

ВТОРАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ ГЕОКРИОЛОГОВ РОССИИ

Л. С. Гарагуля, Л. Н. Хрусталева, В. Н. Конищев, В. Т. Балобаев*,
В. В. Баулин**, С. Е. Гречищев***

Московский государственный университет, геол. и геогр. ф-ты, 119899, Москва, Воробьевы горы, Россия

** Институт мерзлотоведения им. П. И. Мельникова СО РАН, 677010, Якутск, Россия*

*** Производственный и научно-исследовательский институт по инженерным изысканиям в строительстве, 105158, Москва, Окружной пр., 9, Россия*

**** Институт криосферы Земли СО РАН, 625000, Тюмень, а/я 1230, Россия*

Подведены итоги Второй конференции геокриологов России, которая получила одобрение широкого круга специалистов по наукам о Земле и явилась логическим продолжением Первой конференции (Московский государственный университет, 1996). В докладах ученых отмечены основные достижения отечественной геокриологии за последние пять лет и сформулированы проблемы на будущее. Статья написана по отчетам руководителей секций на заключительном пленарном заседании конференции.

Геокриология, криолитозона, шельф, результаты, проблемы

THE SECOND CONFERENCE OF RUSSIAN GEOCRYOLOGISTS

L. S. Garagulya, L. N. Khrustaleva, V. N. Konishchev, V. T. Balobaev*, V. V. Baulin**, S. E. Grechishchev***

Moscow State University, Departments of Geology and Geography, 119899, Moscow, Vorobjovy Gory, Russia

** Melnikov Permafrost Institute SB RAS, 677010, Yakutsk, Russia*

*** Industrial and research survey Institute, 105158, Moscow, Okrugnoi passage, 9, Russia*

**** Earth Cryosphere Institute SB RAS, 625000, Tyumen, 1230, Russia*

The results of the Second conference of Russian geocryologists have been summed up. This conference has been met with approval by a wide circle of experts in the Earth sciences and has been a logical continuation of the first conference (Moscow State University, 1996). The main achievement of Russian Geocryology in the last five years have been highlighted and some problems for future in the reports of scientists formulated. The paper is written in accordance with the reports of leaders of conference sections.

Geocryology, cryolithozone, shelf, results, problems

ВВЕДЕНИЕ

В соответствии с решением Первой конференции геокриологов России 6—8 июня 2001 г. в Московском государственном университете им. М. В. Ломоносова состоялась Вторая конференция геокриологов России, созванная МГУ, организациями и учреждениями Министерства образования РФ, Российской академии наук, Министерства природных ресурсов РФ, Госстроя России и других ведомств. В работе конференции приняли участие 284 специалиста от 58 научных, учебных и производственных организаций из 20 городов европейской территории России, Сибири, Забайкалья, Якутии, Дальнего Востока и Крайнего Севера, в том числе от ПНИИИСа, Института мерзлотоведения СО РАН, ВСЕГИН-ГЕО, Научного совета РАН по геокриологии земли, Научного совета РАН по экологии, инженерной геологии и гидрогеологии, НИИОСПа, Института криосферы Земли СО РАН, Фундаментпроекта, Московского государственного строительного университета, Якутского государственного университета, Института физико-химических и биологических проблем РАН, Ин-

ститута географии РАН, ВНИИГ, Санкт-Петербургского государственного университета и других учреждений, а также иностранные специалисты из США, Канады, Франции, Германии и Японии.

Конференция была посвящена широкому кругу проблем, рассмотренных на пяти секциях: физико-химия и механика мерзлых пород, литогенетическая геокриология, динамическая геокриология, региональная и историческая геокриология, инженерная геокриология. Было представлено 186 докладов и сообщений, из них заслушано 124.

Все доклады и сообщения опубликованы в 4 томах трудов конференции [*Материалы Второй конференции геокриологов России. Изд-во МГУ, 2001*].

РАБОТА СЕКЦИЙ

Физико-химическое направление было представлено 21 докладом, в которых излагаются результаты исследований грунтов на микроуров-

не. Среди них необходимо отметить работы научной школы под руководством проф. Э. Д. Ершова. Здесь достигнут значительный прогресс в изучении массопереноса в мерзлых грунтах, содержащих растворенные вещества, нефть и газогидраты помимо минералов, льда и воды.

