

## НАИБОЛЕЕ ВАЖНЫЕ МЕРОПРИЯТИЯ, ИССЛЕДОВАНИЯ И ДОСТИЖЕНИЯ ЗА 2018 год подробно

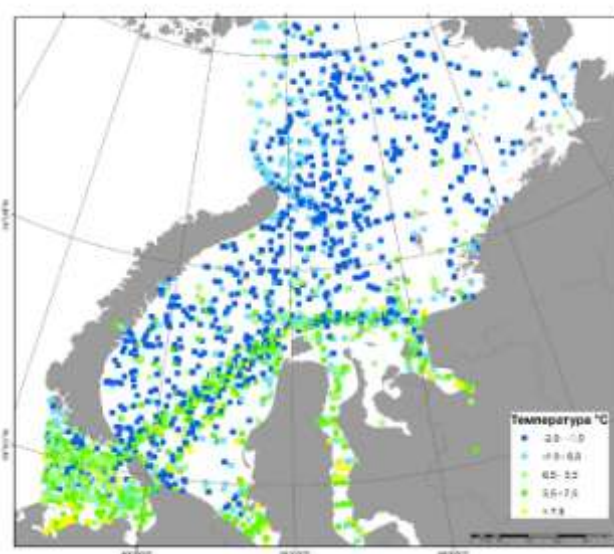
При поддержке the International Permafrost Association IPA/МAM в 2018 г. были организованы международные научные конференции в России и российские ученые приняли участие в международных форумах, где происходил активный обмен информацией и методическими материалами в научной и образовательной областях, а также проводились исследования и публиковались статьи.

\*\*\*\*\*

### Институт криосферы Земли Тюменского научного центра Сибирского отделения Российской академии наук (ИКЗ ТюмНЦ СО РАН, Тюмень) <http://www.ikz.ru/>

Группой ученых (Молокитина Н.С., Нестеров А.Н., Поденко Л.С., Решетников А.М.) впервые получены гидраты диоксида углерода со степенью перехода воды в гидрат более 90 мас% в реакторе без перемешивания. Использовалась добавка анионного поверхностно-активного вещества (додецилсульфат натрия, 0,1 мас %), в присутствии которой рост гидратов  $\text{CO}_2$  стал возможен по капиллярному механизму, известному для роста гидратов углеводородных газов, но никогда прежде не наблюдавшемуся для гидратов  $\text{CO}_2$ . Установлены условия роста гидратов  $\text{CO}_2$  по капиллярному механизму. Полученные результаты важны для понимания физико-химических основ механизма роста газовых гидратов с добавкой поверхностно активных веществ и могут быть использованы для повышения эффективности гидратных технологий хранения, транспортирования и утилизации природных и техногенных газов, включая улавливание  $\text{CO}_2$  из промышленных выбросов и его захоронение в форме гидратов.

Под руководством проф. Васильева А.А. составлена рабочая версия ГИС – ориентированной карты распределения температур морского дна ЮВ части Баренцева и Карского морей. Эта база данных и карта в дальнейшем будут использованы для анализа современных трендов эволюции субаквальной криолитозоны западного сектора Российской Арктики.

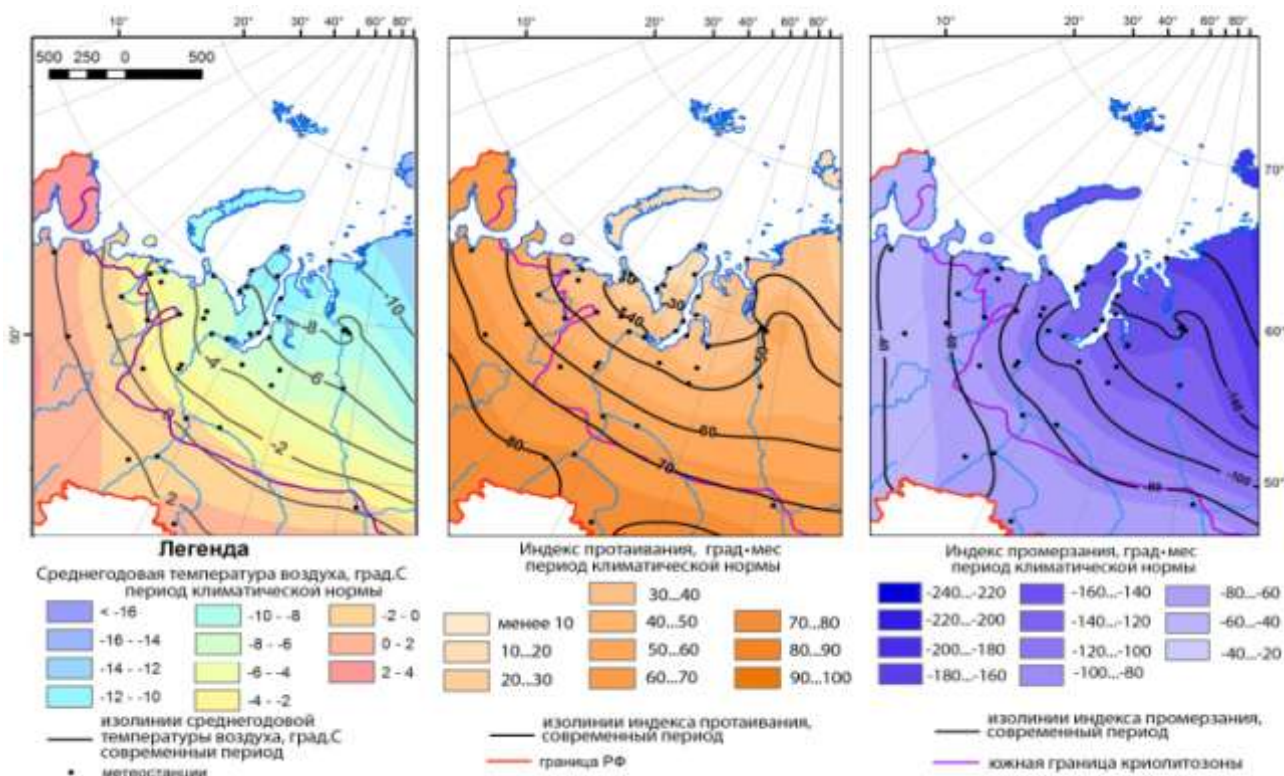


*Карта пространственного распределения температур морского дна ЮВ части Баренцева и Карского морей*

Группой ученых (Курчатова А.Н., Рогов В.В., Слагода Е.А., Таратунина Н.) впервые доказана вертикальная миграция газов в мерзлой толще Арктики (рис.А). Выявлены следы миграции в виде деформаций сдвига ледяных включений и кристаллитов льда с газовыми пузырьками по поверхностям скольжения (рис. Б). Установлено, что импульсная миграция углеводородов вызывает локальные изменения рН/Eh в мерзлой толще, мозаичное проявление процессов сульфат- и железоредукции с участием микробиоты и образование сульфидов, карбонатов, оксидов железа. Вертикальная миграция газа приводит к образованию геохимических аномалий над залежами углеводородов, скоплению глубинных газов (этана, пропана) и биогенного метана как под льдом, так и внутри подземных льдов.



Группой ученых (Дроздов Д.С. Малкова Г.В.) разработаны карты изменения среднегодовой температуры воздуха, индекса протаивания и индекса промерзания в криолитозоне ЕТР и Западной Сибири. Смещение изолиний среднегодовой температуры воздуха одного ранга происходит с ЮЗ на СВ и достигает в различных районах 100...200 км (см.рис.). Для индекса протаивания наблюдается субширотное перемещение изолиний одного ранга примерно на 100-150 км к северу. Изолинии индекса промерзания имеет преимущественно субмеридиональное расположение, но и их смещение за счет климатического потепления в холодный период также существенно и может достигать 200 км в В и ВСВ направлении (см.рис.).



*Изменение климатических параметров в криолитозоне ЕТР и Западной Сибири в период климатической нормы (в среднем за 1960-1990 гг.) – цветная заливка; и в 21 веке (изолинии)*

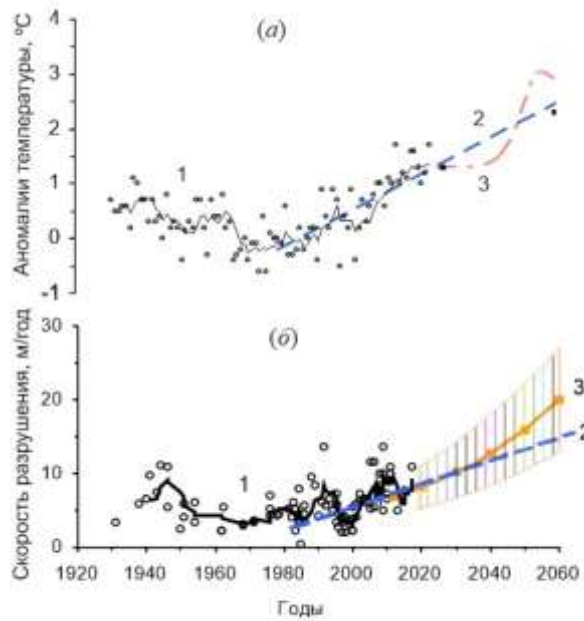
\*\*\*\*\*

**Институт мерзлотоведения им. П.И. Мельникова СО РАН**  
**(ИМЗ СО РАН) <http://mpi.vsn.ru>**  
**2018**

### Наиболее важные научные результаты

1. Разработана прогностическая математическая модель динамики береговой криолитозоны арктических морей России: Лаптевых и Восточно-Сибирского. Темпы разрушения берегов с льдистостью слагающих осадков 30-70% будут изменяться вдоль побережья исследуемых морей в течение первой половины XXI в. от 4-12 м/год в 2015-2020 гг. до 8-26 м/год в 2050 г. (ИМЗ СО РАН, Разумов С.О., лаборатория общей геоэкологии).





*Изменения аномалий средней температуры воздуха сезона оттаивания (июнь-сентябрь) и темпов разрушения льдистых берегов морей Лаптевых и Восточно-Сибирского. Высота берегов 10-20 м, суммарная льдистость слагающих осадков 30-70 %.*

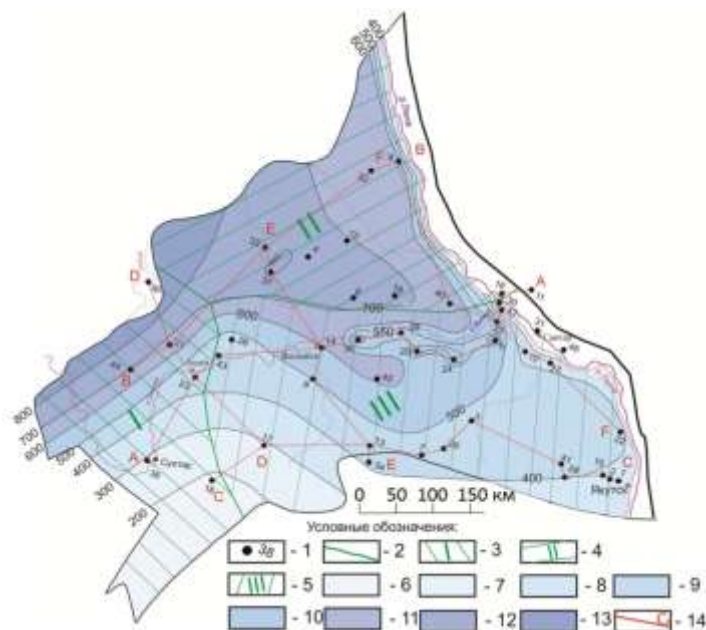
*(а) Аномалии температуры: 1 – измеренные, 2 – прогнозируемые по инерционному сценарию (линейный тренд) климатических изменений, 3 – прогнозируемые по экстремальному сценарию климатических изменений.*

*(б) Скорости разрушения берегов: 1 – измеренные, 2 – линейный тренд, 3 – результаты прогноза средних величин темпов термоабразии и их пространственных вариаций вдоль побережья исследуемых морей. Сплошная черная линия – линейная фильтрация по 5 точкам.*

Материалы опубликованы:

- 1) Разумов С.О. Особенности реакции берегов восточных арктических морей России на климатические изменения // Наука и Мир. 2018. Т. 1. № 9 (61). С. 70-72.
- 2) Разумов С.О. Реакция криогенных берегов восточных арктических морей РФ на экстремальные климатические изменения в первой половине XXI в. // Материалы международной конференции «Анализ, прогноз и управление природными рисками с учетом глобального изменения климата». Геориск-2018. Москва 23-24 октября 2018.

**2.** Выявлены особенности залегания нестационарной мерзлой толщи Вилуйской синеклизы. Составлена карта глубины залегания нижней границы многолетнемерзлой толщи, а также серия мерзлотно-геотермических разрезов. На основании геотермических исследований дана характеристика мощности многолетнемерзлой толщи (ММТ) на площади отдельных месторождений, тектонических структур и в пределах Вилуйской синеклизы в целом. Установлено, что мощность мерзлых толщ изменяется в широких пределах от 45 до 820 метров и имеет тенденцию к сокращению в восточном направлении. Это обусловлено повышением в этом же направлении внутриземного теплового потока и особенностями палеогеографических условий территории. Отмечено, что даже в пределах месторождений и небольших структур отмечаются значительные колебания глубины залегания подошвы ММТ, достигающие 200 метров (ИМЗ СО РАН, Семенов В.П., лаборатория геотермии криолитозоны).



