять научному сообществу обезличенные данные для изучения.
4. Запущен Центр мониторинга зданий и сооружений в Заполярном филиале Норникеля, включая современный диспетчерский пункт для мониторинга изменений состояний объектов в режиме реального времени.
5. Разработана и внедрена инновационная информационно-диагностическая система автоматизированного мониторинга технического состояния зданий и сооружений Заполярного филиала Норникеля (далее — ИДС ЗФ), позволяющая в дальнейшем использовать получаемую информацию с целью создания не имеющих аналогов прогностических моделей поведения объектов на многолетнемерзлых грунтах:
 - более 600 объектов планируется к охвату,
 - 17 предприятий и более 300 работников уже используют систему,
 - 165 объектов находятся под постоянным автоматизированным мониторингом, по остальным — в настоящее время данные заносятся в ручном режиме с передачей информации в ИДС ЗФ.
6. Установлены более 400 автоматизированных термометрических кос (включая бурение наблюдательных скважин), более 700 инклинометров, более 30 средств измерений температуры и влажности воздуха;
7. Впервые апробированы технологии дистанционного зондирования земли в целях количественной оценки величины вертикальных смещений зданий и сооружений.
8. Для выявления отклонений на основе локальных данных по изменению климата анализируется прогноз изменения температурного режима на срок до 50 лет для региона, предоставленный Институтом физики атмосферы РАН.
9. Усовершенствованы внутренние стандарты Норникеля в области геотехнического мониторинга в направлении включения более широкого и консервативного спектра требований, чем действующие нормативно-правовые акты РФ в аналогичной сфере.

Направления совершенствования работы по созданию российской системы геотехнического мониторинга для Арктической зоны Российской Федерации

Несмотря на очевидный прогресс в инициативном развитии отдельными хозяйствующими субъектами в АЗРФ новых, улучшенных, подходов к управлению физическими рисками в связи с изменением климата, на пути широкомасштабного внедрения качественного геотехнического мониторинга в практику компаний и муниципалитетов в регионе по-прежнему наблюдается ряд не разрешенных до настоящего момента общесистемных сложностей. Практический опыт Норникеля показывает, что для максимально оперативного решения открытых проблемных вопросов необходимо тесное, целенаправленное и ориентированное на четко определенные конечные результаты взаимодействие всех заинтересованных субъектов процесса управления физическими рисками в связи с изменением климата — органов власти всех уровней, специализированных научных и образовательных учреждений, как минимум крупных промышленных компаний с присутствием в АЗРФ и технологических партнеров.

Критически важно решить следующие задачи:

