

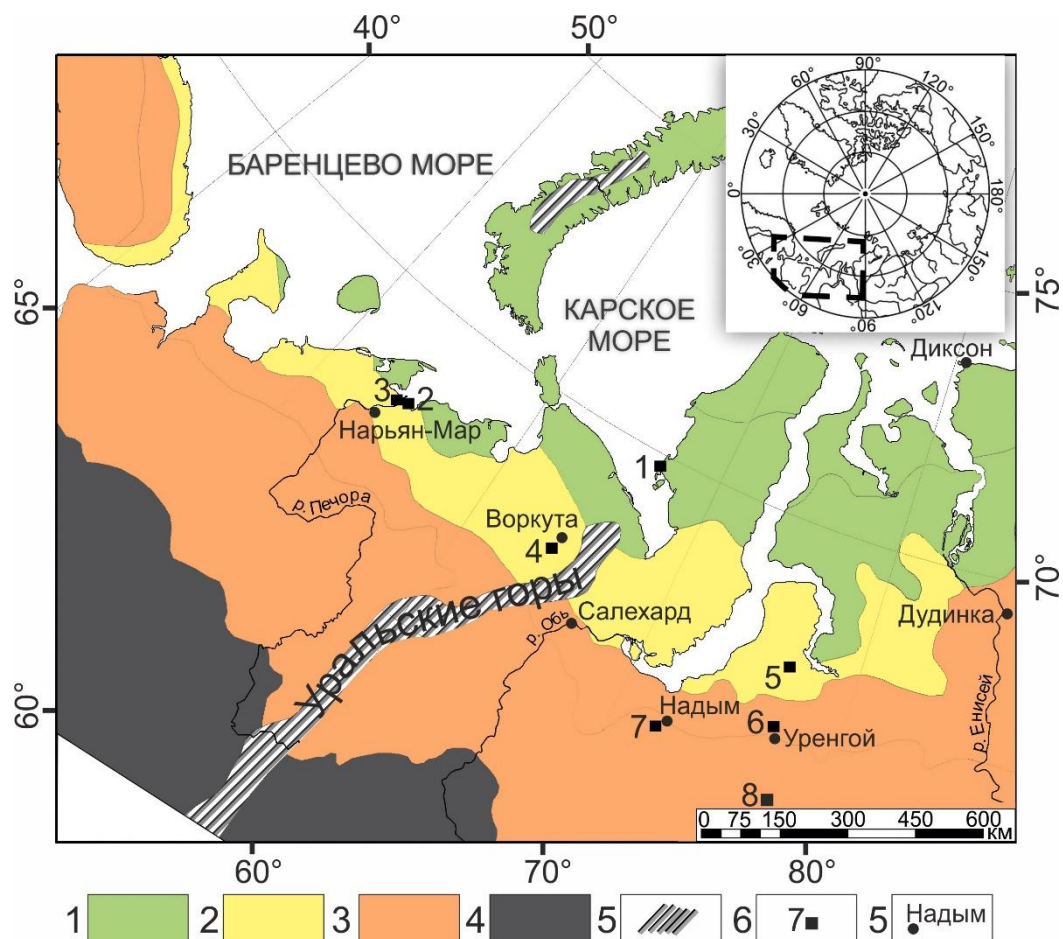
НАИБОЛЕЕ ВАЖНЫЕ МЕРОПРИЯТИЯ, ИССЛЕДОВАНИЯ И ДОСТИЖЕНИЯ ЗА 2019 год подробно

При поддержке the International Permafrost Association IPA/МAM в 2019 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/>

1. А.А. Васильев, Д.С. Дроздов, Г.В. Малкова, А.Г. Гравис, Г.Е. Облогов, А.А. Губарьков, Ю.В. Коростелев, О.Е. Пономарева, М.Р. Садуртдинов, И.Д. Стрелецкая, Д.А. Стрелецкий, Е.В. Устинова, Р.С. Широков. Деграция мерзлоты: результаты многолетнего геокриологического мониторинга в Западном секторе Российской Арктики // Криосфера Земли, 2020. № 1 (принята в печать).

На основе данных многолетнего мониторинга криолитозоны Европейского Севера и Севера Западной Сибири выявлен **новый ранее неизвестный природный феномен – повсеместная деграция многолетнемерзлых пород и опускание ее кровли** на 4 – 10 м вследствие климатических изменений. Установлено, что в зоне северной тайги и лесотундры оттаивание мерзлоты сверху протекает наиболее активно со скоростью до 0,6 м/год. В зоне южной тундры криолитозона в целом подготовлена к активному оттаиванию, здесь скорость оттаивания составляет пока 0,1 м/год. В зоне типичной тундры криолитозона остается стабильной и, согласно прогнозным оценкам, будет оставаться стабильной еще около 10-20 лет. Составлена оценочная карта – схема состояния мерзлоты в Западном секторе Российской Арктики (рис.).



На схеме зеленым цветом выделены регионы, в которых изменения мерзлоты находятся в приемлемых рамках. Желтым отмечены регионы с начинающейся деградацией мерзлоты и снижающейся несущей способностью оснований и фундаментов. Оранжевым выделены регионы, в которых происходит активная деградация мерзлоты и опускание ее кровли. Все крупные города находятся в зоне риска, здесь возможны недопустимые деформации и даже разрушения зданий и сооружений.

2. М.О. Лейбман и др.: воронки на Ямале

Исследования, проведенные со времени обнаружения воронок в 2014 г. на Ямале, включали полевые, лабораторные и дистанционные исследования. Были установлены особенности образовавшихся форм рельефа, специфический геологический разрез, свойства многолетнемерзлых пород на участках появления воронок и глубина залегания подземных льдов в их разрезе. Предложена концептуальная модель формирования воронок газового выброса (рисунок) и построена карта оценки территории по устойчивости к формированию воронок газового выброса. Основные факторы формирования воронок газового выброса – это район высокого газонасыщения верхних горизонтов пород, к которым относится север Западной Сибири, и существование в разрезе мощных прослоев подземного льда, способствующих накоплению газа. Тренд повышения температуры мерзлых пород, сопровождающийся экстремально высокими летними температурами в отдельные годы, послужил триггером процесса.

Лейбман Марина Оскаровна, Хомутов Артем Валерьевич, Дворников Юрий Александрович, Бабкина Елена Алексеевна, Хайруллин Рустам Рустамович (ИКЗ ТюмНЦ СО РАН); Кизяков Александр Иванович, Стрелецкая Ирина Дмитриевна, Зимин Михаил Викторович (МГУ им. М.В.Ломоносова); Сонюшкин Антон Владимирович, Инженерно-технологический центр «СканЭкс»; Ванштейн Борис Георгиевич, Семенов Петр Борисович, ФГБУ «ВНИИОкеангеология»

Серия публикаций о новом криогенном явлении – воронках газового выброса в высокорейтинговых журналах. Основные статьи:

1. Арефьев С.П. и др. Дендрохронологическая реконструкция процесса формирования газового бугра на месте Ямальской воронки // Криосфера Земли. 2017. Т. 21. № 5. С. 107–119.
2. Бабкина, Е.А. и др. Активизация криогенных процессов на территории Центрального Ямала как следствие региональных и локальных изменений климата и теплового состояния пород // Метеорология и гидрология. - 2019. - № 4. - С. 99-109.
3. Кизяков А.И. и др. Геоморфологические условия образования воронки газового выброса и динамика этой формы на Центральном Ямале // Криосфера Земли, Т.ХІХ, №2, 2015, С. 15–25.
4. Лейбман М.О., Кизяков А.И. Новый природный феномен в зоне вечной мерзлоты // Природа, №2, 2016, С. 15–24.
5. Dvornikov Y, и др. Terrestrial CDOM in Lakes of Yamal Peninsula: Connection to Lake and Lake Catchment Properties. Remote Sensing, 10(2), 2018, 167.
6. Dvornikov Y, и др. Gas-emission craters of Yamal and Gydan peninsulas: a proposed mechanism for lake genesis and development of permafrost landscapes. Permafrost and Periglacial Processes, 30, 2019:146–162.
7. Kizyakov, A. и др. Microrelief associated with gas emission craters: Remote-sensing and field-based study. Remote Sensing, (10) 2018: 677.
8. Kizyakov, A. и др. Comparison of Gas Emission Crater Geomorphodynamics on Yamal and Gydan Peninsulas (Russia), Based on Repeat Very-High-Resolution Stereopairs // Remote Sensing, 9(10), 2017, 1023.
9. Savvichev A.S. и др. Microbiological Study of Yamal Lakes: A Key to Understanding the Evolution of Gas Emission Craters. GEOSCIENCES, 8, 2018, 478.
3. Совместный финско-российский проект «Механизмы, траектории и пятнистость изменений арктических экосистем, вызванных потеплением климата (КлимЭко)» провел свое совещание о ходе работы 5-6 марта 2019 года в Финском метеорологическом институте (Хельсинки, Финляндия). Повестка дня встречи включала основные доклады руководителей проектных групп Финляндии и России, обсуждение первых результатов и планирование дальнейшей работы в каждом рабочем пакете. Дмитрий Дроздов и Глеб Облогов приняли участие во встрече с российской стороны от Тюменского государственного университета. В частности, были представлены результаты обработки данных более 100 метеостанций в российской Арктике и Субарктике. Показано распределение пространственно-временной изменчивости трендов основных климатических параметров. На совещании было 12 человек. Из Финляндии (7), России (3) и Норвегии(2).

**Институт мерзлотоведения им. П.И. Мельникова СО РАН (ИМЗ СО
РАН) <http://mpi.ysn.ru>
Основные итоги 2019 года**

На основе анализа Кадастра наледей Северо-Востока СССР (1958), топографических карт и современных космических снимков создана картографическая база данных наледей в

бассейне р. Индигирка. По данным космической съёмки Landsat за 2013–2017 гг. в пределах рассматриваемой территории выявлены 1213 наледей с суммарной площадью 1287 км² (Рис. 1). Проведено сопоставление исторических и современных данных. По современным космоснимкам установлены и оценены параметры более чем по 600 наледям, которые отсутствовали в кадастре 1958 г. Современная площадь наледей оказалась в 1,6 раза меньше по сравнению с серединой XX века, в том числе, крупнейшей в мире Момской наледи. Динамика наледей может рассматриваться как индикатор влияния изменения климата на мерзлотно-гидрогеологические и гидрологические условия в труднодоступных регионах криолитозоны (ИМЗ СО РАН, в.н.с., к.т.н. О.М. Макарьева).

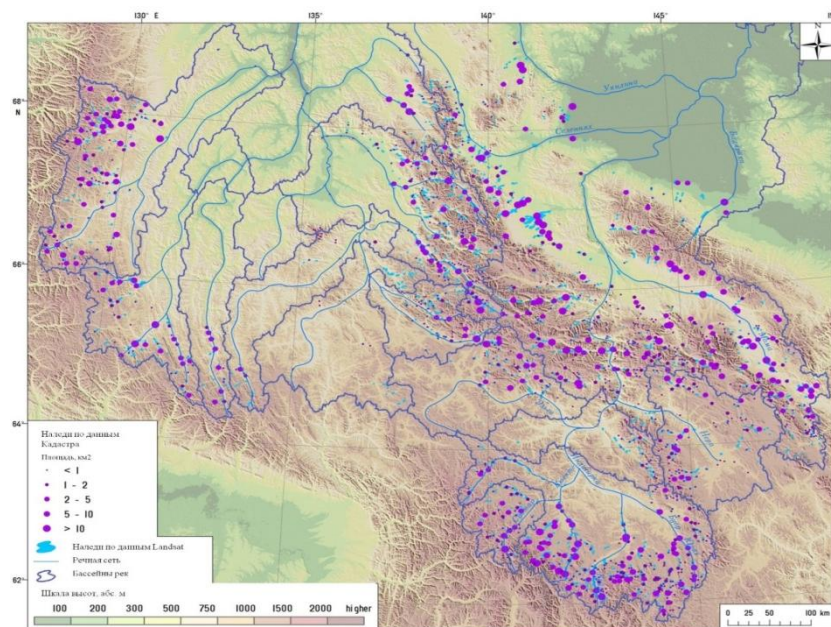


Рис.1. Наледи в бассейнах рр. Яны и Индигирки на основе данных Кадастра (1958) и современных снимков Landsat

Результаты опубликованы:

1. Макарьева О.М., Шихов А.Н., Остахов А.А., Нестерова Н.В. Наледи бассейна р. Индигирка по современным снимкам Landsat и историческим данным с 2019 г. // Лёд и Снег. 2019;59(2):201-212. <https://doi.org/10.15356/2076-6734-2019-2-388> РИНЦ ИФ=0,842
2. Makarieva, O., Shikhov, A., Nesterova, N., and Ostashov, A. (2019) Historical and recent aufeis in the Indigirka River basin (Russia) // Earth Syst. Sci. Data, 11, 409-420, <https://doi.org/10.5194/essd-11-409-2019> Q1, IF 10.951.