*Карта глубины залезания нижней границы многолетнемерзлой толщи на территории Вилюйской синеклизы*

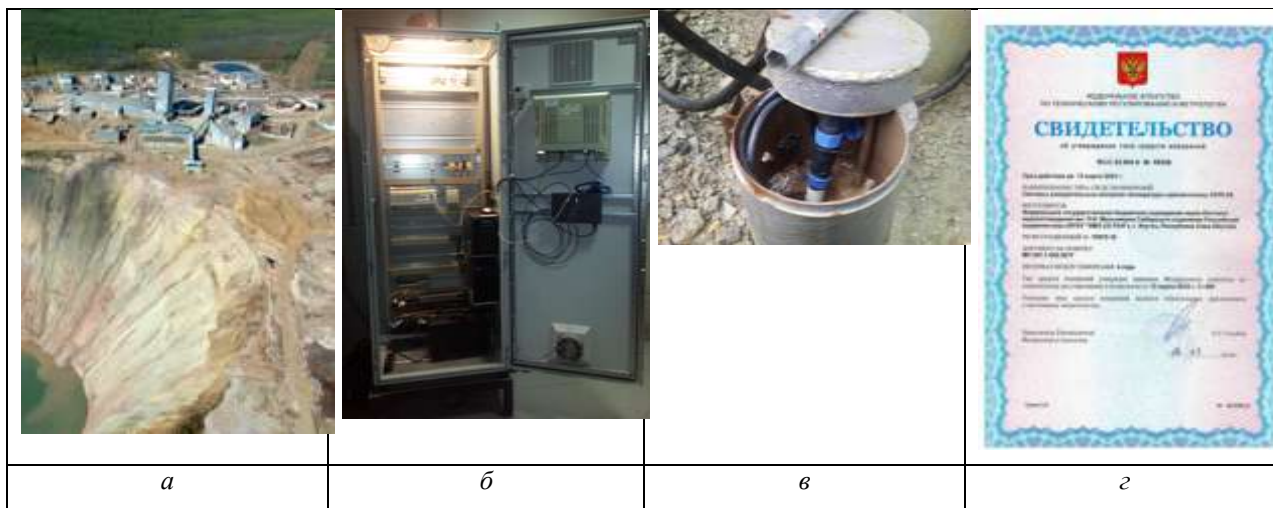
1 – Геологоразведочная площадь, ее номер; 2 – граница областей распространения ММТ; 3 – I область распространения ММТ; 4 – II область распространения ММТ; 5 – III область распространения ММТ; 6 – Мощность ММТ до 200 м; 7 – Мощность ММТ от 200 до 300 м; 8 – Мощность ММТ от 300 до 400 м; 9 – Мощность ММТ от 400 до 500 м; 10 – Мощность ММТ от 500 до 600 м; 11 – Мощность ММТ от 600 до 700 м; 12 – Мощность ММТ от 700 до 800 м; 13 – Мощность ММТ более 800 м; 14 – Линии мерзлотно-геотермических разрезов.

Результаты исследований опубликованы:

Семенов В.П. Железняк М., Кириллин А. Р., Жижин В.И. Теплопроводность осадочных горных пород Лено-Вилюйской нефтегазоносной провинции. // Криосфера Земли. № 5, ТОМ XXII, 2018. С. 30-38.

Семенов В.П. Геотемпературное поле и криолитозона Вилюйской синеклизы: Автореф. дисс. канд. геол.-мин. наук. – Якутск: ИМЗ СО РАН, 2018. – 22 с.

**3.** На первом в криолитозоне подземном алмазном руднике «Интернациональный» внедрена разработанная и изготовленная в ИМЗ СО РАН система термоконтроля для управления устойчивостью оснований крупных инженерных сооружений в криолитозоне. Система является натурной цифровой моделью влияния разнонаправленных тепловых нагрузок (климатических и антропогенных) и сопутствующих фильтрационных процессов на теплофизическое состояние грунтов оснований сооружений. Это весьма сложная установка, связывающая в единую систему 1650 термических датчиков, расположенных в 56 скважинах и 84 шпурах. На установленную систему получено свидетельство об утверждении типа средств измерений RU.C.32.004.A № 69246 «Системы измерительные контроля температуры криолитозоны СКТК-02», регистрационный номер 70572-1. Тип средств измерений утвержден приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 13 марта 2018 г. № 455 (ИМЗ СО РАН, С.А. Великин, Вилюйская научно-исследовательская мерзлотная станция ИМЗ СО РАН).



*а) рудник Интернациональный; б) шкаф управления системой термоконтроля; в) температурная скважина; з) свидетельство соответствия на систему*

Результаты доложены на международной конференции EUCOP 2018: *Sergei A. Velikin. Application of 3D interpretation technologies to solving foundation monitoring problems at Hydroprojects in permafrost. 5th European Conference on Permafrost regions. EUCOP5\_2018\_Book\_of\_abstracts p.914-915.*

### **Конференции**

С 4 по 29 июня 2018 г. в г. Якутске прошел V юбилейный Всероссийский научный молодежный геокриологический форум с международным участием, посвященный 90-летию профессора М.К. Гавриловой. В программе форума:

- конференция «Реакция криолитозоны на изменение климата» (4 июня – 8 июня 2018 г.)
- полевая школа-семинар (9 – 20 июня 2018 г.).

В работе конференции приняли участие 56 студентов, аспирантов и сотрудников Института мерзлотоведения им. П.И. Мельникова СО РАН, Северо-Восточного федерального университета (г. Якутск), Московского государственного университета (г. Москва), ЗАО ГИДЭК (г. Москва), Института криосферы Земли СО РАН (г. Тюмень), ОАО «ТомскНИПИнефть» (г. Томск), Института земной коры СО РАН (г. Иркутск), Санкт-Петербургского государственного университета (г. Санкт-Петербург), Новосибирского государственного университета (г. Новосибирск), Института нефтегазовой геологии и геофизики им. А.А. Трофимука СО РАН (г. Новосибирск), Северо-Восточного комплексного научно-исследовательского института им. Н.А. Шило ДВО РАН (г. Анадырь), а также 10 коллег из главной государственной лаборатории инженерной геокриологии Северо-Западного института экологии и природных ресурсов АН КНР (г. Ланьчжоу, Китай) и Института подземных вод холодных регионов Хэйлуцзянского университета (г. Харбин, Китай).

Материалы конференции представлены краткими и расширенными тезисами молодых ученых, аспирантов и студентов из России и других стран. Они посвящены широкому кругу вопросов: региональная и историческая геокриология; геотермия и теплофизика криолитозоны; криогенные процессы и явления; динамика криогенных ландшафтов; геохимия криолитозоны; гидрология и гидрогеология мерзлой зоны; изменение климата и эволюция криолитозоны; парниковые газы и газогидраты; микробиология мерзлой зоны; дистанционное зондирование криолитозоны; устойчивость инженерных сооружений в криолитозоне. Все эти вопросы направлены на рациональное природопользование в холодных регионах, а также подготовку кадров в области мерзлотоведения (геокриологии).

Геокриологическая школа-семинар проходила в Центральной Якутии в окрестностях села Амга по следующим основным направлениям:

- 1) криогенные процессы и явления (термокарст, пучение, склоновые процессы, наледообразование, термосуффозия и др.);
- 2) особенности теплообмена и формирование теплового режима горных пород в различных мерзлотно-ландшафтных условиях;
- 3) инженерные решения при строительстве и эксплуатации инженерных объектов,

- 4) инженерные решения по разработке мероприятий обеспечения устойчивости и возможностей рекультивации сельскохозяйственных угодий
- 5) картирование и ранжирование территории по возможности использования для сельского хозяйства.

В процессе работы полевой геокриологической школы-семинара участники совместно с ведущими учеными института выполнили оценку интенсивности развития криогенных процессов для различных ландшафтных условий, а также организовали сеть мониторинговых площадок для наблюдения за тепловым состоянием горных пород, криогенными процессами и явлениями, подземными водами и геохимической обстановкой территории.

Мероприятие проведено при финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований (грант № 18-35-10015) и Научно-образовательного фонда поддержки молодых ученых Республики Саха (Якутия).

	
<p><i>Выступление на конференции к.г.-м.н. Дворникова Ю.А. (ИКЗ ТюмНЦ СО РАН, г. Тюмень). г. Якутск, 5 июня 2018 г.</i></p>	<p><i>Участники полевой геокриологической школы-семинара. Амгинский р-н Республики Саха (Якутия). 9-20 июня 2018 г.</i></p>

### Экспедиции

В течение 2018 г. ИМЗ СО РАН провел экспедиционные исследования по тематике базовых фундаментальных проектов в Восточной Сибири, в горных областях Северного Тянь-Шаня, Алтая, Верхоянья.

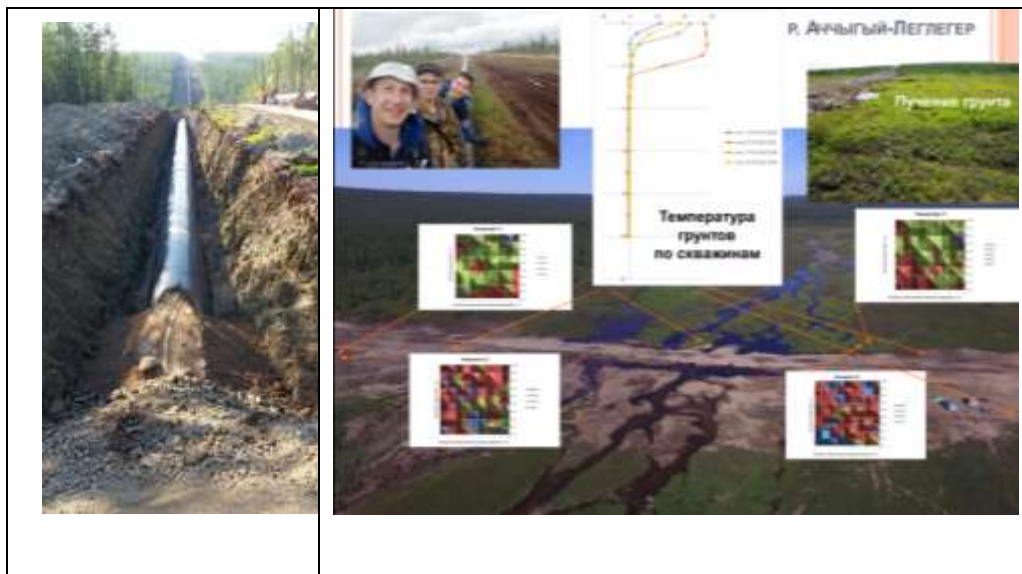
Наиболее значимой и масштабной в 2018 г. была комплексная геокриологическая экспедиция «Магистральный газопровод «Сила Сибири» (Южная Якутия) (Руководитель к.г.н. В.В. Самсонова). Научная тема «Исследование динамики геокриологической обстановки, оценка воздействия опасных криогенных и инженерно-геокриологических процессов на линейные сооружения в полосе отвода магистрального газопровода «Сила Сибири» в условиях меняющегося климата» (2018-2020 гг.). Рекогносцировочное обследование трассы газопровода на участке Чаяндинское нефтегазовое конденсатное месторождение - Сквородино выполнялось в июле-августе 2018 г. с целью выявить опасность активизации инженерно-геокриологических процессов

Работали пять полевых отрядов: Чаяндинский сводный геокриологический; Сквородинский мерзлотно-ландшафтный; Нимнырский мерзлотно-ландшафтный; Алданский съемочный наледный; Тындинский курумный геотермический.

Обследовано: 410 участков распространения многолетнемерзлых пород; 174 опасных участка по трассе МГ «Сила Сибири»; 41 участок наледной опасности; 214 курумных участков. Выявлено 30 наиболее проблемных участка (17 участков по опасным мерзлотно-ландшафтным условиям, 12 опасных наледных и 1 курумный участок), на которых необходимо проведение режимных исследований в 2019-2020 гг. и дополнительных геофизических и буровых работ. Выявлено 69 участков потенциальной суффозионной и термосуффозионной опасности, 4 участка с развитием термокарста и 3 участка овражной эрозии Составлены мерзлотно-ландшафтные карты масштаба 1:5000 и ландшафтно-криоиндикационные таблицы. Выполнена прогнозная оценка опасности



термокарста, суффозии и термосуффозии, наледеобразования и сопутствующих криогенных процессов на этапе строительства и эксплуатации магистрального газопровода «Сила Сибири».



### **Международная деятельность**

Наиболее важным событием международного научного сотрудничества 2018 г. стал Международный форум «20 лет экспедиции «Лена»», который прошел 17 – 19 октября 2018 г. в г. Санкт-Петербург.

Организаторы: Арктический и антарктический научно-исследовательский институт (ААНИИ), Санкт-Петербург; Институт мерзлотоведения им. П.И. Мельникова Сибирского отделения Российской академии наук (ИМЗ СО РАН), Якутск; Институт им. Альфреда Вегенера, Центр полярных и морских исследований им. Гельмгольца (АВИ), Бремерхафен и Потсдам; Университет Гамбурга, Институт почвоведения; Германский дом науки и инноваций (DWIN Москва).



20 лет в малоизученном Восточно-Сибирском регионе Арктики ведет работы российско-германская совместная экспедиция. Группы российских и немецких ученых - геоморфологов, геологов, палеогеографов, мерзлотоведов, геофизиков, гидрологов, зоологов, ботаников, почвоведов и представителей других областей науки, проводят исследования в рамках проекта «Природная система моря Лаптевых». Реализация этого совместного проекта стимулирует международный научный обмен, развитие арктических исследований. По результатам работы этой экспедиции опубликованы сотни статей и десятки монографий, объясняющих современное и историческое состояние геосферы Земли, изменение климата в Арктике. Научная и материально-техническая база экспедиции «Дельта Лены», расположенная на острове Самойловский, является одной из лучших арктических научно-исследовательских станций мира.

