

14. Spaceweather.com [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://spaceweather.com/> (дата обращения: 20.10.2021).

I.V. Malneva¹, M.D. Dokukin¹, M.A. Anaev², R.Kh. Kalov¹, M.M. Khadzhiev¹

¹High-Mountain Geophysical Institute, Nalchik, malnir@mail.ru

²Main Directorate of the Ministry of the Russian Federation for Civil Defence, Emergencies and Elimination of Consequences of Natural Disasters for the Kabardino-Balkarian Republic, Nalchik, amaga0773@mail.ru

ACTIVITY OF DEBRIS FLOWS AND OTHER HAZARDOUS NATURAL PROCESSES IN KABARDINO-BALKARIAN REPUBLIC IN RECENT YEARS

Abstract. The results of studies of the influence of space weather on the manifestation of debris flows in the Elbrus region and the meteorological conditions of their formation according to the data of the Terskol meteorological station daily for 2016–2021 are presented. Also, it was used materials posted on the Internet, on sites spaceweather.com, tesislebedev.ru. First of all, it is the speed of the solar wind in near-Earth space and the density of protons in it. In this case, the debris flow process is considered as a multicomponent system, the main link in which is the energy continuously supplied from the Sun. It was found that the most dangerous meteorological conditions for the formation of debris flows in the Elbrus region were formed in 2017 and 2019 with a certain activity of the Sun. The most active year was 2017 (this year there was a catastrophic manifestation of debris flows in the Adyl-Su gorge, associated with the of Bashkara Lake outburst, also in the gorge of the Gerkhozhan-Su River. It is noted that the influence of space weather can manifest itself only when the terrestrial natural conditions are prepared for it, which largely determine the activity of hazardous natural processes. The results of the observations make it possible to refine the operational forecasts of debris flows from several days to a week, which is necessary for rational monitoring.

Key words: debris flows; space weather; solar wind; solar flares; proton density; forecast.

СЕКЦИЯ «ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ СТРОИТЕЛЬСТВА ОБЪЕКТОВ В КРИОЛИТОЗОНЕ»

**Брушков А.В.^{1,2}, Дроздов Д.С.³, Дубровин В.А.⁴, Железняк М.Н.⁵,
Осокин А.Б.⁶, Остарков Н.А.⁷, Садуртдинов М.Р.³, Сергеев Д.О.⁸,
Фролов К.Н.⁹**

¹МГУ имени М.В. Ломоносова, геологический факультет, кафедра геокриологии,
г. Москва, brouchkov@geol.msu.ru

²Тюменский государственный университет, г. Тюмень

³Институт криосферы Земли ТюмНЦ СО РАН, г. Тюмень, sciensec@ikz.ru

⁴ФГБУ «Гидроспецгеология», г. Москва, dva946@yandex.ru

⁵Институт мерзлотоведения им. П.И. Мельникова СО РАН, г. Якутск, fe@mpi.ysn.ru

⁶Филиал «Инженерно-технический центр» ООО «Газпром добыча Надым», г. Надым, osokinab@mail.ru

⁷Министерство по развитию Дальнего Востока и Арктики РФ, г. Москва, n.ostarkov@vostokgosplan.ru

⁸Институт геоэкологии им. Е.М. Сергеева РАН, г. Москва, sergeevdo@mail.ru

⁹Министерство энергетики РФ, г. Москва, Frolov@rosenergo.gov.ru

ПРОБЛЕМЫ СОЗДАНИЯ ГОСУДАРСТВЕННОЙ СИСТЕМЫ МОНИТОРИНГА КРИОЛИТОЗОНЫ

Аннотация. Для создания государственной системы мониторинга криолитозоны необходима интеграция существующих сетей наблюдений, как фоновых, так и геотехнического мониторинга, с созданием межведомственного центра. Важна единая, унифицированная с международной, методика наблюдений, включающая определение параметров, необходимых для количественного прогноза состояния многолетнемерзлых грунтов. Мониторинг криолитозоны должен проводиться на стадии инженерных изысканий, проектирования и эксплуатации сооружений, а результаты прогноза ее состояния необходимо учитывать в проектных расчетах оснований и фундаментов и для обеспечения устойчивости зданий и сооружений при эксплуатации.