Конференции

1) С 24 по 27 июня 2019 г. в г. Якутске в Институте мерзлотоведения им. П.И. Мельникова СО РАН (ИМЗ СО РАН) прошла Всероссийская научно-практическая конференция с международным участием «Теплофизика и энергетика Арктических и Субарктических территорий» (ТЭАСТ-2019), посвященная 80-летию со дня рождения д.т.н. Рева Ивановича Гаврильева, внесшего большой вклад в изучении теплофизических свойств горных пород и напочвенных покровов (Рис.2). В программный комитет конференции вошли известные ученые страны: д.ф.-м.н., акад. РАН Фортон В.Е. – научный руководитель ИОВТ РАН, Москва; д.ф.-м.н., чл.-корр. РАН Маркович Д.М. – директор ИТ СО РАН, Новосибирск и др.



Рис. 2. Группа участников конференции ТЭАСТ-2019

На конференции обсуждались вопросы по четырем секциям:

- Теоретическая и вычислительная теплофизика (Термомеханика и теплообмен в многофазных средах, численное моделирование);
- Практические аспекты теплофизики в холодных регионах (Результаты исследований теплофизических свойств веществ; методы, приборы, автоматизированные системы для изучения теплофизических свойств веществ (горных пород и грунтов). Методы и средства теплофизических измерений);
- Энергетика (Теплотехника. Энергообеспечение. Эффективные технологии энергообеспечения арктических территорий. Нетрадиционные и возобновляемые источники энергии);
- Геотеплофизика (Мерзлотоведение. Горная теплофизика. Теплофизика ландшафтов).

В работе приняли участие 118 человек, из которых около 20 ученых и специалистов из ведущих научно-исследовательских институтов и вузов страны из Москвы, Санкт-Петербурга, Новосибирска, Иркутска, Омска и Красноярска (Рис. 3.). Из Якутска было 96 человек из научно-исследовательских институтов, из Центра стратегических исследований РС(Я), а также из ведущих вузов региона СВФУ и ЯГСХА. Активное участие в дискуссии приняли слушатели конференции из компаний Якутскэнерго, Сахаэнерго, Сахатрансфетгаз и др.



Рис. 3. Пленарный доклад члена-корреспондента РАН В.А. Стенникова

В рамках секций конференции было заслушано 103 доклада, из них 70 устных и 33 стендовых.

Обсуждены результаты исследований с использованием современного и эффективного метода математического моделирования теплового режима мерзлых грунтов при добыче газа, при горнодобывающих работах с учетом промерзания-оттаивания грунтов и др.

Рассмотрены методы измерения теплофизических характеристик материалов и веществ, экспериментальных методов исследования процессов тепломассообмена. В докладах были представлены вопросы энергетической политики, стратегии и безопасности, а также анализ и перспективы развития возобновляемых источников энергии и др.

Доклады и дискуссия касались также вопросов изменения климата и её влияния на криолитозону, мониторинга теплового состояния многолетнемерзлых грунтов, теплофизических свойств грунтов и горных пород, применения новых методов в теплофизике ландшафтов и картографировании, тепло- и влагопереносу в промерзающих-протаивающих грунтах, а также строительства и безопасной эксплуатации зданий и сооружений в криолитозоне.

По результатам работы секций были отмечены лучшие доклады среди молодых исследователей (Рис. 4).



Рис. 4. Директор ИМЗ СО РАН д.г.-м.н. М.Н. Железняк вручил диплом за лучший доклад среди молодых исследователей Р.Г. Сысолятину

Участники конференции отметили высокий уровень организации конференции и приняли решение о проведении следующей конференции в 2021 г. на базе Института физико-технических проблем Севера им. В.П. Ларионова СО РАН, посвятив её 85-летию д.т.н., профессора, заслуженного деятеля науки ЯАССР и РФ Эдуарда Антоновича Бондарева.

Научно-методические семинары, проведенные в ИМЗ СО РАН:

- российско-китайский научно-методический семинар на тему «Геокриологические исследования в Азии. Перспективы и возможности создания совместной российско-китайской научно-исследовательской станции в Анабарском районе Республики Саха (Якутия)»;
- «Спутниковые данные об уровнях воды рек Якутии для прогнозов речного стока и гидрологических исследований». Выступил David Gustafsson, научный сотрудник Шведского метеорологического и гидрологического института, г. Норрчёпинг;
- «The role of increasing precipitation on permafrost on the Qinghai-Tibetan plateau». Выступил профессор Главной ключевой лаборатории инженерной геокриологии Северо-Восточного института экологии и природных ресурсов Китайской академии наук Dr. Wen Zhi;
- «Спорово-пыльцевая и радиоуглеродная история покровных дюнных отложений (дьолкуминская свита) Центральной Якутии». Выступили сотрудники лаборатории общей геокриологии ИМЗ СО РАН д.г.н. А.А. Галанин и м.н.с. М.Р. Павлова;
- «Методология комплексного геофизического мониторинга геокриологической среды при эксплуатации и строительстве крупных гидро - и горнотехнических сооружений в криолитозоне на примере промышленных объектов (инженерных сооружений) Западной Якутии». Выступил начальник ВНИМС ИМЗ СО РАН, к.т.н. С.А. Великин;

- «Интерактивная система контроля состояния криолитозоны». Выступили главный инженер ВНИМС ИМЗ СО РАН Иванов Ю.Г. и м.н.с. ВНИМС ИМЗ СО РАН Якимов А.Д.
- «Рабочее совещание (круглый стол) по вопросам возраста, инвентаризации и доизучения опорных разрезов позднечетвертичных отложений, археологических и палеонтологических памятников Центральной Якутии». Выступили д.г.н. А.А. Галанин (ИМЗ СО РАН) и в.н.с. Н.С. Кирьянов (АНИЦ АН РСЯ);
- «Научно-методические основы георадиолокации рек и озер криолитозоны ". Выступил старший научный сотрудник, к.т.н. лаборатории инженерной геокриологии ИМЗ СО РАН И.И. Христофоров.

Экспедиции

В 2019 г. проведены 10 экспедиций в Восточной Сибири, в горных областях Северного Тянь-Шаня, Алтая, Верхоянья по научному сопровождению строящихся и действующих крупных инженерных сооружений и природных объектов.

1. На базе Казахстанской высокогорной геокриологической лаборатории проведены полевые работы в бассейне р. Озерная на Северном Тянь-Шане с целью выявления гидрологической роли каменных глетчеров. Обследованы и опробованы родники и ручьи, вытекающие с каменных глетчеров Моренный, Городецкого и Туристов.

Заилийским экспедиционным отрядом продолжены экспедиционные исследования многолетне- и сезонномёрзлых пород на сети стационарных геотермических пунктов в различных ландшафтных условиях с круглогодичным циклом наблюдений в горах Заилийского Алатау (Северный Тянь-Шань) (Рис. 5). Руководитель – вед. инженер Крюков С.В.

Продолжены комплексные исследования на активных каменных глетчерах в бассейне р. Большой Алматинки сотрудниками лаборатории общей геокриологии Лыткиным В.М. и лаборатории подземных вод и геохимии криолитозоны Лебедевой Л. с участием сотрудников Казахстанской высокогорной геокриологической лаборатории и Института географии МОН РК. В летний период 2019 г. комплексные исследования проведены на каменных глетчерах, льдистых моренах и водотоках из-под каменных глетчеров в бассейне р. Большой Алматинки (хр. Заилийский Алатау).



Рис.5 . В. Лыткин, Л.Лебедева и В. Гончаренко при обследовании гляциально-криогенных 5 процессов в Северном Тянь-Шане (хр. Заилийский Алатау)

2. Полевой отряд «Южная Якутия (водосбор р. Гонам)» (нач. отряда Сысолятин Р.Г., г.н.с., д.г.-м.н. Железняк М.Н.). Исследования выполнялись в рамках базового проекта IX.135.2.1 (рук. М.Н. Железняк). Сроки проведения работ: 16 июля – 4 августа 2019 г.

Проведены рекогносцировочные работы для организации геотермических наблюдений на глубоких разведочных скважинах на территории Токориканской, Гувилгринской и Ытымджинской мезозойских впадинах Алданского щита. Проведена съемка температурных данных с логгеров ранее оборудованной мониторинговой сети. Выполнено геоботаническое описание на участках выделяемых контурах по космическим снимкам. На территории Ытымджинской впадины установлена автоматическая метеостанция, где фиксируются данные о температуре и влажности воздуха на высоте 2 и 0,4 м, скорость и направление ветра, величина солнечной прямой и отраженной радиации, температура грунта до глубины 1 метр, величина осадков, режим снегонакопления (рис. 6). Произведен отбор проб воды на химический анализ на реках Ытымджа и Гонам.

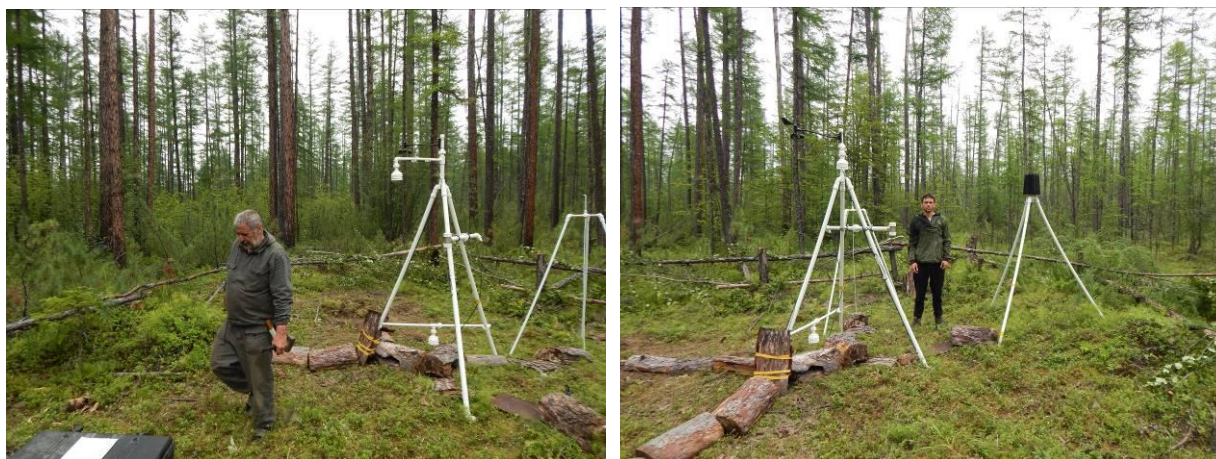


Рис.6 . Установка автоматической метеорологической станции с почвенно-измерительным комплексом в устье р. Ытымджа (впадение в р. Гонам)

3. Продолжен отбор образцов и пополнение базы данных стабильных изотопов (O^{18} и D) для различных водных и ледовых компонентов (атмосферных осадков, подземных льдов, поверхностных и межмерзлотных вод и др.) криогенно-эоловых ландшафтов Центральной Якутии (Восточная Сибирь) (Рис. 7). За отчетный период было отобрано и проанализировано более 150 новых образцов. На настоящий момент создаваемая в рамках настоящего проекта база данных насчитывает более 450 определений.



4. Успешно проведен очередной этап экспедиционных работ (круглогодично) по исследованию динамики геокриологической обстановки, оценки воздействия опасных криогенных и инженерно-геокриологических процессов на линейные сооружения в полосе отвода магистрального газопровода Сила Сибири в условиях меняющегося климата (Рис. 8). Начальник экспедиции В.В. Самсонова на совещании в ООО «Газпром трансгаз Томск, где были рассмотрены вопросы передачи ПАО «ВНИПИгаздобыча» (генпроектировщику) результатов завершенной НИР, ответила на все вопросы и подписала документ о передаче материалов по теме: «Разработка мероприятий по предотвращению, ослаблению или подавлению негативного влияния опасных криогенных процессов и явлений и опасных инженерно-геокриологических процессов и явлений в полосе отвода магистрального газопровода «Сила Сибири» при его строительстве и эксплуатации с учетом теплового и механического взаимодействия газопровода с грунтами».



Рис. 8. Вид на долину реки Большая Черепаниха, снятый беспилотным летательным аппаратом

5. Продолжены совместные исследования с коллегами из Главной ключевой лаборатории по инженерной геокриологии Северо-Восточного института экологии и природных ресурсов Академии наук Китая в рамках гранта РФФИ: №18-55-53041 ГФЕН_а «Сравнительное исследование конвективных потоков воздуха и воды и их влияние на состояние криогенных толщ Алдано-Станового нагорья и Тибетского плато». В рамках совместных исследований была организована поездка двух сотрудников лаборатории (н.с. Жирков А.Ф. и н.с. Кириллин А.Р.) в г. Ланьчжоу, Китай для создания экспериментальных установок по исследованию влияния инфильтрации жидких атмосферных осадков и внутригрунтовой конденсации на термовлажностный режим грунтов в условиях Тибетского плато (на высоте 4600 м) (рис. 9).

Опубликована совместная статья в журнале «International Journal of Advanced Biotechnology and Research (IJABR)», входящем в базу данных Web of science, а также две совместные статьи поданы к публикации в 2020 г. в журнале «Cold regions science and technology».