В симпозиуме приняли участие около 80 участников из ААНИИ, Института мерзлотоведения им. П.И. Мельникова СО РАН, Института им. Альфреда Вегенера Центра полярных и морских исследований им. Гельмгольца, Университета Гамбурга и Германского дома науки и инноваций в Москве, Центра наук о Земле Германии, СПбГУ, Института Макса Планка, Института Леса, Института нефтегазовой геологии и геофизики РАН и других.

Докладчики представили основные результаты российско-германских Ленских экспедиций за последние 20 лет по направлениям: гидрология, геоморфология, геологические реконструкции, мониторинг вечной мерзлоты, круговорот углерода и парниковых газов, геофизика, моделирование, биология, исследования прибрежных зон и другие.

Специально к этому событию было выпущено подарочное издание «20 лет наземных исследований в сибирской Арктике. История экспедиций «Лена». Трехтомник на русском, английском и немецком языках получили на память все участники конференции.



		
<p><i>Участники Международного форума «20 лет экспедиции «Лена»». 17 – 19 октября 2018 г., г. Санкт-Петербург.</i></p>	<p><i>С докладом о наземных исследованиях в дельте р. Лены, прибрежном районе моря Лаптевых и исследовательской станции «Остров Самойловский»» выступает заместитель директора Института мерзлотоведения им. П.И. Мельникова СО РАН, д.г.н. М.Н. Григорьев. 17 – 19 октября 2018 г., г. Санкт-Петербург.</i></p>	<p><i>Стендовый доклад представляет м.н.с. Института мерзлотоведения им. П.И. Мельникова СО РАН Л.С. Лебедева. 17 – 19 октября 2018 г., г. Санкт-Петербург.</i></p>

Сотрудники института приняли участие в 32 международных конференциях, в том числе за рубежом в Германии, Франции, Японии, Китае, США, Кореи и др.

### **Публикации**

В 2018 г. опубликовано свыше 300 научных работ, в т.ч. 3 монографии (одна издана в Китае) и 82 статьи в отечественных журналах, включенных в перечень ВАК Минобрнауки РФ, и в зарубежных журналах, включенных в базу данных “Web of Science”. Четыре статьи отмечены редколлегией журнала «Криосфера Земли» как лучшие статьи, опубликованные в этом журнале в 2018 г. Аннотации статей включены в отчет Международной Ассоциации Мерзлотоведения (МAM) (International Permafrost Association, IPA) от российского сообщества.



*Готовцев С.П., Копырина Л.И., Ефимова А.П. и др. «Криоэко системы бассейна реки Алазеи» /отв.ред. А.П. Исаев, И.В. Климовский; Рос. Акад.наук, Сиб.отд-ние, Ин-т мерзлотоведения им П.И. Мельникова, Ин-т биологических проблем криолитозоны, Ин-т физико-технических проблем Севера им. В.П. Ларионова. – Новосибирск: Академическое изд-во «Гео», 2018. – 211 с.*

В монографии впервые приводятся результаты комплексных научно-исследовательских работ по изучению криоэко систем, проведенных в течение двух лет (2008-2009 гг.) в бассейне реки Алазеи (Колымская низменность). Приводятся сведения по геокриологическим условиям и особенностям разрушения берегов, гидрологическому режиму реки, гидробиологическому, гидрохимическому составу поверхностных вод, составу и структуре почв, биоразнообразию флоры и фауны. Установлено, что многолетние катастрофические наводнения обусловили значительную деградацию северных экосистем и мерзлотного комплекса бассейна р. Алазеи. Книга предназначена для геокриологов, гидрологов, гидробиологов, гидрохимиков,

почвоведов, ботаников, зоологов, экологов, для аспирантов и студентов геокриологических и биологических специальностей.

### **Защита диссертаций**

В ноябре 2018 г. трое сотрудников института успешно защитили кандидатские диссертации по геолого-минералогическим наукам: Семенов В.П. (в возрасте до 35 лет) («Геотемпературное поле и криолитозона Вилюйской синеклизы»); Заболотник П.С. («Формирование температурного режима грунтов оснований зданий крупных теплоэнергетических объектов в криолитозоне (на примере Якутской ТЭЦ)»); Лебедева Л.С. (в возрасте до 35 лет) («Формирование речного стока в зоне многолетней мерзлоты Восточной Сибири»).

\*\*\*\*\*

## **МГУ имени М.В. Ломоносова, Географический факультет, кафедра криолитологии и гляциологии 2018**

Исследования 2018 года проводились по нескольким направлениям, традиционно выделяющимся в научной работе коллектива кафедры криолитологии и гляциологии.

Ю.Б.Бадю подготовлена и выпущена монография «Криогенная толща газоносных структур Ямала. О влиянии газовых залежей на формирование и развитие криогенной толщи полуострова Ямал» (Бадю, 2018). В книге раскрыто содержание криолитологической парадигмы автора, основанной на результатах многолетнего исследования условий формирования криогенной толщи газоносных структур севера Западной Сибири. Показано, что по строению геологического разреза, составу и состоянию пород «Криогенная толща в газоносной структуре» является особой криолитологической системой, развивавшейся в неоплейстоцене-голоцене в условиях седиментации, охлаждения и промерзания под влиянием теплопотока и эмиссии газов из газовой залежи. Утверждается, что криолитолизис в области современной и древней аккумуляции проявляется при постоянном газонасыщении накопившихся и накапливающихся морских осадков, а особенности их криолитологического развития последовательно формируются по мере накопления в соответствующей фациальной обстановке до выхода на поверхность лайды, где завершается субаквальный процесс, и все его события фиксируются в криогенном строении мерзлых пород.

Н.А.Шполянская выпустила исправленное и дополненное переиздание учебного пособия «Геокриология. Эволюция криолитозоны и глобальные изменения климата» (Шполянская, 2018).

И.Д. Стрелецкой продолжены работы по изучению следов палеомерзлоты. На участках Средняя Ахтуба, Ленинск, Батаевка, Черный Яр и Косика (Нижняя Поволжье) были обнаружены грунтовые жилы (псевдоморфозы). Грунтовые жилы в четвертичных отложениях интерпретированы как свидетельство существования ранее вечной мерзлоты и условий глубокого сезонного промерзания. Целью исследования было проанализировать новые данные и восстановить палеогеографическую ситуацию образования грунтовых жил. Положение грунтовых жил в разрезе, их форма и размер позволяют сделать вывод о существовании криоаридных условий, чередовавшихся с периодами потепления, в Нижнем Поволжье во время плейстоцена. Некоторые жилы оттаивали субаквально, указывая на изменение уровня моря в плейстоцене. Самые тяжелые условия реконструируются в MIS 4 (Streletskaya, Taratunina, Belayev, Kurbanov, 2018).

В статье (Стрелецкая и др., 2018) представлены новые уникальные данные по содержанию и генезу метана в подземном льду, мерзлых четвертичных отложениях и слое сезонного оттаивания в районе п/с Марре-Сале (Западный Ямал). Измерена концентрация метана в доминирующих ландшафтах типичной тундры Западного Ямала. Наивысшее содержание метана в СТС зафиксировано в тундровых болотах, оврагах и полигональных тундрах. Большое количество метана (до 10 мл / кг) отмечается в пластовом льду. Построена карта-схема «Пространственное распределение содержания метана в сезонных оттаивающих слоях в районе Марре-Сале». В пределах типичной тундры Западного Ямала только 30-40% площади могут считаться значительным источником выброса метана в атмосферу. Потоки метана, измеренные в типичных тундрах Западного Ямала, примерно в 2 раза ниже, чем в Аляске (Стрелецкая, Васильев, Облогов, Семенов, Ванштейн, Ривкина, 2018).

Новое исследование доказывает, что деградация вечной мерзлоты прибрежных и морских отложений арктических морей может привести к выбросу значительного количества метана в атмосферу. Значимость выбросов метана при разрушении замерзшего морского берега с подземным льдом достаточно высока и сопоставима с выбросом метана из водно-болотных экосистем. Газ присутствовал в порах мерзлых отложений и в пузырьках внутри пластового льда, а содержание метана характеризовалось высокой изменчивостью (Streletskaya, Vasiliev, Oblogov, 2018).

В.И.Гребенцом с коллегами на основе полевых наблюдений, изучения фондовых источников и анализе космоснимков впервые оценено влияние складирования твердых отходов на состояние вечной мерзлоты (Гребенец и др., 2018). Анализ осуществлен для 5 типов: 1) твердые бытовые отходы, включая накопление бочек, 2) мерзлые движущиеся отвалы горной породы; 3) накопители шламов, шлаков, золоотвалы, хвостохранилища, 4) строительный мусор, в том числе в деформированных заброшенных поселениях криолитозоны, 5) отходы деревопереработки. Установлено, что за счет тепловых и физико-химических процессов происходит деградация вечной мерзлоты, возведенные после инженерной подготовки на этих территориях здания и сооружения быстро деформируются, а площадки складирования промышленных отходов и зоны смещения мерзлых отвалов (техногенных каменных глетчеров) становятся полностью непригодными для последующего освоения. Для 6 типов линейных систем в России В.И. Гребенец с коллегами проанализировали негативное влияние опасных криогенных процессов, в том числе установлено, что около 70% подземных коммуникаций в крупнейших Арктических городах России находятся в плохом состоянии, 30-40 % магистральных трубопроводов в зонах прерывистой мерзлоты существенно деформированы через 5 – 10 лет эксплуатации.

В июле 2018 г. в низовьях Оби и на юге Ямала проведена комплексная учебная практика по криолитологии (руководители – Гребенец В.И., Толманов В.А.), в ходе которой (наряду с решением других задач) накоплен большой массив данных по изучению трансформации ландшафтно-мерзлотных условий при потеплении климата, а также осуществлено несколько сотен термометрических измерений для оценки теплового влияния различных растительно-почвенных тундровых покровов на глубину сезонного оттаивания и терморегим вечномерзлых грунтов.

А.И.Кизяков с коллегами из Института криосферы Земли ТНЦ СО РАН выполнили исследования по оценке рельефообразующей роли воронок газового выброса (ВГВ) (Kizyakov et al., 2018). Роль ВГВ в изменении рельефа является локальной, несравнимой по объему перемещения пород с другими деструктивными криогенными процессами. Однако рельефообразующая роль ВГВ не ограничивается появлением самой воронки, но также приводит к образованию других положительных и отрицательных микроформ. Отрицательные микроформы представляют собой округлые углубления, окруженные выброшенными из воронки породами. Гипотезы, связанные с происхождением этих форм, выдвигаются и подтверждаются анализом одновременных спутниковых снимков, полевых наблюдений и фотографий. Данные дистанционного зондирования использованы для интерпретации происхождения микроформ рельефа, измерения расстояний и плотности выброса материала из воронки, идентификации выброшенного материала. Космические снимки и полевые данные достоверно обосновывают импактную природу отрицательных микроформ вокруг ВГВ. Их образование связано с ударным воздействием крупных блоков мерзлых пород и льда, выброшенных из воронки при ее образовании. Обнаружено, что выброс крупных блоков, способных сформировать ударные микроформы, возможен на расстояние до 293 м от воронок. Эти данные позволяют прогнозировать зоны риска при образовании ВГВ.

В июле 2018 А.И.Кизяков принял участие в российско-германской экспедиции «Лена-2018» в составе полевого отряда под руководством С.Веттерих (AWI), работавшего на острове Собо-Сисэ в дельте Лены. Выполнено опробование обнажения жильного льда и мерзлых отложений ледового комплекса, измерение глубины сезонного оттаивания.

В.В.Поповниным продолжены многолетние гляцио-метео-гидрологические мониторинговые наблюдения на опорном ледника Джанкуат на Центральном Кавказе. Балансовый год 2017/18 году выявил ряд аномалий и особенностей. Например, в весенний период произошел значительный атмосферный перенос песка из пустыни Сахара; это привело к необычной концентрации транспортируемых примесей в осажденном снегу, и, в свою очередь, – к искаженным значениям альбедо, что, вызвало увеличение абляции (около 3370 мм водного эквивалента). Однако он не смог компенсировать довольно высокую зимнюю аккумуляцию снега (которая составила около 3810 мм водного эквивалента) главным образом за счет необычайно



высокой плотности снега (до 0,60 и 0,65 г/см<sup>3</sup> в снежном и в фирновой зоне, соответственно, по дате максимума сезонного накопления). Таким образом, предварительно выявлено умеренное положительное значение баланса массы +440 мм для 2017/18 год - первое положительное значение за последние 14 лет.

Методические обновления привнесены в традиционную программу измерений. Во-первых, исследование аккумуляции снега было частично выполнено с использованием радиолокационной съемки, показавшей хорошую сопоставимость с результатами прямых измерений даже в фирновой области. Во-вторых, в конце балансового года измерения по части абляционных рек в недоступных участках ледника были выполнены с использованием дрона (квадрокоптера), который также успешно применялся для исследований снежного покрова и сопутствующих геодезических задач.

Продолжен масс-балансовый мониторинг трёх тьянь-шанских ледников (Карабаткак, Сарытор и Борду) в Кыргызстане. В 2017/18 балансовом году для всех ледников выявлены сильные сокращения массы (-810, -540 и -870 мм водного эквивалента, соответственно), при этом этот год был немного лучше, чем среднее состояние этих ледников за время после возобновления масс-балансовых наблюдений.