Ключевые слова: криолитозона; многолетнемерзлые грунты (ММГ); мониторинг; методика наблюдений; параметры мониторинга; прогноз состояния; геотехнический мониторинг (ГТМ).

Современное потепление необходимо учитывать при активном промышленном освоении Арктики. Изменение состояния верхних горизонтов криолитозоны, которая занимает 65% территории России [2] и определяет ключевые условия природной среды, экономической деятельности и жизни местного населения, вызовет потерю устойчивости оснований зданий и инженерных сооружений [1]. Только для Арктической зоны предполагаемый ущерб экономике может быть оценен к 2050 г. в 5–7 трлн руб. [4]. Новое строительство в ближайшие годы может значительно увеличить эти оценки.

Устойчивость криолитозоны к колебаниям климата или влиянию хозяйственной деятельности человека в процессе освоения зависит от температуры толщ, от содержания и распределения в них подземного льда. Анализ причин аварийности сооружений на многолетнемерзлых грунтах (ММГ), даже в условиях относительной стабильности теплового состояния

криолитозоны, свидетельствует, что доля криогенной составляющей в нештатных ситуациях составляет в среднем 30% [4]. Отечественный и зарубежный опыт освоения криолитозоны показал, что в условиях стабильных климатических условий ее территория может успешно осваиваться и быть надежным фундаментом для различных инженерных сооружений и коммуникаций при соблюдении определенных норм и правил, разработанных для этого периода времени [3]. Однако существующие нормы и правила не могут успешно применяться в эпоху климатических перемен, вне зависимости от направленности климатических процессов. Кроме того, действующие нормы проектирования [5] ограничивают наблюдения измерениями температур ММГ и деформаций сооружений, в то время как изменения поверхностных условий – характеристик снежного и растительного покрова, условий увлажнения, содержания воды в слое сезонного оттаивания в значительной степени определяют температурный режим грунтов и являются необходимыми для регулярных наблюдений и выполнения количественного прогноза температуры. Хорошо известно, что влияние на среднегодовую температуру ММГ снежного и напочвенных покровов, разности теплопроводности в талом и мерзлом состоянии грунтов, органического слоя почвы может достигать нескольких градусов. Наблюдения должны быть дополнены мониторингом развития мерзлотных процессов – термокарста, термоэрозии и других, для которых необходимо развитие количественных методов прогноза [3], позволяющих проектировщикам и эксплуатирующим предприятиям обеспечить безопасность различных объектов. Эти наблюдения, как и выполнение температурного прогноза и прогноза развития опасных мерзлотных процессов должны быть включены в действующие строительные правила и соответствующие рекомендации.

Существующая система геокриологического изучения, картирования, фонового и геотехнического мониторинга (ГТМ) многолетнемерзлых толщ на территории Арктики в системе Министерства природных ресурсов и экологии РФ, Министерства науки и высшего образования РФ и РАН отстает от темпов ее освоения. Минстрой России практически не ведет систематических мониторинговых наблюдений в арктической криолитозоне. Это создает условия для развития опасных процессов и экологических катастроф. Сегодня по инициативе Минстроя Республики Саха (Якутия) в г. Якутске проводятся наблюдения за тепловым состоянием зданий и сооружений, что приносит непосредственные результаты и является эффективным методом обеспечения устойчивости оснований и фундаментов.

Изменения теплового состояния криолитозоны под влиянием климатических вариаций происходят на протяжении многих лет, но не достигли своего максимума, что значительно повысило риски в строительстве и недропользовании, возросли эпидемиологические и экологические угрозы на осваиваемых территориях. Возросшие техногенные нагрузки и нарушения условий эксплуатации привели к значительному росту деформаций зданий и

инженерных сооружений в Арктике, доля деформированных объектов достигает 40% и более; отмечается потеря несущей способности оснований даже недавно построенных зданий и сооружений, деформации автомобильных и железных дорог [4]. Средний расчетный срок службы многих городских, муниципальных зданий и промышленных сооружений в Арктике без реконструкции и капитального ремонта значительно превышен.

Сегодня положительный опыт ведения ГТМ есть на объектах ПАО «Газпром» и ПАО «НОВАТЭК» на севере Западной Сибири, у ПАО «Транснефть», на алмазных карьерах АК «АЛРОСА», на Вилуйской ГЭС и других объектах, где аварийность минимальна. Службам мониторинга на этих предприятиях в целом удается своевременно выявлять неблагоприятные ситуации и предотвращать их. Однако и там есть недостатки в анализе данных, выполнении количественного прогноза состояния криолитозоны и разработке эффективных методов управления температурным режимом.