В докладах К. А. Агутина и др., О. А. Казанского, И. Ю. Видяпина и В. Г. Чеверева показаны существенные достижения в области моделирования процессов переноса вещества в мерзлых породах.

Новые явления — противоток ионов в криогенном миграционном потоке и явление сепарации вещества при промерзании загрязненных грунтов — получили отражение в очень интересных докладах В. Е. Остроумова и Арк. В. Павлова.

Направление механики грунтов представлено семью докладами и содержит информацию по генетической природе прочности, новым методам определения механических характеристик грунтов, газогидратосодержащим осадкам и определению теплопроводности больших массивов мерзлого грунта.

В процессе обсуждения докладов отмечалось, что до настоящего времени отсутствует комплексное решение важнейшей проблемы — определение условий существования незамерзшей воды в мерзлых породах. Если зависимость количества незамерзшей воды от температуры сегодня окончательно установлена, то зависимость ее от приложенного давления пока отсутствует. Это требует проведения дальнейших экспериментальных и теоретических исследований, тематику которых предполагается в ближайшее время обсудить на специальном семинаре.

Литологическая геокриология была представлена 15 докладами по двум направлениям:

— влияние криогенеза на состав и строение криолитогенных и мерзлых толщ;

— генезис пластовых льдов арктической криолитозоны.

По первому направлению в докладе В. Т. Трофимова была подвергнута критике гипотеза, согласно которой одно из основных, важных в практическом отношении свойств лессовых пород — просадочность, является результатом сублимации порового льда из мерзлых пород. Были рассмотрены все известные эксперименты как лабораторные, так и полевые, и сделан вывод о том, что криогенез не является сколько-нибудь заметным фактором формирования просадочных свойств у лессовых пород. Перед мерзлотоведами и инженерами-геологами поставлена задача более детально и основательно подойти к исследованию просадочности в полевых условиях. Вместе с тем из доклада следует, что генезис собственно минерального скелета лессовых пород, в частности, накопление в них крупнопылеватой

гранулометрической фракции, безусловно связан с криогенными факторами в плейстоценовой перигляциальной области, в которой преимущественно и происходило накопление лессовых толщ.

В докладе В. В. Рогова и М. П. Лебедевой-Вербы рассмотрены новые подходы и методические приемы, которые однозначно позволяют выявить роль криогенных процессов в формировании органо-минерального скелета реальных криолитогенных толщ — ледового комплекса Северной Якутии и покровных суглинков Большеземельской тундры. На конкретных примерах показаны возможности растрового электронного микроскопа при изучении морфоскопии крупнопылеватых кварцевых частиц, форма которых зависит от степени воздействия на минеральный скелет криогенных процессов. Разработана специальная компьютерная программа, которая на основании анализа формы и размеров кварцевых частиц скелета криолитогенных толщ позволяет определить степень воздействия процессов криогенеза на различные типы осадочных отложений как в современной, так и плейстоценовой зонах криолитогенеза.

В докладе Г. Ф. Грависа обосновывается ритмично-циклический характер изменения криогенного строения мерзлых толщ по глубине, анализируются закономерности формирования повторно-сегрегационных и напорно-сегрегационных льдов и на этом основании выделяются криоиндикационные признаки различных генетических типов мерзлых толщ.

По второму направлению в докладе С. Н. Булдовича была представлена специальная модель, с помощью которой показано, что в определенных условиях возможно формирование так называемых субмаринных синкриогенных толщ и возникновение достаточно мощных пластовых льдов под дном моря. Этот вывод имеет широкий контекст, поскольку опубликовано уже довольно большое количество работ, обосновывающих этот же вывод на эмпирически-геологическом уровне.

В докладах А. Н. Котова и М. А. Коняхина обосновывается совершенно иной взгляд на генезис пластовых льдов Чукотки (побережье залива Онемен) и восточного побережья Ямала. Было показано, что для этих районов имеется немало оснований считать пластовые льды остатками погребенных глетчеров. Для обоснования этой точки зрения авторы докладов применили современные методы исследования — изотопно-кислородные, криолитологические и другие.