По инициативе российских гляциологов (В.В.Поповнина) с 1995/96 г. проводится долгосрочный нерегулярный мониторинг ледника Де лос Трес - опорного ледника Патагонии в Аргентине. С тех пор работы на этом леднике проводились В.В.Поповниным с разной степенью детальности и продолжительности 7 раз: в 1996, 1997, 1998, 2003, 2007, 2013 и 2018 гг. Постоянное продолжающееся сокращение ледника подтверждено полевыми измерениями лазерным дальномером. Выявлено суммарное отступление фронта на 223 м в период с 1995 по 2018 гг. Ранее на основе применения данных дистанционного зондирования было получено значение 321 м за более длительный период 1963-2018 гг. Средняя скорость отступления составляла 5,8 м/год в течение всего 55-летнего интервала, тогда как очевидные признаки ее увеличения могут быть получены при анализе результатов измерения положения фронта ледника внутри этого временного интервала. Прилегающее озеро Лагуна Ира потеряло свой приледниковый статус 3 года назад. Сегодня его акватория оценивается в 2,060 га, что примерно в 3,3 раза больше, чем в 1995/96 году. Площадь ледника, которая в настоящее время составляет около 0,753 км<sup>2</sup> в ортогональной проекции, сократилась на 17% с 1998 года и на 21% с 1963 года. Полученные значения свидетельствуют об ускорении тенденций дегляциации в патагонских Андах в течение последних десятилетий.

Д.А. Петраковым и Н.В.Коваленко на основании проведенных исследований с использованием различных методов, в том числе тахеометрии, аэро- и наземную фотограмметрию, ЦМР по данным спутниковых снимков с высоким разрешением, выявлена быстрая регенерации ледника Колка (Кавказ) после Кармадонской катастрофы 2002 года (Петраков и др., 2018). С момента катастрофы объем ледника вырос до 50 млн. м<sup>3</sup>, что составляет примерно половину его предкатастрофического объема. Быстрый рост Колки полностью противоречит драматическому разрушению репрезентативных кавказских ледников – Джанкуата и Гарабаши.

Н.В.Коваленко проведен анализ фотоматериала с камеры слежения, снимающая область питания ледника Колка с периодичностью раз в 3 часа начиная с августа 2017 года. Обработаны и проанализированы данные впервые сделанной нами наземной радиолокационной съемки самого большого ледника Кавказа Безенги. Полученные данные выявили самую большую толщину льда на Кавказе - до 425 м и 197 в качестве среднего значения. Объем льда исследованной части ледника Безенги достигает 1,4 км<sup>3</sup>.

### **Ссылки:**

*Баду Ю.Б.* Криогенная толща газоносных структур Ямала. О влиянии газовых залежей на формирование и развитие криогенной толщи полуострова Ямал. М.: Научный мир, 2018. 232 с.

*Гребенец В.И., Толманов В.А., Хайрединова А.Г., Юров Ф.Д.* Проблема складирования твердых отходов в криолитозоне // В сб. Сергеевские чтения: вып.20: Обращение с отходами: задачи геоэкологии и инженерной геологии. Мат-лы ежегодного Научн.Совета РАН по проблемам геоэкологии, инженерной геологии и гидрогеологии. – М.: РУДН, 2018. – С.227 – 234.

*Петраков Д.А., Аристов К.А., Алейников А.А., Бойко Е.С., Дробышев В.Н., Коваленко Н.В., Тутубалина О.В., Черногорец С.С.* Быстрое восстановление ледника Колка (Кавказ) после гляциальной катастрофы 2002 года // *Криосфера Земли*, 22(1):58–71, 2018. DOI: 10.21782/KZ1560-7496-2018-1(58-71)

*Стрелецкая И.Д., Васильев А.А., Облогов Г.Е., Семенов П.Б., Ванштейн Б.Г., Ривкина Е.М.* Метан в подземных льдах и мёрзлых отложениях на побережье и шельфе Карского моря // *Лед и снег*, 58(1):65–77, 2018.

*Шполянская Н.А.* Геокриология. Эволюция криолитозоны и глобальные изменения климата. М.: КДУ, Добросвет, 2018. 188 с.

*Streletskaya I.D., Taratunina N.A., Belayev V.R., Kurbanov R.N.* SOIL WEDGES AS A PROXY OF RELICT PERMAFROST IN LOWER VOLGA RIVER REGION. Abstracts of the International conference "Loessfest2018: Diversity of loess: properties, stratigraphy, origin and regional features". Moscow-Volgograd, September 23-29, 2018, Volgograd State University Volgograd, p. 111-112

*Streletskaya I.D., Vasiliev A.A., Oblogov G.E.* COASTAL RETREAT AND METHANE EMISSION IN THE WESTERN YAMAL // Proceedings of Abstracts 11th International Conference on Air Quality – Science and Application, место издания Published by the Air Quality Conference College Lane Hatfield AL10 9AB United Kingdom, 2018. с. 208

*Kovalenko N., Petrakov D., Alexandrin M., Lavrentiev I., Kutuzov S.* New data on glacier thickness in Central Caucasus from recent radar surveys – Presentation on Practical Geography and XXI Century Challenges. International Geographical Union Thematic Conference dedicated to the Centennial of the Institute of Geography of the Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia, 4-6 June 2018

\*\*\*\*\*

## **МГУ имени М.В. Ломоносова, Геологический факультет, кафедра геокриологии 2018**

### **Издания:**

**Береговые процессы: мониторинг и инновационные комплексные исследования: Учебное пособие** / В.С. Исаев, А.В. Кошурников, Е.И. Игнатов, Е.С. Каширина, А.А.Новиков, А.И. Гушин, О.И.Комаров, П.Ю. Пушкарев, М.Л. Владов, П.И. Котов, В.В. Вербовский, Р.М. Аманжуров, Е.И. Горшков; Под редакцией профессора Е.И. Игнатова, доцента В.С. Исаева. - Севастополь: ЭКОСИ-Гидрофизика, 2018 – 246 с.

**Пособие по определению физико- механических свойств промерзающих, мерзлых и оттаивающих дисперсных грунтов /Роман Л.Т., Царапов М.Н., Котов П.И., Волохов С.С., Мотенко Р.Г., Черкасов А.М., Штейн А.И., Костоусов А.И. - "Книжный дом "Университет", ISBN 978-5-91304-770-0, 188 с.**

В области геологии, геофизики и географии инновационные технологии в той или иной степени связаны с решением различных важных практических проблем и задач, к которым можно отнести поиск и разведку месторождений полезных ископаемых, оценку экологической обстановки различных регионов, в том числе прогнозирование и оценку риска катастрофических природных процессов и явлений. Настоящее пособие рассчитано на студентов и молодых ученых геологических, географических, геоэкологических и инженерных специальностей. Пособие стало основой для проведения полевой практики студентов географического отделения филиала МГУ в г. Севастополь, Крым. Практику проводят преподаватели кафедры мерзлотоведения в соответствии с Договором геологического факультета МГУ с филиалом МГУ в г. Севастополе о сотрудничестве от 30 декабря 2017 г.

### **Статьи в журналах ТОП 25:**

**1. Cryovolcanism on the Earth: Origin of a Spectacular Crater in the Yamal Peninsula (Russia)/** Buldovicz S.N., Khilimonyuk V.Z., Bychkov A.Y., Ospennikov E.N., Vorobyev S.A., Gunar A.Y., Gorshkov E.I., Chuvilin E.M., Cherbunina M.Y., Kotov P.I.,Lubnina N.V., Motenko R.G., Amanzhurov R.M. //в журнале Scientific reports, издательство Nature Publishing Group (United Kingdom), том 8 DOI

Геологическая активность на ледяных планетах и планетоидах включает криовулканизм. До недавнего времени большинство исследований в области вечной мерзлоты на суше было инженерно-ориентированным, и многие явления получили слишком мало внимания и осмысления. Хотя быстрые процессы в криосфере Земли были известны ранее, они никогда не были отнесены к криовулканизму. Обнаружение огромного кратера на полуострове Ямал вызвало множество гипотез о его происхождении, включая воздействие метеорита или миграцию глубокого газа в результате глобального потепления. Происхождение кратера Ямал можно объяснить в рамках геокриологических процессов. Таким образом, кратер Ямала, по-видимому, является результатом деградации большого

бугра пучения, который образовался в оттаивающем озере, когда оно обмелело и высохло, что привело к промерзанию большой таликовой зоны. Бугор пучения разрушился под криогенным гидростатическим давлением, созданным в замкнутой системе промерзающего талика. Это произошло до того, как замерзание завершилось, когда центральная часть влажного грунта оставалась незамерзшей и накапливала огромное количество углекислого газа, растворенного в поровой воде, в конечном итоге достигая насыщения газовой фазой, а избыточное давление превышало напряжение, ограничивающее литосферу, и силу вышележащего льда. Когда бугор пучения взорвался, на его месте остался кратер унаследовавший цилиндрическую форму центра талика. Работа выполнена в рамках проектов: Геодинамика полярных и приполярных областей Российской Федерации (госбюджет, раздел 0110 (для тем по госзаданию), номер 4-1, номер ЦИТИС АААА-А16-116033010119-4). Научные основы создания Национального банка-депозитария живых систем (грант РФФИ, номер 14-50-00029)

**2. Cliff retreat of permafrost coast in the southwest baydaratskaya bay of kara sea during 2005–2016 / V. S. Isaev, A. V. Koshurnikov, A. A. Pogorelov et al. // *Permafrost and Periglacial Processes*.**

Последние годы повышения температуры воздуха в Арктике привели к значительному увеличению скорости отступления береговой линии арктических морей, что создает угрозу социальным и промышленным объектам в этих областях. В Карском море находится более 25% всей береговой линии Арктики. Однако мало что известно о том, как эрозия побережья в Карском море может со временем меняться, а климатические и экологические факторы остаются неясными. В работе представлены материалы многолетних исследований динамики побережья вдоль 4-километрового участка многолетне-мерзлых береговых отложений и морского льда на юго-западе Байдарацкой губы Карского моря, западной части Сибири, с 2005 по 2016 гг. с использованием дифференциального GPS-картографирования и спутниковых изображений.

В ходе исследований были определены временные и пространственные различия в показателях отступления, варьирующиеся между 1,0 (+ 0,1 / -0,6) и 1,9 (+ 0,7 / -1,3) м / год на изучаемой береговой линии в течение 2005-2016. Мы также сделали измерения температуры грунта, удельного сопротивления грунтов береговой зоны. Была проведена оценка потока энергии волн. Были оценены доминирующие климатические факторы, влияющие на наблюдаемые темпы отступления береговой линии от времени. Мы обнаружили, что ветровая активность волн в дни без морского льда влияет на величину прибрежного отступления в районе исследования, в то время как недавнее повышение температуры вносит меньший вклад в усиление прибрежного отступления в течение периода исследования. Это предполагает, что количество эродированного осадка и связанный с ним выброс эродированных пород в прибрежную зону контролируется величиной волновой активности, которая может влиять на инфраструктуру вдоль побережья и на морские экосистемы в проксимальном океане.

**Доклады на высокорейтинговых международных конференциях:**

На 5 конференции EUCOP 2018, в Шамони (Франция) сотрудники кафедры выступили с серией докладов о научной и преподавательской деятельности на п-ове Ямад и архипелаге Свальбард.

1. Application of geophysical methods to estimate mechanical properties of frozen saline soils (based on experimental data)

Авторы: Agapkin I.A., Kotov P.I., Koshurnikov A.V.

5th European Conference on Permafrost June 23 – July 1, 2018, Chamonix, France, Шамони Мон-Блан, Франция, 22 июня - 1 июля 2018

2. Monitoring of arctic infrastructure in Svalbard

Авторы: Sinitsyn A., Kotov P.I., Aalberg A., Beutner K.

5th European Conference on Permafrost June 23 – July 1, 2018, Chamonix, France, Шамони Мон-Блан, Франция, 22 июня - 1 июля 2018

3. Selection of equations for long-term strength calculation of frozen saline soils (Устный)

Авторы: Tsarapov M.N., Kotov P.I., Green E., Stanilovskaya Yu V.

5th European Conference on Permafrost June 23 – July 1, 2018, Chamonix, France, Шамони Мон-Блан, Франция, 23 июня - 1 июля 2018



4. Engineer-geocryological scientific-educational field work of Moscow university Master of Science students at polar regions of European Russian arctic/ Andrey Koshurnikov, Komarov O.I., Sergeev D.O., Vladislav Isaev 5th European Conference on Permafrost (EUCOP 2018), Chamonix-Mont Blanc, France, 23th June - 1st July 2018

Были проведены исследования в области геокриологических методов (Мельников и Спесивцев, 1995). Изначально основной областью исследований был выбран участок побережья Карского моря. В 2014 году это была область обучения и подготовки. На сегодняшний день были выбраны и освоены несколько новых научно-образовательных исследовательских полигонов:

- Учебно-научный инженерно-геокриологический полигон Хановой, расположенный на высоком берегу реки Воркута в районе станции Хановой, расположенный в Большеземской тундре;
- железнодорожная станция «110 км» в долине реки Сось в межгорной долине Полярного Урала.
- Береговая зона западного берега Байдарацкой губы Карского моря в районе поселка Яры протяженностью 6,5 км.

Это группа геокриологических станций мониторинга температуры грунта, воды, водного баланса, радиационного баланса, растительности и криологических процессов. В течение трех недельного учебного курса проводились следующие исследования:

- 1) Мониторинг температуры грунтов и водных источников; CALM – мониторинг «активного слоя» (слоя сезонно талых пород) в приполярных регионах;
- 2) Геофизические - электротомографические исследования; измерение электромагнитного поля; Радиолокационные исследования;
- 3) Картографирование вечной мерзлоты - картографирование DGTS с последующей обработкой в AutoCAD; Геокриологическое картирование; Ландшафтное микрорайонирование; Аэрофотосъемка БПЛА;
- 4) Экологический - Измерение грунта в процессе оттаивания;
- 5) Гидрологические – определение pH воды в пробах грунтовых вод; определение уровня грунтовых вод.

На Полярном Урале недельная полевая работа направлена на исследование влияния техногенных объектов, таких как железная дорога, на условия окружающей среды. Она включает в себя те же комплексные методы геокриологических исследований, которые позволяют анализировать ситуацию и прогнозировать возможные изменения тепловых полей окружающих территорий.