Рис.9. Моменты сооружения экспериментальной установки по исследованию влияния инфильтрации жидких атмосферных осадков на термовлажностный режим грунтов в условиях Тибетского плато

Международные связи

1) 26-27 октября 2019 г. В г. Лицзянь (Китай) состоялся Международный семинар "Изменения криосферы при потеплении климата: преодоление разрыва между наблюдениями и принятием решений». Цель семинара - обсуждение возможностей по расширению наблюдений за изменениями криосферы, моделирование и оценка криосферных изменений, выработка стратегий смягчения и адаптации в условиях быстрого изменения криосферы, а также установка путей коммуникации с теми, кто принимает решения.

Организаторами были: Главная государственная лаборатория криосферных наук, Северо-Западный институт экологии и природных ресурсов КАН (СЗЭПР), (г. Ланьчжоу, Китай); Институт мерзлотоведения им. П.И. Мельникова СО РАН (ИМЗ СО РАН, г. Якутск, Россия); Главная государственная лаборатория инженерной геокриологии СЗЭПР КАН (г. Ланьчжоу, Китай); Международный центр арктических исследований, Университет Аляски-Фэрбенкс (г. Фэрбенкс, США).

От ИМЗ СО РАН в работе семинара приняли участие заместитель директора, д.г.н. М.Н. Григорьев, главный научный сотрудник лаборатории общей геокриологии, д.г.н. А.А. Галанин, старший научный сотрудник лаборатории подземных вод и геохимии криолитозоны, к.г.-м.н. Л.А. Гагарин.

В рамках семинара проходило обсуждение вопросов сотрудничества ИМЗ СО РАН с китайскими и другими зарубежными организациями, а также был подписан меморандум с СЗЭПР о возможности создания международной геокриологической научно-исследовательской станции в Арктической зоне Северо-Востока России.

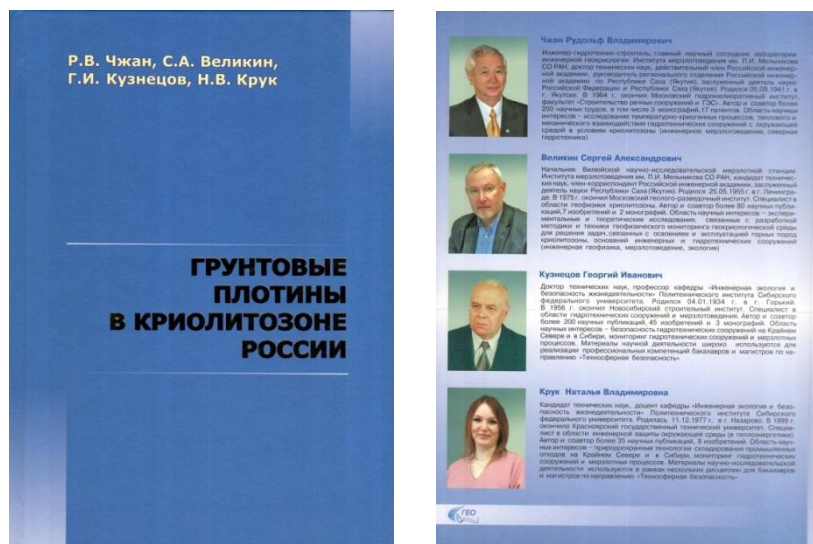


Подписание меморандума о возможности создания международной геокриологической научно-исследовательской станции в Арктической зоне Северо-Востока России 26-27 октября 2019 г., г. Лицзянь (Китай)

Публикации

В 2019 г. опубликовано около 400 научных работ, в т.ч. 4 монографии (одна издана в Китае) и 108 статей в отечественных журналах, включенных в перечень ВАК Минобрнауки РФ, и в зарубежных журналах, включенных в базы данных “Web of Science” и “Scopus”.

В ноябре 2019 г. в академическом издательстве «ГЕО» (г. Новосибирск) была опубликована монография Р.В.Чжана, С.А. Великина, Г.И. Кузнецова, Н.В. Крук «Грунтовые плотины в криолитозоне России».



Чжан Р.В. Грунтовые плотины в криолитозоне России / Р.В.Чжан, С.А. Великин, Г.И. Кузнецов, Н.В. Крук; отв. ред. Д.М. Шестернев. – Новосибирск: Академическое издательство «Гео», 2019. – 427 с. (37 уч.-изд.л.). ISBN 978-5-6042857-3-2 (СО РАН), ISBN 978-5-6043021-1-8 (АИ «Гео»)

В монографии сделано крупное обобщение опыта плотностроения в криолитозоне России. Представлены результаты натурных исследований формирования криогенно-температурного режима сооружений энергетического и водохозяйственного назначения, являющегося основой статической и фильтрационной устойчивости гидроузлов. Рассмотрены принципы работы грунтовых плотин в криолитозоне, а также экологические и природоохранные аспекты гидротехнического строительства в условиях меняющегося климата. Проанализирована роль геокриологического мониторинга и система его организации с использованием геофизических методов, позволяющих на ранних стадиях обнаруживать предпосылки начала фильтрации в криогенной среде. Предложены рекомендации по возведению и эксплуатации специальных гидротехнических сооружений - хвостохранилищ в условиях криолитозоны. Приведены инновационные разработки по возведению плотин способом скважинной гидродобычи и предложения по повышению устойчивости грунтовых плотин, используя криогенные ресурсы Земли.

При многообразии природно-климатических условий северных территорий, в которых построены и эксплуатируются гидроузлы, для успешной их работы необходимо применение комплекса мероприятий, специально разработанных для этих регионов. Главным условием успешной работы гидротехнических сооружений является соблюдение геокриологических принципов (талый, мёрзлый) использования грунтов тела и основания плотин в качестве противofiltrационной преграды. Большинство строительно-эксплуатационных комплексов в условиях криолитозоны были впервые в мировой гидротехнической практике разработаны и внедрены российскими инженерами. Монография найдет своего читателя в среде инженеров-гидротехников, научных сотрудников, специалистов и руководителей хозяйствующих субъектов, проектирующих, строящих и эксплуатирующих гидроузлы в криолитозоне.

Защита диссертаций

В ноябре 2018 г. успешно защитили свои диссертационные работы следующие молодые научные сотрудники ИМЗ СО РАН (до 35 лет) (рис. 10):

- научный сотрудник лаборатории общей геокриологии Я.В. Тихонравова – на соискание ученой степени кандидата геолого-минералогических наук по теме «Особенности строения полигонально-жильных льдов севера Гыданского полуострова и Пур-Тазовского междуречья»;
- научный сотрудник лаборатории геотермии криолитозоны А.Ф. Жирков – на соискание ученой степени кандидата технических наук по теме «Влияние инфильтрации летних атмосферных осадков и внутригрунтовой конденсации на формирование температурного режима грунтов в Центральной Якутии»;
- младший научный сотрудник лаборатории ГИС и картографирования криолитозоны С.В. Калиничева – на соискание ученой степени кандидата географических наук по теме «Методика выявления мерзлых и талых пород с использованием тепловых космических снимков в горных районах Южной Якутии».



Рис. 10. Диссертанты, успешно защитившие работы на диссертационном совете ИМЗ СО РАН в 2018 г. Слева направо: А.Ф. Жирков, Я.В. Тихонравова, С.В. Калиничева.

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

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

В результате полевых и лабораторных исследований, проведённых Институтом геоэкологии РАН, доказана принципиальная возможность фильтрации парниковых газов в многолетнемёрзлых породах при повышении их температуры. Исследования имеют высокую значимость в связи с современной гипотезой роста поступления парниковых

газов в атмосферу Арктики при оттаивании многолетней мерзлоты грунтов. Полученные результаты показывают, что эмиссия парниковых газов в атмосферу начинается раньше, чем завершится полное оттаивание грунтов. Это обстоятельство необходимо учитывать при составлении прогнозов поступления парниковых газов из многолетнемерзлых пород под воздействием глобального потепления климата и техногенного влияния инженерных объектов.

Московский государственный университет и ИГЭ РАН совместно с Норвегией реализовали второй этап российско-норвежского проекта «Научно-исследовательское образование в области холодных технологий» (RuNoCORE). Московский государственный университет и Норвежский институт науки и технологий имеют многолетнюю историю научного сотрудничества в области арктического и холодного региона, которое могло бы дать лучшее образование студентам обоих университетов. Благодаря этому сотрудничеству мы лучше понимаем культуру и традиции, которые следует распространять среди студентов. Основная деятельность в рамках проекта состоит в том, чтобы пригласить норвежских студентов на полевые работы в Северной части России и организовать общий интенсивный курс в обеих странах для студентов из России и Норвегии. На деле этот проект стал международным в 2019 году (рис. 1). Студенты из Гренландии, Дании, Италии и Норвегии участвовали в учебной и научной практике. Взаимный обмен исследовательскими методами и педагогической практикой способствует будущему общему пониманию тенденций изменения ландшафта и инфраструктурных рисков в Арктике (рис. 2).



Рис. 1. Международная студенческая станция near Хановей/Khanovey



Fig. 2.

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

**Федеральное государственное бюджетное учреждение науки «ФЕДЕРАЛЬНЫЙ
ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЦЕНТР «ПУЩИНСКИЙ НАУЧНЫЙ ЦЕНТР
БИОЛОГИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК»
(ФИЦ ПНЦБИ РАН)**

Отчет о деятельности лаборатории криологии почв за 2019 год

1. Были подведены и опубликованы результаты экспериментов на космическом аппарате БИОН-М1. Результаты эксперимента “Экзобиофрост” на биоспутнике БИОН-М1 показали, что воздействие факторов космического полета (ионизирующее излучение, перегрузки и температурные перепады) не привели к полной стерилизации образцов многолетнемерзлых пород. Значительная часть бактериального сообщества сохранила жизнеспособность после полетного эксперимента. Послеполетный анализ и сравнение с контрольными образцами показали, что современные тундровые кольпеды более устойчивы к воздействию условий космоса, чем ископаемые представители, а штаммы *Colpoda steinii* более устойчивы, чем инфузории вида *Exocolpoda augustini*. Наибольшую устойчивость в эксперименте продемонстрировали цисты акантамеб (*Acanthamoeba* sp.), и их можно рассматривать в качестве модельных организмов для дальнейших экспериментов как в космическом пространстве, так и на Земле.

Ривкина Е.М., Спирина Е.В., Шатилов А.В., Шмакова Л.А., Абрамов А.А. Микроорганизмы вечной мерзлоты в космическом пространстве: результаты эксперимента “ЭКЗОБИОФРОСТ”. *Криосфера Земли*, 2019, т. XXIII, № 6, с. 27–36. doi: 10.21782/KZ1560-7496-2019-6(27-36)

2. Получены данные о разнообразии анаэробных и аэробных прокариот в образцах, отобранных на глубине от 0.5 до 3.7 м скважин в многолетнемерзлых отложениях в экспедиции Государственного научного центра “Арктический и Антарктический научно-исследовательский институт” в 2019 г. Определена численность органотрофных микроорганизмов, которая для аэробов варьировала от $3.29 \cdot 10$ до $7.0 \cdot 10^4$ КОЕ/г, для анаэробов – от $3.0 \cdot 10$ до $2.3 \cdot 10^4$ кл/г. В

отдельных пробах при анаэробном культивировании наблюдалось образование метана и ацетата, тогда как сульфат- и железовосстанавливающие прокариоты не были обнаружены ни в одной из проб. В процессе исследований было выделено 60 штаммов аэробных психрофильных и психротолерантных бактерий. Таксономическое положение выделенных микроорганизмов установлено путем секвенирования генов 16S рРНК и с помощью МАЛДИ масс-спектрометрии. Созданная коллекция штаммов состояла из представителей филумов *Actinobacteria*, *Firmicutes*, *Betaproteobacteria* и *Gammaproteobacteria*.

Трубицын В.Э., Рыжманова Я.В., Захарюк А.Г., Ошуркова В.И., Лауринавичюс К.С. Спирина Е.В., Щербакова В.А., Ривкина Е.М. *Криосфера Земли*, 2019, т. XXIII, № 6, с. 37-46. doi: 10.21782/KZ1560-7496-2019-6(37-46)

3. Были обобщены данные по глубине сезонного оттаивания, собранные в различных районах вечной мерзлоты северо-восточной Азии за период 1995–2018 гг. Эмпирические наблюдения проводились в рамках международной программы CALM на площадках, расположенных в районах Яно-Индибирской и Колымской низменностей, на Чукотском полуострове, и дополнен 10-летними наблюдениями с площадок вулканических горных районов Камчатки.

Наблюдения за глубиной оттаивания, полученные с помощью механического зондирования в конце сезона оттаивания и максимальной сезонной температуры грунта сравнивались с замерами температуры воздуха. Было установлено, что данные с 24 сайтов выявляют разные тенденции изменения мощности сезонно-талового слоя (ALT). В общем, между ALT и летним воздухом существует положительная связь температуры. С начала 2000-х годов положительные ALT –аномалии (по сравнению со средними данными по всем участкам) преобладают на Колыме и на Чукотке.