В дискуссии было отмечено, что имеется немало трудностей для более или менее окончательного решения проблемы формирования пластовых льдов арктических низменностей. Возможно, решение этой проблемы следует искать в

более тесной увязке наблюдений криолитологов и мерзлотоведов, с одной стороны, с данными по четвертичной геологии, с другой. Также здесь необходимо более детально учитывать пространственный аспект при конкретном анализе полевых и лабораторных исследований.

В области динамической геокриологии, как показала тематика представленных 28 докладов, научную общественность продолжают волновать длинно- и короткопериодные колебания изменений климата, которые наблюдаются сейчас и наблюдались в прошлом развитии природы Земли. При этом особый интерес вызывает проблема потепления климата, поскольку с ней связано разрушение инфраструктуры и большие материальные потери. Вначале потепление связывали с парниковым эффектом, теперь уже есть много оппонентов у этой теории. Однако для принятия той или иной точки зрения не хватает фактического материала.

В докладе Б. Л. Берии была предпринята попытка с помощью дендрохронологического метода получить картину изменения климата Западной Сибири. Доклад вызвал много вопросов, потому что дендрохронологический метод применяется в данном случае на промежутке времени в несколько сотен лет. Тут много неясного, и вопрос требует доработки. В докладе Ю. В. Мудрова и А. П. Горбунова предпринята попытка показать по остаточным криогенным явлениям в горных системах, как менялся климат в прошлом. Это очень интересный подход, но, как выяснилось при обсуждении, здесь еще не все ясно, поскольку криогенные явления ограничены определенным временным интервалом.

В докладе Н. Г. Обермана имеется много данных об изменении геокриологических условий на различных ландшафтах северо-востока европейской части страны.

В докладе С. Ю. Пармузина и М. Б. Чепурнова рассматриваются возможные изменения температуры мерзлых горных пород на территории Западной Сибири до 2050 г. при линейном тренде температуры воздуха. К сожалению, это очень упрощенная модель. Дело в том, что постоянные тренды на длительный срок для земной системы не типичны, ибо она характеризуется колебательными процессами. Какие-то тренды, безусловно, существуют, но на их фоне происходят более мощные колебательные процессы.

В. Е. Романовский с соавторами предложил рабочую модель динамики мерзлых толщ на основании данных совместных работ Института геофизики Университета Аляски (США) с Институтом мерзлотоведения (Россия). В этих исследованиях вначале были использованы фактические данные для калибровки модели, а затем

модель использовалась для выяснения динамики процесса в будущем.

Фактические данные по изменению мощности мерзлой толщи в Читинской области приведены в докладе Д. М. Шестернева. Эти данные свидетельствуют о потеплении климата, что хорошо согласуется с данными о потеплении климата в Центральной Якутии. Последние приведены в докладах П. П. Гаврильева и С. В. Алексеева с соавторами. Было замечено, что на территории России в средних широтах (45—60 °с.ш.) потепление максимально, а в высоких — минимально. Это противоречит всем радиационно-корреляционным моделям, которые и обосновывали парниковый эффект. Для парникового эффекта такое распределение маловероятно. Сегодня имеется основание считать, что потепление климата связано с циркуляционными атмосферными процессами, а не с парниковым эффектом. Чтобы окончательно выяснить причины потепления нужны дополнительные данные наблюдений за температурой воздуха в различных регионах.

Три доклада на секции были посвящены динамике мерзлых пород на шельфе Баренцева моря и моря Лаптевых. В них предложены математические модели процессов трансгрессии и регрессии моря. К сожалению, эти модели геологически слабо обоснованы.

Большой интерес вызвал доклад В. Е. Тумского, Н. Н. Романовского и Г. С. Тищенко о протаивании мерзлых пород под термокарстовыми озерами. В нем рассмотрен один частный случай — когда образование термокарстовой котловины сопровождается ее обводнением. При этом авторы не указывают, откуда появляется вода (от таяния пород или за счет поверхностного стока в водосборный бассейн), что затрудняет понимание результатов моделирования. Кроме того, известно, что процесс термокарста очень сильно зависит от режима поверхностных и надмерзлотных вод, и термокарстовое озеро постоянно мигрирует по поверхности. Таким образом в Якутии формируются аласы протяженностью несколько километров. К сожалению, предложенная авторами математическая модель процесса не учитывает миграцию термокарстового озера по дневной поверхности.