На участке Байдарацкой губы недельная полевая работа в основном сосредоточена на исследованиях прибрежных процессов, таких как термическая абразия, термическая денудация и накопление соленых и несоленых прибрежных отложений морского и аллювиального генезиса. Другая задача - исследование взаимодействия техногенных объектов - газопровода и коффердама с окружающей средой в береговой зоне. Студенты используют сложные методы геофизики, а также DGPS картирование и картирование при помощи БПЛА. Практика включает буровые, пробоотборные и исследовательские работы для определения механических свойств, газосодержания и так далее. Дополнительная часть полевых работ связана с гидрологическим исследованием моря. Она включает эхолокацию прибрежной зоны (батиметрические работы). В конце практики студенты должны представить доклад с моделированием прогноза теплового поля в массиве коффердама, теплового поля грунтового массива вокруг газопровода и железнодорожной насыпи. Данная полевая работа является проверкой квалификации магистрантов МГУ 2-го года обучения.

**Международный проект: Russian-Norwegian Research-based education in Cold Regions**

Engineering (RuNoCORE) NTNU- Norwegian University of Science and Technology (NO-NTNU)

Department of Civil and Environmental Engineering

Lomonosov Moscow State University (MGU) (RU-MGU) Department of geocryology, Geology Faculty

Северная часть Европы становится все более важной с экономической точки зрения. Однако для устойчивого развития этого региона инженерам необходимо улучшить понимание механизмов, связанных с промерзанием и протаиванием грунтов.

Московский государственный университет и НТНУ имеют многолетнюю историю научного сотрудничества в области арктических и холодных регионов, что может дать лучшее образование студентам обоих университетов. Благодаря этому сотрудничеству мы лучше понимаем культуру и традиции, которые следует распространять среди студентов. Менеджер проекта получила кандидатскую степень инженера геолога в МГУ и в течение шести лет работает в Норвегии в

SINTEF и NTNU. Основная деятельность в рамках проекта состоит в том, чтобы пригласить норвежских студентов на полевые работы в северной части России и организовать интенсивный курс в обеих странах для студентов из России и Норвегии. Курсы дадут очень хорошую основу для работы инженером в арктическом климате. Значительная часть проекта отведена на финансирование студенческих стипендий и покрытие командировочных расходов. Руководители проекта опираются на прочный фундамент исследований и делают его доступным для большего числа студентов из Норвегии и России. Для облегчения мобильности студентов привлекается административный персонал обоих университетов, что должно способствовать пониманию принципов работы этих двух систем и позволял оперативно решать административные проблемы. Тематика этого проекта является приоритетной как в университетах-участниках, так и в правительствах-партнерах. Этот проект будет иметь важное значение для создания хорошей платформы для мобильности студентов, благодаря ему студентам будет легче найти финансирование для будущей мобильности и сотрудничества.

Области образования и обучения:

1. Строительная техника, архитектура
2. Экологические технологии
3. Другое машиностроение и технология
4. Науки о Земле

\*\*\*\*\*

## **Институт геоэкологии им.Е.М. Сергеева РАН (Москва)**

<http://geoenv.ru/index.php/ru/>

Институт геоэкологии РАН, совместно с Институтом физики атмосферы РАН, Институтом криосферы Земли СО РАН, Институтом нефтегазовой геологии и геофизики СО РАН и Институтом прикладной механики РАН, развернули масштабный проект по разработке принципов и технологических подходов к адаптации корпорации «Газпром» к изменению климата и геокриологических условий на территории криолитозоны Российской Федерации.

Продолжены мониторинговые геокриологические наблюдения на участках без техногенных нарушений в Северном Забайкалье для пополнения международной общедоступной базы данных GTN-P. Совместно с Геологическим факультетом Московского государственного университета им. М.В.Ломоносова продолжены наблюдения на геокриологической обсерватории в окрестностях г.Воркуты, которая была заложена в 50-х годах при участии В.А. Кудрявцева.

### **Наиболее значимые публикации 2018:**

1. *Khimenkov A.N., Sergeev D.O., Stanilovskaya J.V., Vlasov A.N., Volkov-Bogorodsky D.B., Merzlyakov V.P., Topenko G.S.* Structural reorganizations in frozen grounds within the gaz emission crater formation / Innovation and Discovery in Russian Science and Engineering. Springer International Publishing, 2018, p. 305-316. <https://doi.org/10/1007/978-3-319-91833-4>.
2. *Sergeev D.* Permafrost-Related Geohazards in Cold Russian Regions / Oxford Research Encyclopedia of Natural Hazard Science. Retrieved 25 Jan. 2018, from <http://naturalhazardscience.oxfordre.com/view/10.1093/acrefore/9780199389407.001.0001/acrefore-9780199389407-e-291>. DOI: 10.1093/acrefore/9780199389407.013.291.
3. *Хименков А.Н., Гагарин В.Е., Кошурников А.В., Шешин Ю.Б., Скосарь В.В.* Лабораторное моделирование процессов формирования криогенного строения морских отложений // Криосфера Земли. Том: 22, №3, 2018, с. 40-51.
4. *Иванов В.Н., Мерзляков В.П., Плотников А.А.* Расчёт глубины протаивания многолетнемёрзлых грунтов в основании многослойных покрытий// Основания, фундаменты и механика грунтов, 2018, №5, с. 25-30.
5. *Khimenkov A., Stanilovskaya J., Sergeev D., Vlasov A., Volkov-Bogorodsky D.* The fluid dynamics role of gases in the cryogenic craters formation / Deline P., Bodin X. and Ravel L. (Eds.) (2018): 5 th European

Conference On Permafrost – Book of Abstracts, 23 June - 1 July 2018, Chamonix, France, < <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-01816115/> >, p. 168-169.

6. *Isaev V., Koshurnikov A., Komarov O., Sergeev D.* Engineer-geocryological scientific-educational field work of Moscow university Master of Science students at polar regions of European Russian Arctic / Deline P., Bodin X. and Ravanel L. (Eds.) (2018): 5 th European Conference On Permafrost – Book of Abstracts, 23 June - 1 July 2018, Chamonix, France, < <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-01816115/> >, p. 247-248.

7. *Sergeev D., Chesnokova I.* Identification of the Active Layer Heat Exchange Mechanisms in Mountain Permafrost Conditions by using GTN-P data / Deline P., Bodin X. and Ravanel L. (Eds.) (2018): 5 th European Conference On Permafrost – Book of Abstracts, 23 June - 1 July 2018, Chamonix, France, < <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-01816115/> >, p. 605-606.

8. Development of the natural and technical system during the operation of the railway (Pesets-Hanovei, Russian Federation) / Deline P., Bodin X. and Ravanel L. (Eds.) (2018): 5 th European Conference On Permafrost – Book of Abstracts, 23 June - 1 July 2018, Chamonix, France, < <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-01816115/> >, p. 217-218.

9. *Хименков А.Н., Власов А.Н., Сергеев Д.О., Волков-Богородский Д.Б., Станиловская Ю.В.* Флюидодинамические геосистемы в криолитозоне. 1 часть - Криогидродинамические геосистемы / Арктика и Антарктика. 2018, №2, с. 1-19. DOI: 10.7256/2453-8922.2018.2.26319. URL: [http://e-notabene.ru/arctic/article\\_26673.html](http://e-notabene.ru/arctic/article_26673.html).

10. *Хименков А.Н., Власов А.Н., Волков-Богородский Д.Б., Сергеев Д.О., Станиловская Ю.В.* Флюидодинамические геосистемы в криолитозоне. 2 Часть - Криолитодинамические и криогазодинамические геосистемы / Арктика и Антарктика. 2018, №2, с. 48-70. DOI: 10.7256/2453-8922.2018.2.26377. URL: [http://e-notabene.ru/arctic/article\\_26673.html](http://e-notabene.ru/arctic/article_26673.html).

11. *Хименков А.Н., Сергеев Д.О., Мерзляков В.П., Тупенко Г.С.* Влияние техногенеза на формирование воронок газового выброса / Анализ, прогноз и управление природными рисками с учётом глобального изменения климата – ГЕОРИСК – 2018. Материалы X Международной конференции по проблемам снижения природных опасностей и рисков. т. 2, с. 271-276.

12. *Чеснокова И.В., Сергеев Д.О.* Развитие системы повторных геокриологических наблюдений в Северном Забайкалье / Сборник докладов расширенного заседания Научного совета по криологии Земли РАН «Актуальные проблемы геокриологии» с участием российских и зарубежных учёных, инженеров и специалистов. МГУ им. М.В.Ломоносова, 15-16 мая 2018 г., т.1, М.: «КДУ», «Университетская книга», 2018, с. 218-223.

13. *Хименков А. Н., Власов А. Н., Сергеев Д. О., Волков-Богородский Д. Б.* Динамика флюидов как перспективное направление в геокриологии / Сборник докладов расширенного заседания Научного совета по криологии Земли РАН «Актуальные проблемы геокриологии». М.: «КДУ», «Университетская книга». Т. 2, 2018. с. 228-233.

14. *Желтенкова Н.В., Кошурников А.В., Гагарин В.Е., Скосарь В.В., Брушков А.В., Спирякова К.А., Агапкин И.А., Хименков А.Н.* Применение методов электромагнитного зондирования для предупреждения опасных геокриологических процессов / Сборник докладов расширенного заседания Научного совета по криологии Земли РАН «Актуальные проблемы геокриологии». М.: «КДУ», «Университетская книга». Т. 2, 2018. с. 145-149.

15. *Желтенкова Н.В., Кошурников А.В., Гагарин В.Е., Скосарь В.В., Брушков А.В., Хименков А.Н.* Высокогорная мерзлота перевалов Заилийского Алатау по данным режимных наблюдений / Сборник докладов расширенного заседания Научного совета по криологии Земли РАН «Актуальные проблемы геокриологии». М.: «КДУ», «Университетская книга». Т. 1, 2018. с. 64-69.

16. *Макарычева Е.М., Мерзляков В.П., Миронов О.К., Бесперстова Н.А.* Анализ распространения термокарстовых явлений вдоль протяженного линейного сооружения с помощью вероятностно-статистического метода / Сборник докладов расширенного заседания Научного совета по криологии Земли РАН «Актуальные проблемы геокриологии», МГУ, 2018, с. 69-76.



17. *Войтенко А.С.* Применение геокриологического районирования природно-технических систем для обоснования мероприятий инженерной защиты (на примере арктического участка Северной железной дороги) / Автореферат на соиск. степени канд. г.-м.н., Москва, «Реглет», 2018, 23 с.

18. *Макарычева Е.М.* Региональный анализ распространения термокарстовых явлений в окрестности магистральной нефтепроводной системы / Автореферат на соиск. степени канд. г.-м.н., Москва, «Реглет», 2018, 25 с.

\*\*\*\*\*

## **Институт физико-химических и биологических проблем почвоведения РАН (ИФХиБПП, Пущино) <http://www.issp.psn.ru/>**

### **Основные достижения лаборатории криологии почв за 2018 год:**

1. В ревью, опубликованном нами в журнале *Permafrost and Periglacial Processes*, было показано, что многолетнемерзлые отложения кайназойского возраста являются природными экосистемами, обладающими уникальной особенностью - возможностью естественной низкотемпературной консервации биологического материала и содержащейся в нем генетической информации. Другими словами, вечная мерзлота – ключ к событиям Земной действительности периода кайнозоя, включающий возможность палеореконструкций температурного режима; условий и факторов, определяющих типы и условия формирования существовавших ранее ландшафтов; биогеохимических процессов и разнообразия биоты, вовлеченной в них на момент формирования мерзлоты до воздействия на эти экосистемы антропогенных факторов. В условиях изменяющегося климата и возможной деградацией мерзлоты, весь погребенный в мерзлых толщах пул позднекайнозойских организмов и генетических ресурсов, таких как биогазы, фрагменты РНК и ДНК, пигменты, белки и внеклеточные ферменты, может быть встроен в современные биогеохимические процессы, формируя биоразнообразие и оказывая влияние на круговорот биогенных элементов и образование парниковых газов. С учетом появления современных подходов для изучения микробных сообществ, таких как метагеномика, протеомика и др., и тенденций развития биотехнологии, повышается роль генетических ресурсов, скрытых в вечной мерзлоте и расширяются перспективы их использования. Помимо вопросов прикладного характера, разностороннее изучение древних отложений зоны вечной мерзлоты дает возможность ответить на важнейшие фундаментальные вопросы: как долго в мерзлоте может сохраняться жизнь; каков метаболический статус микроорганизмов, сохранивших свою жизнеспособность в условиях постоянных низких температур; идут ли биохимические реакции, направленные на репарацию ДНК; закрепляются ли генетически адаптивные процессы, которые способствуют сохранению клетками устойчивости к неблагоприятным факторам; насколько современные и мерзлотные палеомерзлотные микроорганизмы одной видовой принадлежности отличаются генетически. Другой спектр вопросов, связанный с изучением Вечной мерзлоты, включает: качественную и количественную оценку запасов законсервированного в мерзлоте органического вещества; скорость процессов его трансформации в современных почвах зоны вечной мерзлоты; температурный мониторинг многолетнемерзлых пород; влияние подстилающих многолетнемерзлых пород на формирование современного ландшафта; оценка вклада эмиссии парниковых газов, сопряженных с деградацией мерзлоты. Третий блок научных исследований раскрывает астробиологические аспекты исследования: среди объектов, приуроченных к зонам распространения вечной мерзлоты, криопэги это единственные образования со свободной водой, характеризующиеся постоянными отрицательными температурами, высокой соленостью, воздействием фоновой ионизирующей радиации вмещающих пород и изолированностью от воздействия внешних факторов. Высказанное предположение о том, что криопэги – это единственно возможный вид свободной воды в мерзлых толщах Марса дает возможность использовать галофильно-психротрофное сообщество микроорганизмов криопэгов в качестве

прототипа марсианской микробной жизни, способного пролить свет, как на проблемы возникновения, так и на изучение механизмов и адаптационных стратегий сохранения жизни на планетах криогенного типа. 2. Впервые получены данные, свидетельствующие о способности многоклеточных организмов к длительному криобиозу в вечномёрзлых отложениях Арктики. Живые почвенные нематоды *Panagrolaimus aff. detritophagus* (Rhabditida) и *Plectus aff. parvus* (Plectida) выделены из образцов плейстоценовых многолетнемёрзлых отложений Колымской низменности. Длительность естественной криоконсервации нематод соответствует возрасту синкриогенных отложений и составляет 30–40 тыс. лет.