Система фоновых геокриологических наблюдений представлена в различных ведомствах ограниченным числом стационаров и площадками периодического посещения, где наблюдения осуществляются в скважинах недостаточной глубины, оборудованных измерительной аппаратурой, не отвечающей современным требованиям. Неудовлетворительное финансирование мониторинговых работ в Арктике, как и во всей криолитозоне России, отсутствие единых требований к методике, техническим средствам, а также ведомственный подход к решению научных и хозяйственных задач резко снижают эффективность фоновой мониторинга. Несмотря на то, что на объектах добывающих отраслей функционирует система ГТМ, уровень аварийности промышленных объектов и транспортных коммуникаций в целом по стране не достигает необходимых показателей. Недостатком является отсутствие в составе сети ГТМ фоновых площадок для контроля температур ММГ, динамики развития экзогенных процессов, гидрогеологического режима территории. Сеть ГТМ на промышленных объектах необходимо расширить за счет включения в лицензионные соглашения требований по созданию наблюдательной сети и последующей передачи мониторинговой информации в центр сбора. Эти требования должны быть поддержаны на законодательном уровне.

Необходимо объединить существующие сети наблюдений за криолитозоной РАН, Минобрнауки России, муниципалитетов северных городов, ПАО «Газпром», ПАО «Газпром нефть», ПАО «Транснефть», ПАО «НК «Роснефть», ПАО «НОВАТЭК», ПАО «Россети» и других и создать комплексную межведомственную систему мониторинга. Однако ведомства и предприятия сегодня идут по пути создания отдельных сетей наблюдений ГТМ или для анализа теплового состояния мерзлых толщ в природных условиях. Создание сети лишь в природных условиях оставляет вне сферы мониторинга активно осваиваемые и застроенные территории и опасные процессы, непосредственно связанные с проблемами устойчивости зданий и сооружений

в Арктике. В крупных населенных пунктах температура грунтов отличается на 3–6°C от температуры в природных условиях.

Сегодня существует план Минприроды России, в котором создаваемый мониторинг включает фоновую его часть (и лишь «за термическим состоянием», исключая мерзлотные процессы) на основе действующей сети Росгидромета, со ссылкой на уже выполняющиеся институтами РАН международные программы TSP и CALM. Вместо решения важной государственной задачи предлагается лишь расширение существующей фоновой сети.

Однако, по авторитетному мнению авторов публикации, нельзя разделять мониторинг криолитозоны на отдельные составляющие (температура, мерзлотные процессы, основания зданий и сооружений, свойства грунтов и т.д.). Такой практики не существует и в мире. За рубежом геокриологический мониторинг проводится на базе научных и геологических организаций: в США и Канаде – Геологическими службами, в Швейцарии и Норвегии – университетами по государственным программам, в КНР – Академией наук совместно с предприятиями. В нашей стране многолетний опыт такого мониторинга имеют геокриологические научные учреждения и ряд производственных предприятий.

Авторская точка зрения заключается в том, что для организации государственного мониторинга криолитозоны необходимо наделение структуры, отвечающей за него, полномочиями, обеспечивающими создание в Арктике межведомственной системы мониторинга с интеграцией в нее сетей различных ведомств и предприятий, и соответствующими законодательными правами.

В качестве первого и необходимого шага для решения вопроса мониторинга, прогнозирования изменений и разработки эффективных методов стабилизации мерзлоты целесообразно подготовить пилотный региональный проект системы государственного межведомственного мониторинга криолитозоны в виде региональной системы мониторинга ММГ на критических объектах топливно-энергетического комплекса на базе отдельных субъектов РФ, где ММГ занимают значительную часть площади. Пилотными регионами по реализации этого проекта могут выступить Ямало-Ненецкий автономный округ, Ненецкий автономный округ, Красноярский край, Республика Саха (Якутия).

Список литературы

1. Второй оценочный доклад Росгидромета об изменениях климата и их последствиях на территории Российской Федерации. М.: Росгидромет, 2014. 1009 с.
2. Достовалов Б.Н., Кудрявцев В.А. Общее мерзотоведение. М.: Изд-во МГУ, 1967. 404 с.