Abramov, A., Davydov, S., Ivashchenko, A., Karelin, D., Kholodov, A., Kraev, G., Lupachev, A., Maslakov, A., Ostroumov, V., Rivkina, E., Shmelev, D., Sorokovikov, V., Tregubov, O., Veremeeva, A., Zamolodchikov D. Zimov, S. Two decades of active layer thickness monitoring in northeastern Asia. *Polar Geography*, 2019. pp.1-17. <https://doi.org/10.1080/1088937X.2019.1648581>

4. С 15 по 18 Апреля 2019 на базе лаборатории криологии почв проводилась международная конференция по мерзлотоведению: “Solving the Puzzles from Cryosphere”. В конференции приняли участие 150 человек, в том числе 12 из-за рубежа. С материалами конференции можно ознакомиться на сайте лаборатории: http://cryosol.ru/images/phocagallery/conference/cryospherepuzzles/PushchinoPe_rmafrost_ConferenceProgrammAbstracts2019_compressed.pdf

МГУ имени М.В. Ломоносова, Географический факультет, кафедра криолитологии и гляциологии 2019

Исследования 2019 года проводились по нескольким направлениям, традиционно выделяющимся в научной работе коллектива кафедры криолитологии и гляциологии.

В.В. Роговым продолжены работы по изучению криогенных свойств лессовых пород России. Проведен криолитологический анализ минерального вещества для оценки палеогеографических условий времени образования лессов по образцам двух разрезов Нижнего Поволжья (Средняя Ахтуба и Черный Яр). Показано, что в условиях сезонного

промерзания в плейстоцене происходили процессы криогенного преобразования отложений, способствовавшие формированию состава и свойств лёссов достаточно большой мощности (Рогов и др., 2019б).

Проведено изучение изотопного состава различных категорий воды в тонкодисперсных грунтах. Показано, что связанная вода (в мерзлом состоянии незамерзшая) имеет отличные характеристики изотопного состава в отличие от свободной (объемной воды) (Рогов и др., 2019а).

В атласе-монографии «Российская Арктика: Пространство. Время. Ресурсы» (2019) опубликована карта «Вечная мерзлота России на континенте и Арктическом шельфе» масштаба 1:20 000 000, составленная Н.А. Шполянской, Н.В. Тумель и Н.А. Королевой. Также в этом издании опубликованы подготовленная М.Н. Ивановым серия карт с пояснительными текстами и иллюстрациями, отображающих современное оледенение Российской Арктики и его изменения в прошлом.

Н.А. Шполянской продолжено исследование динамики климата Земли и ее причин, опубликована монография (Shpolyanskaya, 2019). Получен новый материал по температуре воздуха за последние годы, продлен график температурного хода для серии метеостанций Западной Сибири, начатый в 1960-х годах. Температурный ход совпадает с общепланетарным и дает хорошее представление о динамике современного климата. Получены новые данные по изменению солнечной активности за последние 300 лет, на которых четко прослеживается прямая связь изменения современной температуры воздуха с циклическим изменением солнечной активности (чисел Вольфа). Подготовлена и опубликована статья, в которой приводятся конкретные данные наблюдений как система доказательств естественной природы происходящих изменений климата (Шполянская, 2019). В этой же публикации приведена некоторая критика и “нестыковки” в позиции ведущей роли антропогенного влияния на глобальное изменение климата.

И.Д. Стрелецкой (2019) проанализированы новые данные по палеомерзлоте на Русской равнине и установлена роль реликтового криогенного микрорельефа как фактора современного перераспределения почвы и загрязняющих веществ на распаханых водосборных склонах. Проведена реконструкция мерзлотных событий на территории Нижнего Поволжья и Предуралья с использованием комплекса методов.

И.Д. Стрелецкой и В.А. Фединым совместно с коллегами из ИКЗ ТюмНЦ СО РАН детально описано и апробировано береговое обнажение высотой 18 м в районе полярной станции Марре-Сале (западное побережье п-ова Ямал). Практически полное отсутствие метана в верхней части разреза свидетельствует об оттаивании этой части разреза в прошлом. Показано, что такой параметр как концентрация метана можно использовать как индикатор происходивших геологических процессов. Концентрация метана в мерзлых отложениях указывает на вероятность их оттаивания и переотложения (Федин и др., 2019). Установлены значения изотопного состава метана, определены содержание и генезис метана в сезонно-талом слое мерзлых пород.

Кизяков А.И. и Стрелецкая И.Д. с коллегами проанализировали характеристики химического, изотопного и газового состава однолетнего морского льда по данным кернов дрейфующих станций БАРНЕО за 2013–2015 гг. (Кизяков и др., 2019). Полученные данные по засолению горизонта снега, залегающего на поверхности льда, могут быть использованы при палеогеографических реконструкциях в Арктике с использованием анализа состава полигонально-жильных льдов. Возможность переноса морских солей не только с поверхности открытой воды, но и с поверхности морского льда можно использовать как инструмент для восстановления положения береговой линии на основании данных по составу жильных льдов.

И.Д. Стрелецкой исследованы особенности криогенного строения четвертичных отложений берегов Гыданского полуострова. Обобщены данные по подземным льдам, составу льда, значениям изотопов воды из льда, составу и включения вмещающих лед отложений (Письменюк и др., 2019).

Ю.Б. Баду на основе разработанной авторской концепции субаквального криолитогенеза морских отложений криогенной толщи газоносных структур рассмотрены газопроявления в толще морских отложений Ямала. При выявлении опасных криогенных процессов, создающих аварийные ситуации на газопромыслах, установлено, что криолитологическая концепция газонасыщенности морских отложений предполагает возможность превращения бугра пучения в воронку газового выброса. Получены предварительные результаты географического анализа применимости высказанной концепции. Впервые показана приуроченность бугров пучения к газоносным площадям, к морским и лагунно-морским террасам исследованной территории, отмечены максимумы плотности их расположения (Nikitin, Badu, 2019).

Морфодинамическая типизация и районирование берегов острова Колгуев (Kizyakov et al., 2019) выполнены на основе анализа ряда разновременных спутниковых данных, собственных полевых материалов и литературных источников по геоморфологическому строению и литодинамике береговой зоны.

В.И. Гребенцом, Ф.Д. Юровым и В.А. Толмановым выявлены региональные аспекты взаимодействия криогенных процессов и инфраструктуры (Юров, Гребенец, 2019), в частности, для Ямало-Ненецкого АО для крупных пунктов Ямало-Ненецкого АО оценена степень пораженности территории криогенными процессами и уровень опасности геокриологических процессов для зданий и сооружений (Толманов, Гребенец, Юров, 2019). Осуществлен анализ проблемы создания единой системы мониторинга криогенных процессов (Tolmanov, 2019).

Для криолитозоны России проведены специальные исследования по оценке деструктивного влияния крупных техногенных отвалов, перемещающихся по типу каменных глетчеров (Гребенец и др., 2019, а). Обобщены сведения о складировании отходов в криолитозоне и оценено (по пяти группам) их негативное воздействие на геокриологические условия хозяйственно освоенных территорий (Гребенец и др., 2019, б). Отдельный цикл исследований посвящен устойчивости транспортных систем в криолитозоне при развитии опасных криогенных процессов (Гребенец и др., 2019, в); опробована новая методика мониторинга деформаций линейных сооружений в криолитозоне с помощью лазерного сканирования (Iurov, Marchenko, 2019).

В.И. Гребенцом и В.А. Фединым в рамках проведения учебной практики по криолитологии (июль 2019 года: низовья Оби, юг Ямала) получены сведения о характере протекания криогенных процессов в различных ландшафтных и литологических условиях, осуществлено несколько сотен термометрических измерений для оценки теплового влияния различных растительно-почвенных тундровых покровов на глубину сезонного оттаивания и терморегим вечномерзлых грунтов.

Изучение мерзлотно-ландшафтной обстановки вблизи железнодорожного перехода через р. Щучья, Южный Ямал (Комова и др., 2019) позволило определить состояние инженерного сооружения и его влияние на многолетнемёрзлые породы. Как показали полевые работы и камеральный ландшафтно-мерзлотный анализ, состояние перехода находится в удовлетворительном состоянии, а его воздействие на криолитогенную основу незначительно.

Под руководством В.И.Гребенца и Д.А.Стрелецкого проведены Международные Арктические Полевые Курсы по мерзловедению и североведению совместно с географическим факультетом Университета Джорджа Вашингтона (George Washington University). В этой летней школе было 23 участника, из них 7 – с географического факультета МГУ. Студенты изучили ландшафтно-мерзлотные особенности Аляски в различных географических зонах (северная тайга, лесотундра, южная, типичная и северная тундра) и геолого-геоморфологических условиях: горы, предгорья, прибрежные равнины. В ряде пунктов проведены мониторинговые работы по изучению динамики сезонного оттаивания и его географической дифференциации с юга на север, были показаны особенности строения и температурного режима криолитозоны Аляски.

Освещены методы строительства и управления мерзлотной обстановкой в условиях криолитозоны, от зданий на легких поверхностных фундаментах до крупных инфраструктурных объектов нефтяного месторождения и прокладки линейных сооружений (дороги и трубопроводы различных типов). Организован ряд лекций и семинаров по изучению социально-экономических аспектов развития и функционирования Арктической зоны, таких как, например: развитие энергетики, проблематика доставки питания, обработка и утилизация отходов.

Н.В. Тумель и Л.И. Зотовой обобщены результаты многолетних работ научного коллектива кафедры по геоэкологическим исследованиям в криолитозоне (Tumel, Zotova, 2019). Предложен ряд концептуальных положений оценки и картографирования геоэкологических ситуаций при антропогенном нарушении поверхности в криолитозоне РФ с точки зрения устойчивости ландшафтов к активизации опасных криогенных процессов. Впервые показана пошаговая процедура диагностики мерзлотно-экологических ситуаций в обзорно-региональных масштабах с использованием методов ландшафтной индикации, дешифрирования, экспертных оценок и статистических расчетов. Проанализированы различные способы экспертной оценки состояния природных ландшафтов, включая метод мультикритериального анализа, широко применяемый зарубежными учеными. Обоснован выбор ведущих факторов литокриогенной устойчивости - распространение мерзлых пород по площади, их среднегодовая температура, льдосодержание (влажность) и протекторные свойства растительного покрова (Zotova, Dedjusova, 2019). Активизация криогенных процессов оценивается в соответствии с их площадью, скоростью развития и затухания, нарушением естественных ландшафтов, угрозой для функционирования инженерных сооружений. Проведен ГИС-анализ базовых карт мерзлотного и ландшафтного содержания. Как итог разработаны три мелкомасштабные карты региональных сочетаний опасных криогенных процессов в пределах криолитозоны России. Статья с результатами работ опубликована в журнале *Geosciences*, в специальном выпуске *Permafrost Landscapes: Classification and Mapping* (Ландшафты криолитозоны: классификация и картографирование).

Проведена многофакторная экспертная оценка литокриогенной устойчивости геосистем к проявлению опасных экзогенных процессов с использованием весовых коэффициентов и интервальной центовой шкалы на примере ключевого участка «Медвежье». Установлено, что в зоне тундры Западной Сибири наибольшее влияние на потенциальную активизацию процессов оказывают: сильнольдистые (>40%) породы – торф и оторфованные суглинки; высокотемпературные ($-1,0^{\circ} \dots -0,5^{\circ}\text{C}$) мерзлые породы; максимальные теплоизоляционные свойства торфяно-моховых покровов; длительное или неполное самовосстановление растительности (Donetzkov, Zotova, 2019).

В.И. Гребенцом и А.А.Маслаковым проведены ежегодные мониторинговые работы по изучению динамики сезонного протаивания грунтов в рамках программы CALM (Circumpolar Active Layer Monitoring program) на площадках в районе Талнаха (на севере Красноярского края) и на Восточной Чукотке.

Продолжен 20-летний ряд наблюдений за сезонным промерзанием грунтов в Центральной России. Традиционно под руководством В.И.Гребенцом, с участием В.А.Федина организованы и проведены два выезда зимней учебной школы – учебно-научные выездные полевые семинары кафедры криолитологии и гляциологии на базе Звенигородской биостанции МГУ имени М.В.Ломоносова.

Под руководством Поповнина В.В. проведён комплекс 4-месячных полевых работ в бассейне репрезентативного горного ледника Джанкуат на Центральном Кавказе (Rets et al., 2019). По результатам проведенных работ численно рассчитаны важнейшие показатели его состояния за 2018/19 балансовый год: аккумуляция вычислена равной 2860 мм вод.экв. а абляция – 3260 мм. Обе величины по модулю на 15-18% превышают свои среднемноголетние значения, так что итоговый баланс массы оказывается отрицательным

(-400 мм), что означает чистую убыль вещества примерно на 120 мм больше, чем в среднем за 50 лет. Прошлогодний положительный баланс остаётся исключением - единственным неотрицательным значением за последние 14 лет. Объём жидкого годового стока с ледника составил 8,76 млн.куб.м, что лишь незначительно уступает многолетней норме в 8,87 млн.куб.м. Эти количественные значения показателей внешнего массообмена ледника вошли составной частью в ежегодный национальный отчёт для Всемирной службы мониторинга ледников (<https://wgms.ch/latest-glacier-mass-balance-data>), пополнив базу данных геоинформационной системы локального уровня (Rets e.a., 2019).