Выделение жизнеспособных нематод из многолетнемёрзлых отложений проводили методом накопительного культивирования. Определение таксономической принадлежности обнаруженных нематод проводили путём микроскопического исследования морфологических и морфометрических признаков на постоянных препаратах, изготовленных по стандартной методике. Дополнительно было проведено исследование генов 18S рибосомной РНК. Филогенетический анализ показал, что нематоды, полученные из материала погребённой норы, входят в кладу рода *Panagrolaimus*, а нематоды, выделенные из мёрзлых отложений р. Алазея, относятся к кладе рода *Plectus*. По морфометрическим и структурным признакам обнаруженные нематоды соответствуют видам *Panagrolaimus detritophagus* Fuchs, 1930 (Rhabditida, Panagrolaimidae) и *Plectus parvus* Bastian, 1865 (Plectida, Plectidae). Нематоды семейств Panagrolaimidae и Plectidae (Рис. 1), к которым принадлежат обнаруженные в многолет-немёрзлых отложениях виды, населяют почвенные и пресноводные биотопы, широко распространены на всех континентах, включая Антарктиду, обладают высокой устойчивостью к высыханию и замораживанию.

Таким образом, нами впервые получены данные, свидетельствующие о способности многоклеточных животных переживать длительный (десяtkи тысяч лет) криобиоз в условиях естественной криоконсервации. Очевидно, что эта способность предполагает наличие у плейстоценовых нематод адаптивных механизмов, дальнейшее изучение которых может иметь научное и практическое значение в смежных областях науки, таких как криомедицина, криобиология и астробиология.

3. В ходе работы изучали микрокосмы из двух образцов мерзлых пород возраста 15000 лет, отобранных в результате бурения в долине Маерса (Miers Dry Valley), Антарктика: Ant1 – образец изначально содержал метан и Ant2 – не содержащий метан. Оба микрокосма находились в анаэробных условиях в атмосфере, состоящей из 80% H<sub>2</sub> и 20% CO<sub>2</sub> при температуре 20° С. После длительной инкубации метан начал образовываться в образце Ant1, в то время как в образце Ant2 метанобразование не наблюдалось.

Анализ геологической литературы позволил понять, что озеро Маерс, которое в настоящее время довольно далеко находится от места бурения скважины, 15000 лет назад простиралось значительно дальше и образец, Ant1, содержащий метан, представляет собой мерзлый донный осадок этого древнего озера. Это предположение подтвердилось присутствием в образце раковин диатомовых водорослей рода *Navicula*. К сожалению, микробиологическими методами не удалось выделить метаногенный организм, но на основании данных, полученных при метагеномном секвенировании микрокосма, мы установили, что основным организмом, производящим метан в микрокосме Ant1, является метаногенная архея, наиболее близкая к *Methanosarcina lacustris*.

4. Температура почв Северной Якутии определяется зональным (подзональным) положением, степенью дренированности ландшафта, характером растительного покрова, льдистостью подстилающей многолетней мерзлоты, гранулометрическим составом и мощностью органогенного горизонта. Изучаемые почвы в большей степени различаются не по летним, а по зимним термическим показателям. Для суглинистых почв зонального ряда при переходе от южной тундры к северной тайге средняя температура на глубине 20 см в самом холодном месяце скачкообразно возрастает на 10 °С. Среднегодовая температура тундровых почв на этой глубине изменяется от –4.3 до –9.7 °С, таежных – от –1.2 до –4.9 °С. Различия зимних и среднегодовых температур обусловлены, по-видимому, влиянием снежного покрова – более стабильного, мощного и рыхлого

в лесных биогеоценозах. Песчаным подбурам свойственны более высокие положительные температуры и более глубокое проникновение изотерм 0, 5 и 10 °С по сравнению с суглинистыми почвами тундры и тайги. Наиболее теплыми в летнее время года и наименее инерционными к изменению температуры являются ксероморфные почвы экстразональных степных сообществ, встречающихся в подзоне северной тайги.

5. Для введения в современную Классификацию и диагностику почв России предложен горизонт надмерзлотной аккумуляции грубого органического вещества (CRO), а также выделение нового генетического типа почв: криозема надмерзлотно-органо-аккумулятивного с организацией профиля (O, AO, T)–CR–CRO–TС. В профилях криоземов тундр Севера Якутии в условиях близкого залегания границы многолетней мерзлоты формируются горизонты надмерзлотной аккумуляции грубого органического вещества. Базируясь на генезисе, стабильном и закономерном положении в профиле, их парагенетической связи с вышележащими горизонтами и соседствующими почвами, наборе присущих им основных диагностических признаков и свойств, предлагается выделять эти горизонты в качестве самостоятельного почвенного генетического горизонта – органо-минерального надмерзлотно-аккумулятивного (CRO). В связи с наличием нового горизонта в профиле предполагается выделение нового генетического типа почв: криозема надмерзлотно-органо-аккумулятивного с организацией профиля (O, AO, T)–CR–CRO–TС.

**Совместные международные исследования.** Продолжены мониторинговые исследования по программам CALM и TSP. Проводятся совместные исследования с учеными из Германии ( Alfred Wegener Institute for Polar and Marine Research), США (University of Tennessee), Франции (Institut de Microbiologie de la Méditerranée).

#### **Наиболее значимые публикации сотрудников лаборатории в 2018:**

*Rivkina E., Abramov A., Spirina E., Petrovskaya L., Shatilovich A., Shmakova L., Scherbakova V., Vishnivetskaya T.* Earth's perennally frozen environments as a model of cryogenic planet ecosystems. Permafrost and Periglacial Processes. 2018, 4: 246-256. <https://doi.org/10.1002/ppp.1987>

*Shatilovich A.V., Tchesunov A.V., Neretina T.V., Grabarnik I.P., Gubin S.V., Vishnivetskaya T.A., Onstott T.C., Rivkina E.M.* Viable Nematodes from Late Pleistocene Permafrost of the Kolyma River Lowland. In Doklady Biological Sciences 2018 May 1 (Vol. 480, No. 1, pp. 100-102).

*Vishnivetskaya T.A., Buongiorno J., Bird J., Krivushin K., Spirina E.V., Oshurkova V., Shcherbakova V.A., Wilson G., Lloyd K.G., Rivkina E.M.* Methanogens in the Antarctic Dry Valley Permafrost. FEMS microbiology ecology. 2018 Jun <https://doi.org/10.1093/femsec/fiy109>

*Fedorov-Davydovs D.G., Davydov S.P., Davydova A.I., Shmelev D.G., Ostroumov V.E., Kholodov A.L., Sorokovikov V.A.* Northern Yakutia, tundra soils, northern taiga soils, soil cover heterogeneity, temperature regime of soil, active layer, seasonal thaw. Earth's Cryosphere, 2018; 22(3):47-58. DOI: 10.21782/EC2541-9994-2018-3(47-58)

*Gubin S.V., Lupachev A.V.* Suprapermafrost Horizons of the Accumulation of Raw Organic Matter in Tundra Cryozems of Northern Yakutia. Eurasian Soil Science. 2018 Jul 1; 51(7):772-81. DOI: 10.1134/S1064229318070049

\*\*\*\*\*

## **Институт географии им. В.Б. Сочавы СО РАН (Иркутск)**

Сформирована база данных температуры почвы по данным мониторинга за природно-климатическими характеристиками ландшафтов Тункинской котловины (юго-западная часть Байкальской рифтовой зоны в Южно-Сибирской физико-географической области). Территория исследования находится на стыке хребтов Тункинские гольцы и Хамар-Дабан, относится к зоне островного распространения многолетнемерзлых толщ и характеризуется резко континентальным климатом, разнообразием форм рельефа, почвообразующих пород, ландшафтных условий (от степных до горнотаежных и гольцовых в диапазоне высот 700-3500 м над ур.м.). Собраны данные круглогодичных наблюдений за температурой и влажностью почвы (от подстилающей поверхности до 10 м). Наблюдения проводятся с октября 2011 г. В автоматическом режиме через 1 час на 21 площадке. Площадки расположены на участках с сезонно-протаивающими почвами (заболоченная территория) и сезонно-промерзающими почвами (песчаные массивы, таежные и



лесостепные участки). Для мониторинга используется разработанный и изготавливаемый в ИМКЭС СО РАН атмосферно-почвенный измерительный комплекс. На модельных площадках заложены почвенные разрезы и буровые скважины на различных подстилающих породах для оценки влияния физико-химических свойств почв и грунтов на особенности гидротермического режима. Отобрано более 200 почвенных проб. До глубины 1,5 м отбор проб производился из почвенных разрезов, а на глубине 1,5-10 м – при помощи буровой установки. В пробах проанализированы влажность, гранулометрический состав, объемный вес (плотность), содержание органического вещества и др. В течение года колебания средних суточных температур воздуха на площадках синхронны. Но за счет различий в растительном покрове микроклиматические разности суточных температур воздуха достигают 4-5. На поверхности почвы различия между средними суточными температурами чуть выше (7-9°C).

\*\*\*\*\*

## **Наиболее интересные и важные статьи из журнала «Криосфера Земли» 2018 г.**

**The results of the most fundamental and advanced investigations, important results on the programs of the Earth Cryosphere Institute (ECI SB RAS) and of the many others Institutes and organizations specializing on permafrost/cryosphere researches are presented in the journal “Earth’s Cryosphere” (“Kriosfera Zemli”). Journal is translated into English since 2014, all the articles are available online for free at the website of the journal: [http://www.izdatgeo.ru/index.php?action=journal&id=8&lang\\_num=2](http://www.izdatgeo.ru/index.php?action=journal&id=8&lang_num=2). The abstracts of the most interesting papers are submitted for the consideration of readers.**

1. **Д.Г. Федоров-Давыдов, С.П. Давыдов, А.И. Давыдова, Д.Г. Шмелев, В.Е. Остроумов, А.Л. Холодов, В.А. Сороковиков.** ТЕРМИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ ПОЧВ СЕВЕРНОЙ ЯКУТИИ (№3, 2018, с. 52-66)

Температура почв Северной Якутии определяется зональным (подзональным) положением, степенью дренированности ландшафта, характером растительного покрова, льдистостью подстилающей многолетней мерзлоты, гранулометрическим составом и мощностью органогенного горизонта. Изучаемые почвы в большей степени различаются не по летним, а по зимним термическим показателям. Для суглинистых почв зонального ряда при переходе от южной тундры к северной тайге средняя температура на глубине 20 см в самом холодном месяце скачкообразно возрастает на 10 °С. Среднегодовая температура почв на этой глубине изменяется от -4.3 до -9.7 °С, таежных - от -1.2 до -4.9 °С. Различия зимних и среднегодовых температур обусловлены, по-видимому, влиянием снежного покрова - более стабильного, мощного и рыхлого в лесных биогеоценозах. Песчаным подбурам свойственны более высокие положительные температуры и более глубокое проникновение изотерм 0.5 и 10 °С по сравнению с суглинистыми почвами тундры и тайги. Наиболее теплыми в летнее время года и наименее инерционными к изменению температуры являются ксероморфные почвы экстразональных степных сообществ, встречающихся в подзоне северной тайги.

2. **Д.Г. Федоров-Давыдов, С.П. Давыдов, А.И. Давыдова, В.Е. Остроумов, А.Л. Холодов, В.А. Сороковиков, Д.Г. Шмелев.** ТЕМПЕРАТУРНЫЙ РЕЖИМ ПОЧВ СЕВЕРНОЙ ЯКУТИИ (№4, 2018, с. 15-24).

Почвы Северной Якутии различаются между собой по средней продолжительности господства положительных температур на глубине 20 см в 2.3 раза, а суглинистые почвы зонального ряда - в 1.8 раза. Переувлажнение, заболачивание и увеличение мощности органогенного горизонта приводят к сокращению периода положительных температур и температур выше 5 °С в почвах. Длительность осеннего промерзания и существования в профиле околонулевых температур изменяется от 1-2 месяцев для тундровых криоземов и глеезема до 2.5-3.5 месяцев для таежных криометаморфических почв, торфяно-криозема и тундровых подбуров. Деятельный слой промерзает в основном сверху, его частичное промерзание снизу фиксируется преимущественно в тундровой зоне в годы с холодными летними сезонами. В динамике годовых сумм отрицательных температур почв тундры и тайги с конца 1990-х гг. прослеживается тенденция к потеплению почвенного климата. По количеству тепловой энергии, расходуемой на нагревание сезонноталого слоя в области положительных значений (теплообеспеченности), почвы Северной Якутии различаются между собой примерно в 10 раз.

3. **Д.В. Яковлев, А.Г. Яковлев, О.А. Балясина.** ИЗУЧЕНИЕ КРИОЛИТОЗОНЫ СЕВЕРНОГО ОБРАМЛЕНИЯ СИБИРСКОЙ ПЛАТФОРМЫ ПО ДАННЫМ РЕГИОНАЛЬНЫХ ЭЛЕКТРОРАЗВЕДОЧНЫХ РАБОТ (№5, 2018, с. 77-95).