1. Усовершенствовать нормативно-правовую базу РФ в области сохранения многолетней мерзлоты и геотехнического мониторинга объектов, руководствуясь первоочередной задачей — обеспечить владельцев рисков в АЗРФ легитимными, надежными и эффективными инструментами управления физическими рисками в связи с изменением климата, которые основаны на новейших технологиях, а не на опережающем внедрении административно-карательных мер для хозяйствующих субъектов, направленных, наоборот, на отвлечение ограниченных финансовых ресурсов от инициативного решения насущных проблем митигации рисков.
2. Расширить создаваемую Министерством природных ресурсов РФ государственную систему фонового мониторинга многолетнемерзлых грунтов данными геотехнического мониторинга всех хозяйствующих субъектов в АЗРФ, что позволит унифицировать подход к пониманию климатического контекста возникновения технико-производственных рисков, вызванных климатическим риск-фактором, всеми участниками, заинтересованными в обеспечении безопасности людей, инженерно-технических объектов и экосистем в АЗРФ. На начальном этапе пилотного проекта представляется целесообразным организовать интеграцию данных геотехнического мониторинга объектов государственных и муниципальных балансодержателей в общероссийскую информационно-диспетчерскую систему.
3. Распределить четко и прозрачно функциональную ответственность за бизнес-процессы: «Запуск и регулярная эксплуатация информационно-диагностической системы фонового и геотехнического мониторинга на территории РФ», «Совершенствование государственной программы развития НИОКР, направленной на запуск и поддержание качественной работы информационно-диагностической системы геотехнического мониторинга на территории РФ», «Совершенствование проектно-строительной деятельности и разработка методологий оценки физических рисков, вызванных климатическим риск-фактором, в контексте актуальных темпов изменения климата в РФ до 2050 г., прогнозируемых научным сообществом».
4. Максимально оперативно начать актуализировать нормы строительного проектирования как минимум по объектам высокого класса опасности с учетом актуальных на текущий момент и прогнозируемых учеными до 2050 г. темпов снижения несущей способности многолетнемерзлых грунтов, которыми могли бы на местах регулярно руководствоваться владельцы инженерно-технических рисков, вызванных сугубо фактором изменения климата, в целях своевременной идентификации рисков, формирования надежных оценок рисков, разработки качественных инвестиционных программ на базе более глубокого понимания вероятностей возникновения рисков, степени их негативного воздействия и срочности требуемых мер по митигации рисков.
5. Запустить тестирование конкретных действенных инженерно-технических мер адаптации как минимум особо опасных и опасных объектов в АЗРФ к негативным последствиям изменения климата, прогнозируемым в рамках согласованных с научным сообществом и унифицированных в масштабах страны единых климатических сценариев развития РФ до 2050 г. (например, тесты прочности строительных конструкций, материалов на специально оборудованных мерзлотных полигонах) в рамках пилотных проектов профильных федеральных, региональных и муниципальных органов власти, а также компаний, готовых предложить подходящую базу активов, подтвердить удачный практический опыт работы, предоставить квалифицированные кадры.
6. Стимулировать развитие НИОКР, направленных на скорейший запуск компаниями современных систем геотехнического мониторинга и интеграцию получаемых ими данных в единую общероссийскую систему геотехнического мониторинга. Среди ключевых необходимых НИОКР можно выделить следующие: высокоточная спутниковая съемка, широкомасштабное внедрение средств промышленного Интернета вещей в процесс мониторинга зданий и сооружений, развитие технологий машинного обучения и анализа больших данных геотехнического мониторинга в режиме реального времени, 3D модели геологического строения территорий, создание цифровых мерзлотных карт и их своевременная актуализация, построение унифицированных и легитимных климатических прогнозных сценариев для регионов РФ с учетом климатических и геологических особенностей конкретной территории АЗРФ на период как минимум до 2050 г.
7. Разработать способы сертификации цифровых инструментов геотехнического мониторинга, которые в обозримой перспективе неизбежно дополнят ручные инспекции объектов со стороны владельцев физических рисков, подвергающихся многофакторному воздействию климата.
8. Принять меры к устранению экономических и репутационных рисков, а также рисков нарушения информационной безопасности для хозяйствующих субъектов при добровольной передаче данных геотехнического мониторинга в аналогичную общероссийскую систему.
9. Сформировать программы импортозамещения иностранного hard-оборудования (датчики, сенсоры, инклинометры и пр.) и внедрения российского программного обеспечения в процесс геотехнического мониторинга.
10. Максимально активно готовить специалистов, способных обслуживать процессы развития цифровых решений в области геотехнического мониторинга.

11. Разработать в рамках рабочих групп в составе органов власти субъектов РФ, муниципалитетов, компаний, профильных научных учреждений, инженеров-проектировщиков, строительных организаций не номинальные, а действенные четкие и прозрачные дорожные карты и меры адаптации к изменению климата для субъектов РФ в зоне АЗРФ с идентификацией конкретных рисков для хотя бы наиболее подверженных воздействию от изменения климата районов АЗРФ с перечнем способов митигации рисков, бюджетом, ответственными и сроками реализации мероприятий.

Очевидно, что внедрение геотехнического мониторинга в Российской Федерации, особенно в АЗРФ как наиболее уязвимой территории, требует качественно новых подходов к сбору, обработке, анализу данных о климате, геологии и инженерно-техническом состоянии объектов, а также тесного взаимодействия всех указанных сторон по широкому спектру вопросов с привлечением имеющих наиболее богатый практический опыт хозяйствующих субъектов, профильных федеральных органов исполнительной власти, профессиональных и проактивных научно-исследовательских и образовательных организаций, партнеров с достижениями в области развития необходимых технологий, оборудования и материалов.

Норникель открыт к целевому сотрудничеству с заинтересованными в решении вышеуказанных проблем сторонами и готов делиться практическим опытом и наработками в целях устранения любых препятствий на пути создания в АЗРФ современных, эффективных, надежных инструментов управления технико-производственными рисками, вызванными климатическими риск-факторами.

1. Доклад об особенностях климата на территории Российской Федерации за 2021 г., Росгидромет. URL: <https://www.meteorf.gov.ru/images/news/20220324/4/Doklad.pdf>

2. Центр мониторинга состояния многолетней мерзлоты создан в ААНИИИ, 16 марта 2023 г. URL: <https://www.rgo.ru/ru/article/centr-monitoringa-sostoyaniya-mnogoletney-merzloty-sozdan-v-aanii>

1. Report on climate features in the territory of the Russian Federation for 2021, Roshydromet. URL: <https://www.meteorf.gov.ru/images/news/20220324/4/Doklad.pdf>

2. Permafrost monitoring center established at AANII, March 16, 2023, URL: <https://www.rgo.ru/ru/article/centr-monitoringa-sostoyaniya-mnogoletney-merzloty-sozdan-v-aanii>