Изменения в состоянии горного оледенения отслеживались В.В.Поповниным в ходе полевых работ 2019 г. и в других горных системах Земли. Так, для киргизских ледников Внутреннего Тянь-Шаня (Карабаткак в хр.Терской-Алатоо, Сары-тор и Борду в массиве Акшийрак) также рассчитаны сугубо отрицательные значения их вещественного баланса (-540, -850, -960 мм, соответственно). Периферийные участки тянь-шанского оледенения при этом оказываются в меньшей степени подвержены влиянию неблагоприятных климатических условий по сравнению с ледниками вглуби горной системы.

В Патагонии отступление конца ледника Де лос Трес в Аргентинских Андах (статья В.В.Поповнина в печати) ускорилося в связи с выходом ледникового фронта с акватории прогляциального озера на крутую скальную облицовку озёрной котловины: за минувший 2018/19 балансовый год отступление составило 68 м в ортогональной проекции и 23 м по высоте: в марте 2019 г. низшая отметка языка располагалась на уровне 1228 м над уровнем моря. По итогам наземной цифровой съёмки составлена ЦМР бассейна на март 2019 г.: согласно ей, ортогональная площадь ледника уже сократилась до 0,732 км² (уменьшение на 0,021 км² за 2018-2019 гг.). Это означает 30%-ное уменьшение в размерах за последние 56 лет.

Д.А.Петраковым и Н.В.Коваленко продолжены наземные исследования на леднике Колка. Совместно с коллегами проведена повторная воздушная и наземная стереосъемка, построены цифровые модели поверхности ледника с погрешностью около 1 м. Получены данные за 2018-2019 гг. с камеры, производящая съёмку этого ледника раз в 3 часа. На основе обработки материалов прошлых лет установлено, что в 2014–2017 гг. поверхность ледника Колка повышалась в среднем на 2,2 м/год, что резко контрастирует с понижением поверхности опорных для Кавказа ледников Джанкуат и Гарабаши. С 2002 г. объём ледника Колка увеличился почти на 50 млн м³. На фоне сокращения кавказских ледников этот ледник продолжает набирать массу (Аристов и др., 2019).

На основе сопоставления разновременных материалов дистанционного зондирования Земли и топографических карт установлено, что в 1997-2017 гг. площадь ледников Эльбруса сократилась на 10,8%, с 125,8 до 112,2 км². Баланс массы ледников в тот же период составил -0,55 м вод.экв. в год. Это сопоставимо с балансом опорных для Кавказа ледников Джанкуат и Гарабаши. Темпы потери массы ледников Эльбруса увеличились в три раза по сравнению с 1957-1997 гг. (Kutuzov et al., 2019).

Д.А.Петраковым продолжен цикл работ по исследованию оледенения Тянь-Шаня (Петраков и др., 2019). Создан Каталог ледников массива Ак-Шийрак по состоянию на 2018 г. Установлено, что в 2018 г. площадь оледенения массива Ак-Шийрак составила 335 км². В массиве Ак-Шийрак наиболее быстро сокращаются малые ледники, расположенные на склонах южной экспозиции. Это объясняется повышенным вкладом длинноволновой радиации в энергетический баланс ледников, размеры которых меньше вмещающей формы рельефа. Более быстрое сокращение малых ледников по сравнению с большими отмечается по всей высокогорной Азии. На фоне сокращения ледников продолжалось наступание техногенных каменных глетчеров, сложенных льдом, перемещенным из ледника Давыдова, и отвалами пустой породы (Шпунтова и др., 2019).

Д.А.Петраковым совместно со специалистами Университета Женевы и Института Водных Проблем и гидроэнергетики НАН Кыргызстана на основании дендрохронологического анализа построена хронология селевой деятельности на основных селевых конусах

бассейнов Ала-Арча и Аламедин. Усиление активности гляциальных селей в долине р.Аксай отмечалось в середине 20 века. Выявлен интересный факт: селеактивность на 6 исследованных конусах обратно связана с относительным сокращением площади ледника, т.е. чем быстрее сокращаются ледники, тем слабее селевая активность. Этот вывод противоречит большинству известных работ и, вероятно, носит региональный характер. Важную роль в ослаблении селевой деятельности играют каменные глетчеры: селевая активность обратно связана с отношением площадей каменных глетчеров, комплекса конечных морен и заморененных участков ледников к площади открытого льда. Каменные глетчеры понижают пиковые расходы воды с ледников, что ослабляет эрозионный потенциал гляциальных паводков и снижает вероятность формирования селевого потока (Zaginaev et al., 2019).

Н.В.Коваленко проведены экспедиционные гляциологические исследования на ледниках бассейна Актру (Алтай). Возобновлены масс-балансовые работы на леднике левый Актру, который является одним из опорных объектов Всемирной службы мониторинга ледников (WGMS) (работы на ледниках бассейна Актру были прекращены в 2012 году). Основной целью исследования является моделирование речного стока и баланса массы ледников в ледниковом бассейне.

В.В.Поповниным и Н.В.Коваленко с участием студентов и аспирантов кафедры в августе 2019 года проведены экспедиционные исследования на ледниках северного уступа Ламских гор плато Путорана. Сравнение полевых материалов с данными 2002 – 2004 гг. позволили сделать вывод о современном состоянии и изменении малых ледников за последние 15 лет (Коваленко и Успенская, 2019). Оледенение малых форм плато Путорана (Успенская и др., 2019) испытывает наименьшие темпы дегляциации из всех обследованных В.В.Поповниным в 2019 году районов.

М.Н.Ивановым на Полярном Урале проведены полевые гляциологические, геофизические, геодезические работы, на ледниках Обручева и Чернова впервые с 2010 г. Выполнена съёмка высоты поверхности ледника Обручева с использованием дифференциального GPS приёмника и БПЛА для расчёта сокращения ледника за минувший период (Носенко и др., 2019).

Под руководством Иванова М.Н и Викулиной М.А. с 24 января по 05 февраля 2019 года проведена зимняя экспедиция НСО кафедры криолитологии и гляциологии. В этой экспедиции НСО в районе г. Кировска, Мурманская обл. (южный склон Хибинского горного массива) на Хибинской учебно-научной базы МГУ участвовало 10 студентов кафедры криолитологии и гляциологии 2-4 курсов и магистратуры. Зимняя экспедиция проводит исследования в рамках изучения снежности зим и лавинной деятельности в условиях изменяющегося климата. В процессе работ были продолжены стационарные и маршрутные наблюдения.

М.А.Викулиной продолжены работы по сбору и обработке данных по наиболее значимым лавинам в Хибинах и состоянию снежного покрова на метеоплощадке Хибинской учебно-научной базы. Все данные заносятся в электронную БД. Зима 2018-2019 гг. характеризовалась средними значениями толщины снежного покрова - 120см и средней степенью лавинной активности – около 100 лавин в 40 лавиносборах около г.Кировска. Особо крупных лавин, выходящих за пределы средних значений, в ходе маршрутов по Хибинам обнаружено не было. В рамках ГИС «Лавины Хибин» и сбора данных по жертвам от снежных лавин проведена оценка и анализ изменений социального и индивидуального лавинного риска на территории Хибин. Расчёты показали, что значения социального риска увеличились в 7 раз с 2008 года, что напрямую связано с ростом туристического потока (Викулина, 2019 а,б). По результатам проведенных работ были составлены карты на территорию Хибин: зимнего землепользования, социального лавинного риска, индивидуального лавинного риска (Викулина, 2019в).

Сократовым С.А. с коллегами исследована пространственная неоднородность снежной толщи на однородной площадке метеообсерватории МГУ. Получены данные по

изменчивости толщины, плотности и структуре снежного покрова, показавшие, что вариабельность этих характеристик не меньше вариабельности в толщине, как подразумевалось ранее, и составляет более 10%. Ожидается, что при переходе на неоднородный склон вариабельность значительно возрастёт.

Н.А.Володичевой и А.Д.Олейниковым продолжены снеголавинные исследования для выявления изменений снежности и лавинной активности на Эльбрусской учебно-научной базе географического факультета МГУ. Установлено уменьшение степени лавинной активности в связи с преобладанием в последнем десятилетии малоснежных теплых зим с пиком снегонакопления и сходом лавин в весенний период (Олейников и Володичева, 2019). Прошедший зимний сезон выявлен как среднеснежный и аномально теплый. В таких условиях формируются влажные лавин средних и малых объемов, которые, как правило, останавливаются у подножий склонов. В целом начало XXI века характеризуется уменьшением масштабов лавинной деятельности. В то же время возможны экстремальные ситуации с обильными снегападами, которые вызывают массовый сход лавин с негативными последствиями, как это было в условиях гидрометеорологической аномалии в марте 2018 г. Лавины сошли там, где их не наблюдали в течение последних десятилетий.

Публикации:

Аристов, К. А., Петраков, Д. А., Коваленко, Н. В., Тимонин, С. А., Колчин, А. А., Дробышев В.Н. Мониторинг ледника Колка в 2014–2017 гг. методом наземной стереофотосъёмки // Лед и снег, 59(1), 2019. С.49–58.

Викулина М.А. Динамика изменения лавинного риска в связи с увеличением туристического потока // Изучение опасных природных процессов и явлений при инженерных изысканиях (Материалы докладов Общероссийской научно-практической конференции), - М.: Геомаркетинг, 2019а, с. 36-39.

Викулина М.А. Оценка лавинного риска в Хибинах // Материалы международной конференции ИнтерКарто - ИнтерГИС (Мурманск, Россия) 30 января - 2 февраля, Москва, том 25, 2019б, с. 66-76.

Викулина М.А. Социальный лавинный риск в Хибинах // Материалы XV Общероссийской научно-практической конференции «Перспективы развития инженерных изысканий в строительстве в Российской Федерации», г. Москва, 26-29 ноября 2019 г. – М.: Геомаркетинг, 2019в, с. 204-207.

Гребенец В.И., Юров Ф.Д., Толманов В.А., Хайрединова А.Г. Формирование техногенных каменных глетчеров из отвалов породы в горнодобывающих районах // Материалы годичной сессии Научного совета РАН по проблемам геоэкологии, инженерной геологии и гидрогеологии. Т. 21 из Сергеевские чтения. Эколого-экономический баланс природопользования в горнодобывающих регионах. Пермский государственный национальный исследовательский университет Пермь, 2019а. С. 394–400.

Гребенец В.И., Толманов В.А., Хайрединова А.Г., Юров Ф.Д. Проблема размещения отходов в Арктических регионах России // Проблемы региональной экологии. № 3. 2019б. С. 63–67.

Гребенец В.И., Сократов С.А., Толманов В.А., Турчанинова А.С., Шныпарков А.Л. Оценка воздействия геокриологических процессов на транспортную сеть Сибири и Дальнего Востока // Материалы XV Общероссийской научно-практической конференции Перспективы развития инженерных изысканий в строительстве в Российской Федерации, г. Москва, 26-29 ноября 2019 г. ООО Геомаркетинг Москва, 2019в. С. 253–258.

Кизяков А.И., Стрелецкая И.Д., Савенко А.В., Крайнюкова И.А., Токарев И.В. Химический, изотопный и газовый состав однолетнего морского льда по данным кернов дрейфующих станций БАРНЕО за 2013–2015 гг. // Лед и снег 59, 3 (2019), с. 363–376. DOI: 10.15356/2076-6734-2019-3-387

Коваленко Н.В., Успенская Е. И. Современное состояние малых ледников Арктического сектора России на примере плато Путорана. В сборнике Научные разработки: евразийский регион: материалы международной научной конференции теоретических и прикладных

разработок (г. Москва, 11 сентября 2019 г.). / отв. ред. Д.Р. Хисматуллин. – Москва: Издательство Инфинити, 2019. – 120 с, серия Евразийский регион, место издания Издательство Инфинити, том 1, с. 103-117.

Комова Н.Н., Гребенец В.И., Маслаков А.А., Толманов В.А. Устойчивость железнодорожного перехода через р. Щучью (южный Ямал) в разнообразных ландшафтно-мерзлотных условиях // Научный вестник Ямало-Ненецкого автономного округа, №2, 2019, с. 4-13.

Носенко Г.А., Муравьев А.Я., Иванов М.Н., Синуцкий А.И., Кобелев В.О., Никитин С.А. Реакция ледников Полярного Урала на современные изменения климата // Тезисы докладов всероссийской научной конференции Взаимодействие элементов природной среды в высокоширотных условиях. – М.: ИГ РАН, 2019.