Региональная и историческая геокриология была представлена 35 докладами, посвященными региональным закономерностям распространения и развития мерзлых толщ, их классификации, а также изложению фактического материала по исследованиям мерзлотных условий в различных регионах криолитозоны России.

Два доклада научной школы под руководством проф. Н. Н. Романовского было посвящено мерзлым породам на шельфе Арктических мо-

рей, что чрезвычайно актуально в связи с поисками и разработкой подводных месторождений нефти и газа. Актуален также доклад С. И. Заболотника, посвященный распространению мерзлых толщ на территории Монголии, через которую сегодня намечено проложить газопровод из России в Китай.

Интересен доклад Барри Роджера и Занг Тенжина, где утверждается, что на Земле не 25 % территории занято мерзлыми породами, а только 17 %. Примерно 20 лет назад подобные цифры были названы и чл.-кор. АН СССР проф. П. Ф. Швецовым.

Большое прикладное значение имеют работы, изложенные в докладах С. А. Игловского и В. Е. Романовского с соавторами, где рассматривается проблема потепления климата и связанная с ней проблема деградации мерзлых толщ на Европейском Севере России, в Республике Саха-Якутия и на Аляске. Это чрезвычайно важные исследования, поскольку от их результатов зависит прогноз устойчивости инженерных сооружений. Интересен также доклад Е. С. Мельникова с соавторами, посвященный мелкомасштабным электронным картам криолитозоны России. Это тематика, как и многие другие, имеет четкую прикладную направленность и порождена потребностями практики сегодняшнего дня.

В области инженерного мерзлотоведения, как показали 25 заслушанных докладов, сегодня исследования ведутся по шести направлениям.

Первое — управление мерзлотной обстановкой на застроенной территории — было представлено докладами В. И. Гребенца, Е. А. Домниковой с соавторами и Л. Н. Хрусталева. В этих докладах убедительно показано, что структура застройки (плотность зданий, дорожной сети и подземных коммуникаций), а также соотношение сооружений, возводимых по первому и второму принципам) и снежная мелиорация оказывают определяющее влияние на динамику мерзлых толщ. Поэтому независимо от направленности и интенсивности мерзлотного процесса в естественных условиях в черте застройки его можно направить в желательную сторону, воздействуя на вышеперечисленные элементы структуры и регулируя снежные отложения (снегозадержание, уборка) на границах и внутри промышленных и городских конгломераций. Действенным средством управления являются также охлаждающие подсыпки, представляющие собой песчаную насыпь с расположенными у ее подошвы парожидкостными термосифонами.

Второе направление — безопасность природно-технических систем в криолитозоне — было представлено пятью докладами, из которых следует остановиться на докладе Я. А. Кроника. Доклад впечатляет приведенными в нем цифрами

по аварийности геотехнических систем за последние 10—12 лет. Так, например, число аварийных зданий в крупных населенных пунктах сегодня достигает 22—70 % от числа эксплуатируемых. Это объясняется тем, что в годы реформ из-за нехватки средств сооружения не ремонтировались и наблюдения за ними не проводились. Опыт показывает, что в криолитозоне за всеми сооружениями должны проводиться регулярные наблюдения для своевременного выявления деформирующихся объектов, установления причин деформаций и принятия мер по их устранению и последующему ремонту.

Третье направление — экология и охрана окружающей среды — представлено пятью докладами, в которых особо следует отметить поднимаемые в них проблемы геоэкологической оценки территории на основе региональных исследований (доклад Н. В. Тумель) и проблемы захоронения в вечной мерзлоте радиоактивных отходов (доклад Э. Д. Ершова с соавторами).

Криолитозона является идеальным местом для создания могильников радиоактивных отходов в силу малой заселенности территории, ничтожной водопроницаемости мерзлых толщ и наличия отрицательной температуры пород, при которой замедляется процесс коррозии металла и за счет этого значительно продлевается срок службы инженерных барьеров. Основываясь на этих принципах, на кафедре геокриологии МГУ под руководством проф. Э. Д. Ершова была разработана картосхема возможных мест захоронения отходов на Азиатском и Европейском Севере России.