Представлены результаты исследования криолитозоны в пределах северного обрамления Сибирской платформы, полученные в ходе региональных электроразведочных работ методами магнитотеллурического зондирования и зондирования становлением поля. Работы выполнялись с целью изучения всего осадочного чехла для выявления нефтегазоперспективных зон. С 2005 по 2016 г. было выполнено более 30 000 зондирований по профилям общей протяженностью около 20 000 км. Большой объем фактического материала в Енисей-Хатангском и Анабаро-Ленском прогибах позволил построить карту глубины залегания подошвы слоя многолетнемерзлых пород и понять некоторые особенности строения криолитозоны. Получена информация о распространении мерзлых пород под акваторией Хатангского залива. Над месторождениями углеводородов под толщей многолетнемерзлых пород обнаружены аномалии повышенного электрического сопротивления, которые могут быть связаны со скоплениями газогидратов.

4. **А.А. Галанин, М.Р. Павлова, И.В. Климова.** НОВЫЙ ОПОРНЫЙ РАЗРЕЗ ДЬОЛКУМИНСКОЙ СВИТЫ В БАССЕЙНЕ Р. ВИЛЮЙ И ИСТОРИЯ ПОЗДНЕЧЕТВЕРТИЧНОГО ДЮНООБРАЗОВАНИЯ В ЦЕНТРАЛЬНОЙ ЯКУТИИ (ЧАСТЬ 1) (№5, 2018).

На примере нового опорного разреза Кысыл-Сырский в бассейне р. Вилюй обсуждаются особенности строения, фациального состава и возраста перекрестно слоистых супесчаных отложений дьолкуминской свиты, распространенных в Центральной Якутии в широком гипсометрическом диапазоне. Эти отложения формировались от конца каргинского термохрона до начала голоцена (от 35 тыс. до 10-12 тыс. л. н.) в условиях сильнейшего иссушения и опустынивания. На протяжении бореального оптимума голоцена происходило закрепление дюнных покровов почвенно-растительным покровом. Формирование современных незакрепленных дюнных массивов началось не более 1 тыс. л.н. и связано с климатическими событиями Малого ледникового периода.

5. **В.Я. Липенков.** ЗАКОНОМЕРНОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ СИСТЕМЫ ВКЛЮЧЕНИЙ ВОЗДУХА В РЕКРИСТАЛЛИЗАЦИОННОМ ЛЬДУ (№ 2, 2018, с. 16-28).

На основе результатов исследований включений воздуха в ледяных кернах из 22 буровых скважин, пробуренных в Антарктиде и Гренландии, рассмотрены закономерности формирования и эволюции системы газовых включений в рекристаллизационном льду. Разработана полуэмпирическая модель, описывающая зависимость геометрических параметров включений от температуры и скорости аккумуляции снега во время льдообразования. Показана перспективность использования данных о размере и количестве газовых пузырьков во льду для уточнения реконструкций прошлых изменений климата по результатам исследований ледяных кернов.

6. **А.А. Чжан, Е.С. Ашпиз, Л.Н. Хрусталева, Д.М. Шестернев.** НОВЫЙ СПОСОБ ЗАЩИТЫ МЕРЗЛЫХ ГРУНТОВ ОСНОВАНИЯ НАСЫПИ ОТ ОТТАИВАНИЯ (№ 3, 2018, с. 67-71).

Описываемый способ предусматривает укладку синтетического теплоизолятора на откосы насыпи. Это создает охлаждающий эффект и способствует перемещению кровли толщи многолетнемерзлых грунтов из основания в тело насыпи, что подтверждается геофизическими исследованиями на экспериментальном участке действующей в криолитозоне железнодорожной магистрали. Способ характеризуется лучшими экономическими показателями, чем известные способы охлаждения основания насыпи.

7. **Е.М. Чувиллин, С.И. Гребенкин.** ИЗМЕНЕНИЕ ГАЗОПРОНИЦАЕМОСТИ МЕРЗЛЫХ ГИДРАТОНАСЫЩЕННЫХ ПЕСЧАНЫХ ПОРОД ПРИ ДИССОЦИАЦИИ ГАЗОВЫХ ГИДРАТОВ (№ 1, 2018, с. 44-50).

Для оценки изменения газопроницаемости мерзлых песчаных образцов в условиях диссоциации порового гидрата при отрицательной температуре проведено специальное экспериментальное моделирование. Эксперименты выполнены на оригинальной установке, позволяющей получать мерзлые искусственно гидратонасыщенные образцы и оценивать их газопроницаемость при стабильной фазе гидрата метана в поровом пространстве и в условиях диссоциации порового гидрата. В ходе опытов получены экспериментальные данные по газопроницаемости мерзлых гидратонасыщенных песков при различных термобарических условиях. Выявлено, что в процессе диссоциации порового гидрата при отрицательных температурах (-5...-3 °С) и давлении ниже равновесного (0.1 МПа) проницаемость мерзлых песчаных пород повышается в зависимости от их гидрато- и льдонасыщенности.

8. **А.К. Сараев, К.М. Антащук, И.С. Еремин.** ВОЗМОЖНОСТИ АУДИОМАГНИТОТЕЛЛУРИЧЕСКИХ ЗОНДИРОВАНИЙ С БЕСКОНТАКТНЫМИ ЭЛЕКТРИЧЕСКИМИ ЛИНИЯМИ ПРИ ИЗУЧЕНИИ ГЕОЭЛЕКТРИЧЕСКОГО СТРОЕНИЯ ПОЛУОСТРОВА РЫБАЧИЙ (МУРМАНСКАЯ ОБЛАСТЬ) (№ 5, 2018, с. 65-76).

Рассмотрены особенности работ по методу аудиоманнитотеллурических зондирований с измерениями электрического поля незаземленными (емкостными) электрическими линиями. При этом использовались линии большей длины по сравнению с заземленными, предварительный усилитель электрических сигналов с высоким входным сопротивлением и робастная обработка данных измерений. Работы выполнялись на п-

ове Рыбачий (Мурманская область) в зимнее время по снежному покрову. Надежные данные зондирований получены в аудиочастотном диапазоне от 7–8 Гц до нескольких сотен герц. Достоверность зимних измерений с бесконтактными линиями подтверждена контрольными летними измерениями с заземляемыми линиями. По результатам работ показана возможность картирования кровли кристаллического фундамента для слабопроводящего разреза до глубин 5–6 км. Выделены проводящие зоны с повышенными проницаемостью и водонасыщенностью. Полученный геоэлектрический разрез характеризует структуру переходной зоны между Балтийским щитом и шельфом Баренцева моря. Результаты аудиоманнителлурических зондирований подтверждены последующим бурением. Они позволили существенно скорректировать выводы о строении участка, полученные после проведения сейсморазведочных работ. Данная технология может применяться в арктических регионах России и других стран для изучения территорий развития многолетнемерзлых пород.

9. **В.М. Федоров.** ПРОГНОЗ ИЗМЕНЕНИЯ БАЛАНСА МАССЫ ЛЬДА В ЛЕДНИКОВЫХ РАЙОНАХ СЕВЕРНОГО ПОЛУШАРИЯ (№ 4, 2018, с. 55-64).

Проведен корреляционный анализ регионально осредненных рядов суммарного баланса массы льда для девяти ледниковых районов Северного полушария с инсоляционной контрастностью. По уравнению регрессии выполнен прогноз изменения регионально осредненного суммарного баланса массы льда для девяти ледниковых районов Северного полушария до 2050 г. Определено, что деградация современного горного оледенения связана с усилением межширотного теплообмена, основной причиной которого являются уменьшение угла наклона оси вращения Земли и, соответственно, усиление меридионального градиента инсоляции (инсоляционной контрастности).

10. **С.В. Попов, В.Л. Кузнецов, С.С. Пряхин, М.П. Кашкевич.** РЕЗУЛЬТАТЫ ГЕОРАДАРНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ МОРСКОГО ЛЬДА НЕЛЛА-ФИОРДА (РАЙОН СТАНЦИИ ПРОГРЕСС, ВОСТОЧНАЯ АНТАРКТИДА) В СЕЗОН 2016/17 ГОДА (№ 3, 2018, с. 18-26).

Представлены результаты георадарного профилирования на частотах 150, 270, 400 и 900 МГц, а также георадарных зондирований методом общей глубинной точки на припайном морском льду акватории Нелла-фиорда (Восточная Антарктида) в ходе летнего полевого сезона 62-й Российской антарктической экспедиции (2016/17 г.). Работы сопровождались измерением солености морской воды. Выяснено, что наиболее эффективное лоцирование морского льда мощностью около 1 м осуществляется на частотах метрового диапазона длин волн. На временном георадарном разрезе, помимо отражений от нижней кромки льда, выявляется граница между пресной и морской водой. Ее положение подтверждается океанографическими данными. Георадарные зондирования по методике общей глубинной точки позволили построить скоростную модель среды, согласно которой эффективная диэлектрическая проницаемость льда равна 10. Столь значительная величина вызвана интенсивным приповерхностным таянием и переизбытком пресной воды внутри льда. Эффективная диэлектрическая проницаемость слоя пресной воды составляет 75, что связано, вероятно, с шероховатостью нижней кромки льда.

11. **С.Н. Булдович, Е.Н. Оспенников, В.З. Хилимонюк.** ФЕНОМЕН ГЕОКРИОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ ВОСТОЧНОЙ ЧАСТИ ОЛЕКМО-ЧАРСКОГО НАГОРЬЯ (№ 3, 2018, с. 3-17).

Приводятся результаты изучения геокриологических условий территории восточной части Олекмо-Чарского нагорья на водоразделе реки Токко и ее притока Чоруода, выполнявшегося в рамках полевых исследований на участках рудопроявлений. На рассматриваемой территории сложилась чрезвычайно контрастная мерзлотная обстановка. Этот своеобразный феномен геокриологических условий исследованной территории в определенной степени обязан действию гидрогеологических факторов на фоне природной обстановки среднегорья.

12. **А.П. Горбунов, М.Н. Железняк, Э.В. Северский.** ОЦЕНКА ОБЪЕМОВ ПОДЗЕМНЫХ ЛЬДОВ В ТЯНЬ-ШАНЕ (№ 6, 2018).

Приводятся результаты оценки эвидентных подземных льдов в криогенной толще Тянь-Шаня по геокриологическим картам различного масштаба. В основу карт положены закономерности распространения криогенной толщи в зависимости от региональных структур высотной геокриологической поясности. Данные о площадях распространения, мощности и льдистости позволили оценить объем криогенной толщи и подземных льдов. Выявлено, что наиболее крупные залежи подземных льдов сосредоточены в активных каменных глетчерах и современных моренах. Установлено, что объем ледников по отношению к объему подземных льдов существенно уменьшился в связи с деградацией наземного оледенения.

13. **Е.А. Новиков, В.Л. Шкуратник, М.Г. Зайцев, Р.О. Ошкин.** ИССЛЕДОВАНИЕ ИЗМЕНЕНИЯ СВОЙСТВ И СОСТОЯНИЯ УГЛЕЙ В РЕЗУЛЬТАТЕ КРИОГЕННОГО ВЫВЕТРИВАНИЯ МЕТОДОМ ТЕРМОСТИМУЛИРОВАННОЙ АКУСТИЧЕСКОЙ ЭМИССИИ (№ 4, 2018, с. 76-85).

Установлены закономерности термостимулированной акустической эмиссии водонасыщенных образцов бурых и каменных углей различных марок в зависимости от количества циклов их предварительного

замораживания и оттаивания. Изучены особенности термостимулированной акустической эмиссии углей на разных стадиях криогенного выветривания, в том числе на стадии предразрушения. Предложен и обоснован акустико-эмиссионный показатель, отражающий развитие и стадийность процесса криогенного выветривания углей, а также влияние на этот процесс кислотности насыщающей жидкости. Показана возможность использования полученных закономерностей для прогноза влияния криогенного выветривания на интенсивность окисления, ухудшение потребительских свойств и склонность к самовозгоранию угольной продукции.

14. **А.В. Баранская, Ф.А. Романенко, Х.А. Арсланов, Ф.Е. Максимов, А.А. Старикова, З.В. Пушина.** СТРАТИГРАФИЯ, ВОЗРАСТ И УСЛОВИЯ ФОРМИРОВАНИЯ МНОГОЛЕТНЕМЕРЗЛЫХ ОТЛОЖЕНИЙ ОСТРОВА БЕЛЫЙ (№ 2, 2018, с. 3-15).

В береговых обрывах западной и восточной части острова Белый изучены обнажения многолетнемерзлых пород. Получены данные о строении, свойствах, особенностях залегания, происхождении и возрасте четвертичных отложений. Установлено, что разрез состоит из трех основных толщ: нижней -глинисто-суглинистой, образовавшейся в МИС 3 в морских условиях; средней - песчаной, сформировавшейся при незначительном подъеме уровня моря 9-5 тыс. лет назад; верхней, состоящей из покровных суглинков, торфа и олового песка, накопившейся в конце голоцена в условиях суши.

15. **Ю.К. Васильчук, А.К. Васильчук.** ЗИМНИЕ ПАЛЕОТЕМПЕРАТУРЫ ВОЗДУХА В НИЗОВЬЯХ КОЛЫМЫ 30-12 ТЫСЯЧ ЛЕТ НАЗАД ПО РЕЗУЛЬТАТАМ ИЗУЧЕНИЯ ИЗОТОПНОГО СОСТАВА ЕДОМЫ ПЛАХИНСКОГО ЯРА (№ 5, 2018, с. 3-19).