Олейников А.Д., Володичева Н.А. Современные тенденции изменения снеголавинного режима Центрального Кавказа на примере Приэльбрусья // Лед и снег. М., Наука. Том 59, №2, 2019. С. 191-200.

Петраков, Д. А., Тутубалина, О. В., Шпунтова, А. М., Коваленко, Н. В., Усубалиев, Р. А., Азисов, Э. А., Михайлюкова, П. Г. Оценка альбедо ледников массива Ак-Шийрак (Тянь-Шань) по наземным данным и снимкам со спутников Landsat // Криосфера Земли, 23(3), 2019. с.13–24.

Письменюк А.А., Стрелецкая И.Д., Гусев Е.А. Криогенное строение четвертичных отложений берегов Гыданского полуострова // Тезисы докладов всероссийской научной конференции «Взаимодействие элементов природной среды в высокоширотных условиях», издательство Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт географии Российской академии наук (Москва), тезисы, с. 56-56

Рогов В.В., Васильчук Ю.К., Буданцева Н.А. Изотопный состав различных категорий воды в тонкодисперсных грунтах // Криосфера Земли, 2019а, том 23, № 5, с. 27-34

Рогов В.В., Стрелецкая И.Д., Янина Т.А., Таратунина Н.А., Курбанов Р.Н. Реконструкция мерзлотных событий на территории Нижнего Поволжья и определение их возраста методом ОСЛ-датирования (Стеновый). Конф: «Геохронология четвертичного периода: инструментальные методы датирования новейших отложений», посвященная 90-летию со дня рождения Л.Д. Сулержицкого, Москва, Россия, 24-26 апреля 2019, 2019б

Российская Арктика: Пространство. Время. Ресурсы: Атлас / ПАО НК Роснефть / С.А. Агафонова, Д.Н. Айбулатов, В.Л. Бабурин и др. Фонд НИР, ООО Феория Москва, 2019. 796 с.

Стрелецкая И.Д. К вопросу идентификации дислокаций сейсмического и криогенного происхождения в дисперсных породах // Перспективы развития инженерных изысканий в строительстве в Российской Федерации : Материалы XV Общероссийской конференции изыскательских организаций, 26–29 ноября 2019 г, место издания ООО «Геомаркетинг» Москва, 2019, с. 336-341

Толманов В.А., Гребенец В.И., Юров Ф.Д. Оценка негативного влияния криогенных процессов на инфраструктуру ЯНАО // Материалы XV Общероссийской научно-практической конференции Перспективы развития инженерных изысканий в строительстве в Российской Федерации, г. Москва, 26-29 ноября 2019 г. — ООО Геомаркетинг Москва, 2019. - С. 284–290.

Успенская Е.И., Поповнин В.В., Коваленко Н.В. Изменения малых ледников субарктического сектора Сибири в XXI веке (на примере плато Путорана) (устный доклад). Int. Conf. “Solving the puzzles from Cryosphere”, Пущино, 15-18 апреля 2019 г.

Федин В.А., Облогов Г.Е., Стрелецкая И.Д. Метан как индикатор геокриологических процессов // Тезисы докладов всероссийской научной конференции «Взаимодействие элементов природной среды в высокоширотных условиях», издательство Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт географии Российской академии наук (Москва), тезисы, 2019, с. 85-85

Шпунтова А.М., Усубалиев Р.А., Петраков Д.А. Современные изменения площади оледенения массива Ак-Шыйрак (Внутренний Тянь-Шань) // «Дистанционные и наземные исследования Земли в Центральной Азии». Материалы междунар. конф, МоЮР Бишкек, 2019, с. 252–258.

Юров Ф.Д., Гребенец В.И. Несущая способность вечномёрзлых грунтов оснований объектов в нефтегазоносном Таз-Хетско-Енисейском регионе при потеплении климата // Научный вестник Ямало-Ненецкого автономного округа. — 2019. — № 1 (102). — С. 74–81.

Donetskov A., Zotova L. Cryogenic Landscapes Stability to the Exogenous Processes Activation on the Example of the Medvezhye Field (West Siberia) // International Conference “Solving the puzzles from Cryosphere” : Program, Abstracts: Pushchino, Russia, April 15–18, 2019. Moscow, 2019, P. 151-153

Iurov F., Marchenko N. Laser scanning as a tool for monitoring road deformations in Svalbard // Book of abstracts 25th International Conference on Port and Ocean Engineering under Arctic Conditions (POAC 2019) – Netherlands, Delft, June 9-13. — 2019. — P. 166–166.

Kizyakov A.I., Günther F., Zimin M.V., Sonyushkin A.V. Coastal dynamics of the Kolguev Island // International conference «Solving the puzzles from cryosphere» (April 15-18, 2019, Pushchino, Russia). Program, abstracts. P.53-54

Kutuzov S., Lavrentiev I., Smirnov A., Nosenko G., Petrakov D. Volume changes of elbrus glaciers from 1997 to 2017 // FRONTIERS IN EARTH SCIENCE, 7(153), 2019. P.1–16.

Nikitin K., Badu Y. Preliminary results of a study the frost mound in the north of Western Sibiria // International Conference “Solving the puzzles from Cryosphere”: Program, Abstracts : Pushchino, Russia, April 15–18, 2019. Moscow, 2019. P. 27–28.

Rets E.P., Popovnin V.V., Toropov P.A., Smirnov A.M., Tokarev I.V., Chizhova Ju.N., Budantseva N.A., Vasil'chuk Yu.K., Kireeva M.B., Ekaykin A.A., Veres A.N., Aleynikov A.A., Frolova N.L., Tsyplenkov A.S., Poliukhov A.A., Chalov S.R., Aleshina M.A., Kornilova E.D. Djankuat glacier station in the North Caucasus, Russia: a database of glaciological, hydrological, and meteorological observations and stable isotope sampling results during 2007–2017. Earth System Science Data, 2019, 11 (3), p.1463-1481.

Shpolyanskaya N. Late Cenozoic Permafrost History of the Russian Arctic on the Continent and the Shelf (2019). Riga, Latvia: LAP LAMBERT Academic Publishing, 114 p.

Tolmanov V. A. About the organization of a unified program for monitoring cryogenic processes // International Conference “Solving the puzzles from Cryosphere” : Program, Abstracts : Pushchino, Russia, April 15–18, 2019. Moscow, 2019, P. 172–173

Tumel N.; Zotova L. Diagnostics and Mapping of Geoecological Situations in the Permafrost Zone of Russia. Geosciences 2019, 9, 353; <https://doi.org/10.3390/geosciences9080353>

Zaginaev V., Petrakov D., Erokhin S., Meleshko A., Stoffel M., Ballesteros-Cánovas J. A. Geomorphic control on regional glacier lake outburst flood and debris flow activity over Northern Tien-Shan // Global and Planetary Change, 176, 2019. P.50–59.

Zotova L., Dedjusova S. The Geoecological Situations Assessment and Mapping on Regional and Local level in the Russia Permafrost Zone // International Conference “Solving the puzzles from Cryosphere” : Program, Abstracts: Pushchino, Russia, April 15–18, 2019. Moscow, 2019, P. 175-176

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

<http://www.irigs.irk.ru/>

Территория исследования – Тункинская межгорная котловина (юго-западное Прибайкалье, Республика Бурятия), которая относится к району островного распространения многолетней мерзлоты. Температура почвы контролирует многие биотические и абиотические процессы в ней, поэтому так важен мониторинг режима

промерзания и протаивания торфяных и минеральных почв. Объект исследования – грубогумусовые криозёмы на песчаных озёрно-аллювиальных отложениях. Первый участок исследования представлен естественными грубогумусовыми криозёмами под еловым лесом (еловый лес), на втором участке в 1960-х годах лес был уничтожен, а почвы распаханы. В конце XX в. пахотные земли забросили, и сейчас они покрыты степными травами (залежь). Оба участка расположены на многолетнемёрзлых породах. Для изучения состояния многолетней и сезонной мерзлоты на двух участках использовался атмосферно-почвенный измерительный комплекс. Наблюдения за температурой почвы проводились в автоматическом режиме с шагом 1 час с 1 июля 2013 г. по 30 июня 2017 г. в почвенном профиле от поверхности до глубины 320 см. Антропогенное вмешательство на одном из участков привело к изменению растительного покрова, увлажнения почвы, морфологического строения и гранулометрического состава верхней части почвенного профиля. Указанные изменения являются причиной изменения температурного режима многолетнемёрзлых почв, деградации многолетней мерзлоты и опусканию её верхней границы. Почва на залежи лучше прогревается и быстрее остывает, чем под еловым лесом. Так, на залежи максимальная в годовом ходе температура на поверхности выше на 10 °С, а на глубине 320 см – на 5 °С. Минимальная в годовом ходе температура на поверхности на залежи ниже на 7 °С, а на глубине 320 см – на 1 °С. На антропогенно-нарушенном участке тёплый период (при температуре почвы выше 0 °С) на поверхности больше в среднем на 22 дня, чем на естественном участке. Описанные различия наблюдаются на всех глубинах. В результате под еловым лесом ниже 130 см сохраняется многолетняя мерзлота (температура почвы $-0,2 \div -0,9$ °С в течение всего года), а на залежи нулевая изотерма при сезонном протаивании опускается значительно глубже 320 см, при этом почва в слое 240–320 см прогревается до 2–5 °С.

Основной результат опубликован в этом году в статье:

Воропай Н.Н., Киселев М.В., Черкашина А.А. Температурный мониторинг почв на многолетнемёрзлых породах в естественных и антропогенно нарушенных условиях // Лед и снег. – 2019. - №4. – С. 517-528. <https://doi.org/10.15356/2076-6734-2019-4-421> <https://ice-snow.igras.ru/jour/article/view/669/416>

МГУ имени М.В. Ломоносова, Геологический факультет, кафедра геокриологии 2019

13-15 марта 2019: Проведена научно-практическая конференция с международным участием «ГЕОРАДАР»: на конференции прошла выставка геофизической аппаратуры и программного обеспечения, доклады, полевая демонстрация современных георадаров и программного обеспечения, круглый стол. На мероприятии обсуждалось более 20 вопросов применения георадаров, были подняты вопросы обработки и интерпретации данных георадиолокационных исследований; обсуждались актуальные проблемы и перспективы формирования отечественных георадарных технологий и возможностей увеличения прибыли государственных и частных предприятий с внедрением георадиолокации. Ежегодная конференция «ГЕОРАДАР» поддерживает тесные связи с рядом известных издательств, специализированных журналов в области геологоразведки и инженерных изысканий. 13 марта проведен тренинг «Георадар для начинающих». Основные направления (темы): Классические примеры использования **георадаров** во всех сферах деятельности человека. Проблемы внедрения георадиолокации в инженерно-геологическую отрасль (законодательство, нормативные акты, сметирование, контроль

качества и т.д.). Присутствовало: 93 зарегистрированных участника, из них 2 представителя Латвии, 5 – из Республики Беларусь и 4 участника из Узбекистана.

Наиболее интересные и важные статьи из журнала «Криосфера Земли» 2019 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. The abstracts of the most interesting papers are submitted for the consideration of readers.

1. Новый опорный разрез Дьолкуминской свиты в бассейне р. Вилюй и история позднечетвертичного дюнообразования в Центральной Якутии (часть 2)

А.А. Галанин, М.Р. Павлова

Институт мерзлотоведения им. П.И.Мельникова СО РАН, 677019, Россия, г. Якутск, ул. Мерзлотная, 36; agalanin@gmail.com

Приводится характеристика сводного разреза Кысыл-Сырского дюнного массива (тукулана), расположенного в бассейне нижнего течения р. Вилюй (Центральная Якутия). На основе 27 новых C-14 датировок и биостратиграфических данных обсуждается история и палеогеографические условия формирования дюнных отложений региона в позднечетвертичное время. На основе анализа опорных разрезов, опубликованных ранее предшественниками, а также новых абсолютных датировок авторы пришли к выводу, что дюнные отложения (дьолкуминская свита) крайне широко распространены в Центральной Якутии и формировались на различных гипсометрических уровнях (речные террасы, водоразделы) от конца каргинского термохрона до начала голоцена (от 35 тыс. до 10-12 тыс. л. н.) в условиях сильнейшего иссушения и опустынивания климата. На протяжении бореального оптимума голоцена (12-6 тыс. л.н.) происходило закрепление дюнных покровов почвенно-растительным покровом. Формирование современных незакрепленных дюнных массивов (тукуланов) началось не более 1 тыс. л.н. и связано с климатическими событиями Малого ледникового периода. Установленный хронологический диапазон дюнных отложений дьолкуминской свиты и ее фациальные признаки хорошо согласуются с опубликованными данными, указывающими на широкое распространение дюнных отложений последнего криохрона (МИС 2) и позднего голоцена на территории Западной Сибири, Северной Европы, Аляски и Канады.