Четвертое направление — эффективные способы охлаждения грунтов — было представлено четырьмя докладами. Прослушанные доклады и их обсуждение показали, что сегодня наиболее эффективными средствами охлаждения являются парожидкостные термосифоны. В докладе Р. М. Баясана показано, что конструкции сифонов продолжают совершенствоваться, и сегодня мы имеем опытные образцы, работающие круглогодично.

Пятое направление — новые способы строительства на вечной мерзлоте — было представлено докладом Л. Н. Хрусталева, в котором изложен способ строительства зданий со стабилизацией начального (естественного) положения верхней границы вечной мерзлоты. Этот способ нашел широкое применение в Воркутинском промышленном районе, где с его помощью построено 66 капитальных зданий.

Шестое направление — новые строительные технологии — нашло отражение в докладе Ю. О. Таргуляна с соавторами. Предлагаемый в докладе термовращательный способ погружения металлических трубчатых свай в вечномерзлые

грунты по своей производительности в 5 раз превосходят известные способы и при этом дешевле последних.

РЕШЕНИЕ КОНФЕРЕНЦИИ

Заслушанные на конференции доклады и проведенное по ним обсуждение позволили оценить уровень наших достижений во всех областях отечественной геокриологии. Сегодня мы можем утверждать, что за прошедшие с Первой конференции геокриологов 5 лет, несмотря на сложности материально-технического обеспечения нашей науки, наметился определенный прогресс как в теоретических, так и в прикладных исследованиях. Однако остается еще широкий круг проблем, затребованных практикой и ожидающих своего решения. Главными из них являются следующие.

Разработка физико-химической теории массопереноса в мерзлых, промерзающих и оттаивающих породах с учетом их напряженного и деформированного состояния и составление соответствующих математических моделей процесса.

Исследование массообменных свойств засоленных мерзлых пород и электрокинетических явлений в промерзающих и мерзлых породах.

Разработка методик определения физико-механических свойств и их изучение для мерзлых макронеоднородных и крупнообломочных грунтов.

Развитие экологически безопасных физико-химических приемов стабилизации пород криолитозоны от нежелательных экзогенных процессов и укрепления грунтов оснований.

Исследование поведения различных видов химического загрязнения в породах криолитозоны.

Разработка физико-химических основ устойчивости газогидратов в мерзлых и подстилающих талых породах.

Продолжение исследований сложно-напряженного состояния в мерзлых и оттаивающих породах.

Развитие работ по инженерно-геокриологической и комплексной (геокриологическая, инженерно-геологическая, гидрогеологическая,

экологическая) съемке разного масштаба (1:25 000—1:1 000 000) на территориях первоочередного освоения и инженерных объектах.

Совершенствование методов палеореконструкций температуры поверхности грунтов и мощности криолитозоны.

Изучение взаимосвязей между потеплением климата и развитием деструктивных процессов в криолитозоне.

Разработка научных основ выбора расчетного сценария потепления климата и поиск оптимальных способов обеспечения устойчивости сооружений.

Разработка научного обоснования использования многолетнемерзлых толщ для захоронения радиоактивных отходов.

Разработка методологической базы обоснования безопасности захоронения РАО в многолетнемерзлых горных породах применительно к условиям создания опытно-промышленных объектов, в первую очередь на архипелаге Новая Земля.

Разработка научных основ создания новых способов строительства на многолетнемерзлых грунтах.

Разработка комплекса специализированных геофизических методов оценки современного состояния оснований фундаментов инженерных сооружений в криолитозоне.

Совершенствование способов инженерной защиты территории и сооружений от развития деструктивных геокриологических процессов.

Продолжение разработок новых конструкций фундаментов и технологий строительства, надежно функционирующих при изменениях термического состояния мерзлых грунтов.

Совершенствование методов использования теплонасосной техники в северном строительстве.

Разработка шкалы оценки экологического состояния природной среды в зависимости от динамики природной обстановки и видов техногенного воздействия.

Разработка нормативно-правовых актов комплексного подхода к освоению Севера и созданию системы экологической безопасности.

*Поступила в редакцию
1 июля 2001 г.*