Рассмотрены особенности строения и состава поздненеоплейстоценовых повторно-жильных льдов в обнажении Каретовской едомы, расположенном у зимовья Плахино на берегу Стадухинской протоки р. Колымы. Исследован изотопный состав ледяных жил, их радиоуглеродный возраст, гидрохимические и палинологические особенности. Выполнены количественные оценки изменения палеогеокриологических и палеоклиматических характеристик региона в позднем неоплейстоцене 30-12 тыс. лет назад. Подтвержден вывод о существенно более суровых зимах, господствовавших здесь 30-28 тыс. лет назад.

16. **Е.А. Слагода, Г.В. Симонова, Я.В. Тихонравова, А.О. Кузнецова, К.А. Попов, П.Т. Орехов.** РАДИОУГЛЕРОДНОЕ ДАТИРОВАНИЕ МНОГОЛЕТНЕМЕРЗЛЫХ ОТЛОЖЕНИЙ ОСТРОВА БЕЛЫЙ, КАРСКОЕ МОРЕ (№ 4, 2018, с. 3-14).

В 2015-2016 гг. на о. Белый Карского моря изучены разрезы многолетнемерзлых отложений и получена серия из 20 радиоуглеродных дат. Построена схема распространения каргинских, сартанских и голоценовых отложений I и II морских террас, лайды и поймы протоки Рогозина на острове. Каргинские прибрежно-морские отложения слагают II террасу, неровный цоколь I террасы и залегают ниже уровня моря под лайдой. Сартанские прибрежно-морские и субаэральные отложения распространены на I террасе. Впервые радиоуглеродным датированием подтвержден возраст сартанских отложений. Зафиксировано отступление моря с юга на север в пределах острова на рубеже каргинского и сартанского времени. Лайда и пойма протоки Рогозина формировались в атлантический, суббореальный и малый ледниковый периоды голоцена одновременно с торфом в хасырях на террасах.

17. **Д.А. Петраков, К.А. Аристов, А.А. Алейников, Е.С. Бойко, В.Н. Дробышев, Н.В. Коваленко, О.В. Тутубалина, С.С. Черноморец.** БЫСТРОЕ ВОССТАНОВЛЕНИЕ ЛЕДНИКА КОЛКА (КАВКАЗ) ПОСЛЕ ГЛЯЦИАЛЬНОЙ КАТАСТРОФЫ 2002 ГОДА (№ 1, 2018, с. 58-71).

Проведен анализ изменений, произошедших в цирке ледника Колка и Кармадонской котловине после гляциальной катастрофы 20 сентября 2002 г. в Республике Северная Осетия-Алания (Россия). По результатам полевых наблюдений 2002-2016 гг., топографических съемок 2002-2004, 2009 и 2014 гг., анализа цифровых моделей рельефа, созданных по стереопарам космических снимков Terra ASTER 2002 и 2004 гг., SPOT-6 2014 г., оценены темпы восстановления ледника Колка и темпы разрушения ледяного завала в Кармадонской котловине. Комплекс из четырех методов, примененных в 2014 г. для съемки поверхности Колки, позволяет уточнить темпы восстановления ледника в прошлом и дает надежный задел на будущее. Установлена хорошая сходимостъ дистанционных и наземных методов. В 2002-2014 гг. в цирке Колки накопилось около  $(40 \pm 11)$  млн м<sup>3</sup> льда, что составляет порядка 40 % от объема ледника перед катастрофой 2002 г. Спрогнозированного ранее сокращения темпов набора массы ледника пока не происходит, в 2009-2014 гг. в цирке накопилось столько же льда, сколько и в 2004-2009 гг. Восстановление Колки идет на фоне неблагоприятных для оледенения Кавказа погодных условий и резко контрастирует с поведением других кавказских ледников, испытывающих быстрое сокращение. Объем ледового завала в Кармадонской котловине в 2002-2014 гг. сократился на 75 %. Прогрессирующее уменьшение скорости таяния, отмечавшееся авторами ранее, продолжилось в 2009-2014 гг.: по сравнению с первым годом после катастрофы темпы таяния снизились почти в 50 раз. В ближайшие 10 лет повторение событий, сходных с катастрофой 2002 г., маловероятно, но к 2025 г. Колка может набрать 60-70 % от предкатастрофического

объема. Необходимо продолжать наблюдения за восстановлением ледника и каждые 5-10 лет проводить съемки для измерения объема накопившегося льда.

18. **А.П. Невечера, О.О. Рыбак.** ПАРАМЕТРИЗАЦИЯ СУТОЧНЫХ АМПЛИТУД ПРИЗЕМНОЙ ТЕМПЕРАТУРЫ ВОЗДУХА В ГРЕНЛАНДИИ ДЛЯ ПРИМЕНЕНИЯ В МАССОБАЛАНСОВЫХ РАСЧЕТАХ (№ 4, 2018, с. 31-41).

Математическое моделирование поверхностного таяния (абляции) Гренландского щита - одна из актуальных задач современной гляциологии. Расчет абляции сводится к двум основным методам или их комбинации -индексно-температурному и энергобалансовому. Независимо от используемого подхода для точного расчета количества талой воды необходима хорошая аппроксимация суточных амплитуд приземной температуры воздуха и их среднеквадратических отклонений. В статье предложен метод построения аппроксимирующих уравнений для указанных характеристик. Итоговые аппроксимирующие модели позволили установить зависимость суточных амплитуд приземной температуры воздуха в Гренландии от времени и абсолютной высоты над уровнем моря. Оценена точность аппроксимации предложенных моделей.

19. **Н.Г. Коронатова, Н.П. Мироничева-Токарева, Я.Р. Соломин.** ТЕМПЕРАТУРНЫЙ РЕЖИМ ТОРФЯНОЙ ЗАЛЕЖИ БУГРОВ И ТОПЕЙ ПЛОСКОБУГРИСТЫХ

Работа посвящена изучению температурного режима торфяных почв плоскобугристых болотных комплексов, которые расположены на севере Западной Сибири. Температура фиксировалась автоматическими логгерами в течение 343 дней до глубины 60 см в буграх и 120 см в топях с шагом в один час в четырёх болотных экосистемах: в топи и мерзлотном бугре лесотундры, а также топи и мерзлотном бугре северной тайги. Приведены данные о среднесуточной, среднегодовой температуре почв, экстремумах, годовой амплитуде, динамике сезонномёрзлого слоя, сумме положительных и отрицательных температур на разных глубинах торфяных залежей. Установлено, что различия в температурном режиме почв в большей степени были обусловлены принадлежностью болот к разным экосистемам, чем к разным биоклиматическим зонам: топям свойственны более мягкие термические условия. Приуроченность болот к более высокой широте сказалась главным образом на годовой амплитуде и температурных параметрах холодного периода.

20. **Г.П. Пустовойт, Э.С. Гречищева, С.И. Голубин, А.В. Аврамов.** ВЛИЯНИЕ СПОСОБА ПОЛУЧЕНИЯ ИСХОДНЫХ ДАННЫХ НА ПРОГНОЗНЫЕ ТЕПЛОТЕХНИЧЕСКИЕ РАСЧЕТЫ ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ В КРИОЛИТОЗОНЕ (№ 1, 2018, с. 51-57).

Проектирование объектов нефтегазовой отрасли в криолитозоне связано с решением ряда геотехнических задач, таких как обеспечение эксплуатационной надежности, которая, в свою очередь, обеспечивается принятием проектно-технических решений на основе прогнозных теплотехнических расчетов. Поведение грунтов во времени моделируется с учетом их физико-механических и теплофизических свойств. Параметры грунтов проектировщиками и изыскателями определяются зачастую не в лабораторных условиях, а рассчитываются по формулам или принимаются по табличным данным нормативных документов. В работе проведены сравнительные теплотехнические расчеты для нескольких вариантов исходных данных, полученных в ходе инженерных изысканий, и сделан вывод о необходимости экспериментального определения ряда параметров грунтов при проектировании в криолитозоне.

21. **Н.А. Павлова, М.В. Данзанова.** МЕЖГОДОВАЯ ИЗМЕНЧИВОСТЬ ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА ТЕХНОГЕННЫХ КРИОПЭГОВ НА ТЕРРИТОРИИ ГОРОДА ЯКУТСКА (№ 6, 2018).

В статье представлен анализ материалов 30-летних наблюдений за динамикой химического состава антропогенных криопэгов, вскрытых на разных глубинах в толще рыхлых аллювиальных отложений на одном из участков территории г. Якутска. Рассмотрены особенности многолетней и сезонной изменчивости макро- и микроэлементного состава подземных вод. Установлено, что наблюдаемое на протяжении последних 5-7 лет опреснение надмерзлотных криопэгов обусловлено климатическими особенностями предшествующего многолетнего периода. На основании результатов гидрохимических и гидродинамических исследований обосновывается вывод об улучшении гидравлической связи криопэгов, залегающих в слое годовых теплооборотов. В условиях повышения температуры грунтов, наряду с общим снижением содержания легкорастворимых солей в надмерзлотных водах, прогнозируется рост концентрации микроэлементов в поровых растворах.

22. **В.Н. Голубев, А.В. Влахова, Г.А. Ржаницын, И.В. Семенова.** ЗАКОНОМЕРНОСТИ КРИСТАЛЛИЗАЦИИ ВОДЫ ПРИ ПРОМЕРЗАНИИ ДИСПЕРСНЫХ ГРУНТОВ (№ 1, 2018, с. 20-26).

Предложена теоретическая оценка изменения количества переохлажденной (незамерзшей) воды при промерзании дисперсных влагосодержащих грунтов на примере двух возможных вариантов зарождения льда: в объеме поровой воды и на поверхности минеральных частиц с учетом их состава, физических свойств и шероховатости поверхности.



23. **Я.Б. Горелик, П.В. Солдатов.** МЕТОД РАСЧЕТА ВЕРТИКАЛЬНОЙ НАГРУЗКИ НА КРЕПЬ СКВАЖИНЫ ПРИ ОТТАИВАНИИ ВМЕЩАЮЩИХ МЕРЗЛЫХ ПОРОД (№ 2, 2018, с. 50-60).

Представлены данные по деформациям крепи скважин на северных месторождениях и результаты сравнения с лабораторными экспериментами, моделирующими сжатие крепи, которое приводит к деформациям, сходным с наблюдаемыми в природных условиях. Мерзлые породы в районах расположения скважин включают глинистые пласты, сформировавшиеся по эпигенетическому типу. В талом состоянии такие пласты обладают повышенными механическими характеристиками и могут без разрушения выдерживать значительные нагрузки. Талая часть пласта имеет три опорных элемента: крепь скважины, собственное продолжение в мерзлых породах и подстилающие талые породы. Предложен метод расчета нагрузки на крепь в зависимости от размера области протаивания и свойств оттаивающих пород. Нагрузка на крепь вначале эксплуатации возрастает, достигая максимума, и далее снижается до асимптотически постоянной величины, не зависящей от радиуса протаивания. Опасными для сооружений являются первые несколько лет эксплуатации, что хорошо согласуется с известными натурными наблюдениями.

24. **С.С. Волохов.** О ПРИРОДЕ МЕХАНОКАЛОРИЧЕСКОГО ЭФФЕКТА В МЕРЗЛЫХ ГРУНТАХ ПРИ ОДНООСНОМ СЖАТИИ (№ 1, 2018, с. 14-19).

Изложены результаты экспериментальной проверки гипотезы, выдвинутой ранее автором, о ведущей роли грещинообразования в возникновении механокалорического эффекта в мерзлых грунтах. Приведены данные, подтверждающие эту гипотезу.

25. **А.А. Васильев, Г.Е. Облогов, И.Д. Стрелецкая, Р.С. Широков.** НОВООБРАЗОВАНИЕ МНОГОЛЕТНЕМЕРЗЛЫХ ПОРОД НА НИЗКИХ ЛАЙДАХ КАРСКОГО МОРЯ (№ 5, 2018, с. 39-46).

Низкие аккумулятивные поверхности лайд являются областями новообразования многолетнемерзлых пород. Проведены длительные наблюдения за температурным режимом верхних горизонтов мерзлых пород на двух участках - Марре-Сале (западное побережье п-ова Ямал) и Сопочная Карга (западное побережье п-ова Таймыр). Среднегодовые температуры отложений составляют от -3.5 до -4.5 °С на первом участке и от -4.8 до -7.7 °С на втором. Рассчитаны величины тепловых потоков из атмосферы в грунт, которые в верхней части промерзающей толщи достигают 3.4 Вт/м<sup>2</sup>. Установлена высокая корреляция между тепловыми потоками и аномалиями среднегодовых температур воздуха.

26. **А.А. Семерня, Л.А. Газарин, К.И. Бажин.** МЕРЗЛОТНО-ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ УЧАСТКА РАСПРОСТРАНЕНИЯ МЕЖМЕРЗЛОТНОГО ВОДОНОСНОГО КОМПЛЕКСА В РАЙОНЕ ИСТОЧНИКА ЕРЮЮ (ЦЕНТРАЛЬНАЯ ЯКУТИЯ) (№ 2, 2018, с. 29-38).

Изложены результаты многолетних криогидрогеологических исследований, проводимых сотрудниками Института мерзлотоведения им. П.И. Мельникова СО РАН в районе одного из круглогодично действующих источников межмерзлотных вод, находящегося на территории Центральной Якутии. На основе анализа данных буровых и геофизических исследований установлены плановые границы межмерзлотного водоносного горизонта, воды которого формируют источник Ерюю. Обработка режимных наблюдений за уровнем подземных вод позволила определить условия аккумуляции и сброски запасов подземных вод, а также установить ведущую роль наледей в гидродинамическом режиме межмерзлотных вод. Выявлены геотермические особенности верхних слоев горных пород, которые могут выступать в качестве поисковых признаков подземных вод на четвертой (бестяхской) надпойменной террасе р. Лена, выражающиеся в совпадении глубины максимального протаивания с глубиной залегания слоя годовых теплооборотов.