Дюны, золотые образования, гранулометрический состав, минералогия, абсолютный возраст, палинология, криолитозона, дьолкуминская свита, четвертичный период, р. Вилюй, Центральная Якутия

2. Динамика берегов Берингова моря в районе пос. Лорино (Чукотский АО)

А.А. Маслаков

Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, географический ф-т, НИЛ геоэкологии Севера, 119991, Москва, Ленинские горы, 1, Россия; alexey.maslakov@geogr.msu.ru

В статье представлены результаты мониторинга отступления участка побережья Берингова моря в районе пос. Лорино. Рассматриваемый берег представляет собой останец морской террасы длиной 750 метров. Проведён анализ количественных взаимосвязей между скоростью отступления бровки абразионного уступа и параметрами береговой зоны. Проведена оценка влияния процессов термоабразии и термоденудации на интенсивность разрушения и скорости выноса береговых отложений. В результате исследований было выявлено, что за последние 50 лет скорость отступления изучаемого участка берега выросла на порядок: с менее чем 0.5 м/год за период 1967-2010 гг. до 4.2 м/год за 2010-2017 гг. Наблюдаемая пространственная дифференциация береговой динамики хорошо объясняется преобладающими деструктивными процессами, морфометрией берега, а также эрозийной стойкостью пород, подвергающихся размыву.

Термоабразия, термоденудация, динамика берега, Лорино, Чукотка, Берингово море

3. Динамика и строение ледника в районе посадочной площадки станции Мирный (Восточная Антарктида) по результатам зимовочных работ и полевого сезона 2016-2017 гг.

С.В. Попов¹, А.Л. Новиков², А.Д. Белков³, М.П. Кашкевич⁴, С.В. Тюрин⁴, В.Л. Мартыанов², В.В. Лукин²

¹АО «Полярная морская геологоразведочная экспедиция», АО «ПМГРЭ», ул. Победы 24, 198412, г. Санкт-Петербург, Ломоносов;

²Арктический и Антарктический научно-исследовательский институт, ААНИИ, ул. Беринга 38, 199397, г. Санкт-Петербург;

³АО «Аэрогеодезия», ул. Бухарестская 8, 192102, г. Санкт-Петербург;

⁴Санкт-Петербургский государственный университет, СПбГУ, Университетская наб. д.7/9, 199034, г. Санкт-Петербург;

spopov67@yandex.ru

В ходе зимовочного периода 61-й РАЭ (2016 г.) и полевого сезона 62-й РАЭ (2016/17 г.) в районе отечественной станции Мирный (Восточная Антарктида) выполнен обширный комплекс гляцио-геофизических работ прикладного характера. Визуальное и инструментальное обследование посадочной площадки показало, что она вполне безопасна для осуществления авиационных операций. По результатам работ составлена схема высот поверхности ледника с точностью 15 см. Высота его поверхности изменяется в интервале от 37 м в северной части, до 71 м в юго-западной. Результаты мониторинга показали, что скорость течения ледника в районе работ изменяется в пределах приблизительно от 6 до 80 м/год. Наклонные зондирования позволили уточнить модель диэлектрической проницаемости в двух пунктах до глубины около 25 м, и оценить его влажность.

Восточная Антарктида, станция Мирный, георадарное профилирование, наклонные зондирования, динамика ледника, строение ледника

4. Микроморфологические особенности кварцевых зерен Кысыл-Сырского дюнного массива (Центральная Якутия)

А.А. Куть

ФГБУН Институт мерзлотоведения им. П.И. Мельникова СО РАН

677010, Якутск, ул. Мерзлотная, 36;

ankaurban@mail.ru

Проведено микроморфологическое изучение кварцевых зерен Кысыл-Сырского дюнного массива, расположенного в нижнем течении р. Вилуй. Был выполнен анализ распределения зерен по классам округленности и степени заматованности, а также выделены генетические группы диагностических элементов на поверхности частиц. На основании ранее выполненных комплексных исследований и результатов, приведенных в данной статье, были выделены два этапа формирования рассматриваемого комплекса. Установлено, что на протяжении первого этапа, начавшегося около 40 тыс. лет назад, преобладали русловые процессы. Второй этап осадконакопления отложений (конец позднего неоплейстоцена – голоцен) характеризуется эоловыми условиями.

Эоловые отложения, неоплейстоцен, голоцен, микроморфологический анализ, Центральная Якутия

5. Лыдистость многолетнемерзлых пород, слагающих бугры пучения в бассейне реки Хейгияха (приток реки Надым)

Н.М. Бердников¹, А.Г. Гравис¹, Д.С. Дроздов^{1,2,3,4}, О.Е. Пономарева^{1,2}, Н.Г. Москаленко¹, Ю.Н. Бочкарев^{1,5}

¹Институт криосферы Земли ТюмНЦ СО РАН, 625000, Тюмень, а/я 1230, Россия, nikolaj-berdnikov@yandex.ru

²

Российский государственный геологоразведочный университет (МГРИ–РГГРУ), Москва, ул. Миклухо-Маклая, 23

³

Тюменский индустриальный университет

⁴

Тюменский государственный университет,

⁵

Московский государственный университет им. М.И. Ломоносова

В северной тайге Западной Сибири широко распространены высоколыдистые бугры пучения «классического типа», наряду с ними распространены морфологически отличные формы бугристого рельефа. От «классических» бугров они отличаются размерами и более плоской формой привершинной поверхности. Для установления генезиса этих плосковершинных бугров проанализирована информация о суммарной мощности ледяных прослоев и объемной лыдистости пород за счет ледяных включений, полученная по кернам скважин глубиной 10 м. Выявлена хорошая корреляционная связь между высотой поверхности плосковершинных бугров и объемной лыдистостью слагающих их пород. Установлено, что породы,

слагающие плосковершинные бугры имеют более высокую объемную льдистость, чем понижения между ними. Эти факты указывают на локальный характер льдонакопления и, следовательно, свидетельствуют о том, что изучаемые формы рельефа образовались в результате криогенного пучения и не являются термоостанцами.

Бугор пучения, термоостанец, льдистость, суммарная мощность прослоев сегрегационного льда, объемная льдистость пород за счет ледяных включений, локальное льдонакопление

6. Три инновационных предложения в области строительства на континентальном арктическом шельфе

Л.Н. Хрусталева

Московский государственный университета им. М.В. 119991, Москва, Ленинские горы, 1; lev_kh@rambler.ru

Рассматриваются проблемы, возникающие при хозяйственном освоении континентального шельфа арктических морей с целью разработки углеродных месторождений. Предлагаются способы решения этих проблем с помощью новых конструкций ледовых и ледогрунтовых островов, а также добычных скважин, не оказывающих на вмещающую среду теплового влияния. Эти острова обеспечивают высокую надежность добычных работ и позволяют осваивать участки акватории на глубинах, доселе недоступных для стационарных стальных и железобетонных буровых платформ.

Арктика, шельф, углеродные месторождения, хозяйственное освоение, надводный и подводный лед, ледогрунтовый остров, ледовый остров, добычная скважина

7. Влияние совместного теплового действия скважин в кусте на параметры области протаивания мерзлых грунтов

Горелик Я.Б., Романюк С.Н., Хабитов А.Х.

Институт криосферы Земли СО РАН, 625000, Тюмень, а/я 1230, Россия, gorelik@ikz.ru

Результаты расчетов по определению параметров области протаивания вблизи скважин при кустовом способе разработки на многолетнемерзлых грунтах важны как для определения минимального допустимого расстояния между устьями, так и для учета дополнительных нагрузок на крепь при проектировании конструкций, обеспечивающих надежность их эксплуатации. На основе анализа выполненных расчетов для различных внешних условий работы скважин показано, что для адекватного определения параметров области протаивания необходимо (в отличие от существующей практики) учитывать совместное тепловое действие скважин в кусте. Этот фактор необходимо принимать во внимание для всех районов распространения многолетнемерзлых грунтов, однако его влияние возрастает при освоении все более северных регионов.

Мерзлые грунты, оттаивающие грунты, скважина, параметры области протаивания, вертикальные нагрузки, расстояние между устьями

8. Применение электротомографии для идентификации в разрезе мерзлых и охлажденных пород разной степени засоленности

Д.А. Квон*, И. Н. Модин **, В. А. Шевнин**, Д. В. Макаров**, А. Д. Скобелев***

**ООО «НПЦ ГЕОСКАН», 119313, г. Москва, Ленинский проспект, 95, Россия; kvonchikc@rambler.ru*

***Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, геологический ф-т, 119991, Москва, Ленинские горы, 1, Россия*

В данной статье представлены результаты площадных исследований приповерхностной части криолитотоны в районе Харасавэйского газоконденсатного месторождения методом электротомографии. Совместное использование данных электротомографии и петрофизического моделирования удельного электрического сопротивления горных пород, позволило распознать мерзлые и охлажденные породы разной степени засоления, выявить структурные особенности строения разреза. Предложена методика оценки концентрации порового раствора по данным удельных электрических сопротивлений.

Электротомография, петрофизическое моделирование, засоленные многолетнемерзлые породы, охлажденные породы

9. Оценка альбедо ледников массива Ак-Шийрак (Тянь-Шань) по наземным данным и снимкам со спутников Landsat

Д.А.Петраков, О.В.Тутубалина*, А.М.Шпунтова*, Н.В.Коваленко*, Р.А.Усубалиев**, Э.А.Азисов**, П.Г.Михайлюкова**

**Географический факультет МГУ имени М.В.Ломоносова, 119991, Москва, Ленинские горы, 1, Россия; dpetrakov@gmail.com*

****Центрально-Азиатский Институт Прикладных Исследований Земли, 720027, Бишкек, ул. Тимура Фрунзе, 73/2, Кыргызская Республика.*

В статье приводятся и обсуждаются результаты наземных измерений и дистанционных оценок альбедо ледников массива Ак-Шийрак (Внутренний Тянь-Шань). Тенденции понижения альбедо, характерные для многих горно-ледниковых районов, способствуют ускорению деградации ледников. В массиве Ак-Шийрак ситуация осложняется техногенным запылением, вклад которого в изменения альбедо был неизвестен. Наземные измерения альбедо проводились летом 2015-2016 гг. альбедометром Sp Lite2 производства фирмы Kipp&Zonen на 11 ледниках. На основе прямых данных с 2 ледников разработана модель, учитывающая наземную коррекцию значений альбедо, полученных по космическим данным. Для оценки альбедо ледников массива Ак-Шийрак по погодным условиям было отобрано 27 снимков Landsat. В отличие от ряда горных районов, уменьшения среднего альбедо ледников массива Ак-Шийрак, вне горных разработок, с 1990-х гг. не произошло. Альбедо поверхности ледников массива Ак-Шийрак детерминировано природными факторами, главным образом, метеоусловиями предшествующего периода, наличием снегопадов и абсолютной высотой, влияющей на таяние снега. Техногенное воздействие горных разработок прослеживается локально, в виде механического нарушения ледников в районе рудника Кумтор, в то время как техногенное запыление, на фоне природного, по снимкам со спутников Landsat на ледниках массива Ак-Шийрак не прослеживается.

Альбедо, горные ледники, Тянь-Шань, массив Ак-Шийрак, техногенное воздействие

10. Модельные исследования эволюции горных ледников на примере ледника Сары-Тор (внутренний Тянь-Шань)

О.О. Рыбак¹⁻³, Е.А. Рыбак^{1,2}, Н.А. Яицкая^{1,2}, В.В. Поповнин⁴, И.И. Лаврентьев⁵, Р. Сатылканов⁶, Б. Жакеев⁷

¹Сочинский научно-исследовательский центр РАН, 354000, Сочи, Театральная, 8а, Россия; o.o.rybak@gmail.com

²Филиал Института природно-технических систем, 354024, Сочи, Курортный проспект, 99/18, Россия

³Earth System Sciences and Department of Geography, Vrije Universiteit Brussel, Pleinlaan, 2, B-1050, Brussels, Belgium

⁴Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова, географический факультет, 119991, Москва, Ленинские Горы, 1, Россия

⁵Институт географии РАН, 119017, Москва, Старомонетный пер., 29, Россия

⁶Тянь-Шанский высокогорный научный центр Института водных проблем и гидроэнергетики НАН КР, 722400, с. Кызыл-Суу, Чикаева, 9, Иссык-Кульская обл., Кыргызская Республика

⁷Институт водных проблем и гидроэнергетики НАН КР, 720033, Бишкек, Фрунзе, 533, Кыргызская Республика

В статье рассмотрено математическое моделирование эволюции ледника Сары-Тор, массива Ак-Шийрак, Внутреннего Тянь-Шаня, в условиях меняющегося климата. Разобраны структура модели и постановка численных экспериментов. Для калибровки и валидации модели применены материалы снегомерных и абляционных наблюдений 2014-2016 гг. Длительность серии из десяти прогностических численных экспериментов составила 90 модельных лет. В качестве входной климатической информации использованы данные наблюдений за температурой воздуха и осадками на расположенной поблизости метеостанции Тянь-Шань-Кумтор. В схематических сценариях климатических изменений среднесуточная приземная температура воздуха растет из расчета 0-4°C / 100 лет. Современная конфигурация ледника находится в дисбалансе с климатом 2014-2016 гг., вследствие чего его площадь и объем предположительно будут сокращаться до 2100 г. При экстремальных темпах роста температуры (+4°C/ 100 лет) ледник почти полностью исчезнет к концу расчетного периода, а ледниковый сток после первоначального незначительного роста в первой половине экспериментов быстро сократится. Несмотря на неизбежные упрощения реальных природных условий в математической модели, полученные результаты будут полезны при прогнозных водобалансовых расчетах.

Горный ледник, Сары-Тор, Тянь-Шань, баланс массы, климат, изменение климата, математическая модель, численный эксперимент

11. Выявление участков потенциального термосуффозионного разуплотнения грунтов вдоль Федеральной автодороги А-360 «Лена» в Центральной Якутии

Л.А. Гагарин*, К.И. Бажин*, Оленченко В.В.***, В.В. Огонёров*

*Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт мерзлотоведения им. П.И. Мельникова СО РАН, 677010, Якутск, ул. Мерзлотная 36, Россия; gagarinla@gmail.com;

*** Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт нефтегазовой геологии и геофизики им. А.А. Трофимука СО РАН, 630090, г. Новосибирск, проспект Академика Коптюга, 3, Россия

В статье приводятся результаты исследований термосуффозионных процессов с 2008 по 2017 гг. По данным электрического зондирования методом электротомографии определена высокая динамичность мерзлотно-гидрогеологической обстановки в районе источника подземных вод Улахан-Тарын в Центральной Якутии. Установлено, что под действием тепла межмерзлотных подземных вод мощность перекрывающих их

многолетнемерзлых пород сократилась на 4 м за 4 года. В районе федеральной автодороги А-360 «Лена» выявлено 5 участков потенциального термосуффозионного разуплотнения горных пород и вероятных мест образования просадок дневной поверхности.

Термосуффозия, межмерзлотные воды, надмерзлотные воды, талик, многолетнемерзлые породы, электротомография

12. Строение озерных отложений культурного слоя на территории г. Якутска

И.И. Сыромятников, В.В. Куницкий

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт мерзлотоведения им. П.И.

Мельникова СО РАН, 677010, Якутск, ул. Мерзлотная, 36, Россия, syromyatnikov@mpi.ysn.ru

Приводятся результаты мерзлотных исследований 2009–2015 годов по программе геокриологического мониторинга на территории г. Якутска. Сообщается о строении и тепловом состоянии вскрытых здесь бурением озерных осадков культурного слоя. По литологическим и геохимическим признакам определяется мощность этих отложений, оценивается их роль в формировании инженерно-геологической обстановки на освоенной территории. Делается вывод о том, что геокриологическая специфика урбанизированных экосистем криолитозоны определяется наличием в них культурного слоя.

Криолитозона, аллювий, озерные отложения, водная экосистема, криогенный ландшафт, культурный слой.

13. Состав и микростроение шельфовых отложений Карского моря

Калашникова О. С.¹, Курчатова А. Н.^{1,2}, Слагода Е. А.^{1,2}

1 – Институт криосферы Земли ТЮМНЦ СО РАН, 625000, г. Тюмень, ул. Малыгина, 86, Россия;

olga.gasheva.91@mail.ru;

2 – Тюменский индустриальный университет, 625000, г. Тюмень, ул. Володарского, 38, Россия.

Приведены результаты исследований шельфовых отложений Карского моря на траверзе урочища Шпиндлер (Югорский п-ов) и мыса Марресале (западное побережье п-ова Ямал) методами лазерной гранулометрии, порошковой дифрактометрии и электронной микроскопии. Выделены три фациальных типа донных осадков на основе литологических, минералогических, морфологических характеристик: морской и прибрежно-морской седиментации и континентального сноса. Установленные признаки криогенеза в изученных отложениях трактуются как привнесенные либо за счет разрушения прибрежных террас, либо за счет айсбергового переноса.

Арктический шельф, Карское море, донные осадки, микростроение, криогенез

14. Субаквальные многолетнемерзлые породы Обской и Тазовской губ Карского моря

Рокос С.И., Костин Д.А., Куликов С.Н.

Открытое Акционерное Общество «Арктические морские инженерно-геологические экспедиции» (ОАО «АМИГЭ»), 183 025 г. Мурманск, ул. Карла Маркса, д. 19, office@amige.ru

В 1995–2013 гг. в акватории Обской и Тазовской губ был пробурен ряд инженерно-геологических скважин глубиной от 10–20 до 50–70 м ниже дна. Многолетнемерзлые породы вскрыты четырьмя из них. Эти образования существенно отличаются друг от друга своей льдистостью, засоленностью и температурой. Скважинами №1 и 2 в северной части Обской губы вскрыты низкотемпературные (минимальные значения температуры составляют $-4.1 \dots -4.8^\circ\text{C}$) в основном сильнозасоленные образования. Включения сегрегационного льда в этих отложениях отсутствуют. Скважина №3, также расположенная на севере Обской губы, вскрыла мерзлые грунты с относительно высокой температурой ($-0.9 \dots -1.2^\circ\text{C}$) и слабой-средней засоленностью и обильными включениями текстурного льда. Многолетнемерзлые грунты, вскрытые одной скважиной в порту Ямбург, характеризуются неоднородностью состава, засоленности и льдистости, что многолетнемерзлые грунты, вскрытые скважинами №1 и 2, входят в состав прибрежного относительно молодого голоценового криореликта. Мерзлые образования в скважине №3 отнесены к древнему сартанскому островному криореликту. Мерзлые отложения, установленные в п. Ямбург оказались под водой вследствие работ по углублению и расширению акватории порта. Сама же акватория Обской и Тазовской губ представляет собой, на большей части своей площади, сквозной талик.

Карское море; Обская губа; Тазовская губа; многолетнемерзлые породы; грунты; засоленность; четвертичные отложения

15. Изотопный состав различных категорий воды в тонкодисперсных грунтах

В.В. Рогов^{1,2,3}, Ю.К. Васильчук^{1,3}, Н.А. Буданцева¹

¹Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, 119991, Москва, Ленинские горы, 1, Россия, rogovvic@mail.ru

²Институт криосферы Земли ТЮМНЦ СО РАН, Тюмень, Малыгина, 86

³Тюменский государственный университет, Тюмень, Володарского, 6

Проведены лабораторные исследования изотопного состава воды в составе тонкодисперсных грунтов. Установлено, что при взаимодействии воды с грунтами происходит фракционирование изотопов ^{16}O , ^{18}O ,

H_2^{27}H , зависящее от состава и свойств грунта, при этом изотопный состав связанной воды более легкий, чем свободной.

Стабильные изотопы воды, изотопное фракционирование, категории воды, сегрегационный лед

16. Экспериментальное изучение влияния состава и давления газа на температуру замерзания поровой воды в газонасыщенных породах

Е.М. Чувиллин¹, Д.А. Давлетшина^{1,2}, Б.А. Буханов¹, С.И. Гребенкин¹, В.А. Истомин^{1,3}, Д.В. Сергеева¹, К. Бадец⁴, Ю.В. Станиловская⁴

1 – Сколковский институт науки и технологий, 143026, Москва, Территория Инновационного Центра “Сколково”, улица Нобеля, д. 3; e.chuvilin@skoltech.ru

2 – Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, геологический ф-т, 119991, Москва, Ленинские горы, 1, Россия

3 – ООО «Газпром ВНИИГАЗ», 142717, Московская обл., Ленинский район, поселок Развилка, Проектируемый проезд № 5537, вл. 15, стр. 1

4 – Тоталь, 92078, Франция, Париж, Жан Миллер 2, Ла Дефанс

На основе экспериментального моделирования процессов, возникающих при промерзании газонасыщенных пород в замкнутых условиях в результате криогенного концентрирования газа рассмотрена особенность замерзания поровой воды в дисперсных породах под давлением газа.

Представлены результаты экспериментального изучения влияния газового давления на температуру замерзания поровой воды в дисперсных породах, насыщенных азотом, метаном, двуокисью углерода, а также смесью газов (50% CH_4 + 50% CO_2). В экспериментах максимальное давление газа в грунтовых средах задавалось ниже давления образования газовых гидратов. В качестве объектов исследования использованы песчаные и супесчаные отложения, отобранные из областей распространения многолетнемерзлых пород. Эксперименты проводились в специальной барокамере, позволяющей регистрировать изменение температуры в газонасыщенных грунтовых образцах под давлением газа в условиях их охлаждения и нагревания. Установлено, что температура замерзания поровой воды под газовым давлением зависит от величины давления и от химического состава газа. При этом химический состав газа оказывает заметное влияние на понижение температуры замерзания поровой воды лишь при наличии хорошо растворимых газов, таких как двуокись углерода, однако, присутствие ионов солей в поровой воде снижает данное влияние. Для слабо растворимых газов (азот и метан) коэффициент понижения температуры замерзания для исследованных пород составляет около 0,1°C/МПа. С появлением в системе двуокиси углерода коэффициент увеличивается до 1,36°C/МПа. Для полученных в ходе экспериментов данных по влиянию газового давления на температуру замерзания поровой воды проведено сравнение с термодинамическими расчетами, основанными на активности поровой воды.

Газонасыщенная порода, промерзание под давлением, экспериментальное моделирование, температура замерзания, метан, диоксид углерода, азот

17. Температурный режим почв постагрогенных экосистем при активизации самовосстановительной сукцессии тундровой растительности (Европейский Северо-Восток России)

Д.А. Каверин, А.В. Пастухов, А.Н. Панюков

Институт биологии Коми научного центра Уральского отделения РАН, 167982, г. Сыктывкар, Коммунистическая, 28; dkav@mail.ru

Исследованы особенности температурного режима почв и изменений глубины залегания кровли многолетнемерзлых пород в постагрогенных луговых экосистемах криолитозоны европейского северо-востока России, развивающихся в условиях активизации самовосстановительной сукцессии тундровой растительности (2009-2016 гг.). Проведена сравнительная оценка исследуемых показателей с таковыми сельскохозяйственного периода функционирования луговых (агрогенных) экосистем (1996-1999 гг.). Современное повышение температуры суглинистых агроглееземов и глееземов, сформировавшихся в условиях относительно близкого (до 2 м) и глубокого (более 2 м) залегания кровли многолетнемерзлых пород, произошло в результате активизации сукцессии тундровой растительности на фоне климатических изменений. Повышение температуры почв обусловило опускание кровли многолетнемерзлых пород в период исследований с 1,5 до 1,8 м на приречном увале и с 1,8 до 2,0 м на водораздельном массиве, соответственно.

Температурный режим почв, многолетнемерзлые породы, постагрогенные экосистемы, самовосстановительная сукцессия тундровой растительности

18. Современное сокращение горного оледенения Земли принца Карла (Арх. Шпицберген)

Р.А. Чернов¹, А.Я. Муравьев¹, А.Н. Тополева²

¹Институт географии РАН, 119017, Москва, Старомонетный пер., 29. Россия; rob31@mail.ru

²МГУ имени М.В. Ломоносова, 119991, Москва, ГСП-1, Ленинские горы, Россия

Результаты полевых исследований, проведенные в центральной части Земли Принца Карла в 2016 году, выявили признаки разномасштабного сокращения горных ледников. Сравнение исторических данных и космических снимков указывает, что за последние 80 лет площадь ледников острова уменьшилась почти вдвое. На протяжении XX века темпы сокращения ледников возрастали и достигли максимума в конце столетия. Более всего сократились небольшие горные ледники, расположенные ниже 500 м, так как они оказались лишены области питания в связи с подъемом климатической снеговой линии. Крупные ледники, расположенные в северной и наиболее возвышенной части острова, отступили в меньшей степени, так как сохранили области питания. С 1936 по 2017 г. площадь ледников Земли Принца Карла сократилась приблизительно на 58 км². В 2017 году она составила 56,01±3 км². Темпы сокращения площади ледников района в 2008–2017 гг. составляли 1,23 км² или 2 % всей площади оледенения острова. Оно обусловлено, прежде всего, отступанием фронтов наиболее крупных ледников острова (Murraybreen, Millerbreen, Sore & Nordre Buchananisen, Fallbreen), а также значительным сокращением площади небольших горных ледников. За последнее столетие ледники Земли Принца Карла обнаруживают наибольшие темпы сокращения в сравнении с другими районами Шпицбергена.

Площадь ледников, горные ледники, сокращение, Земля Принца Карла, Шпицберген, отступление ледников

19. Криогенные минеральные образования пещер Приольхонья (Западное Прибайкалье)

Е.П. Базарова¹, О.И. Кадебская²

¹ Институт земной коры СО РАН, 664033, Иркутск, ул. Лермонтова, 128, Россия; bazarova@crust.irk.ru

² Горный институт УрО РАН, 614007, Пермь, ул. Сибирская, 78-а, Россия

В работе приводятся сведения о криогенных минеральных образованиях четырех пещер Западного Прибайкалья с сезонным и многолетним оледенением. В составе криогенного материала преобладает кальцит и его метастабильная фаза – икаит, также встречаются гипс и халцедон. Описаны различия в морфологии криогенных образований, зависящие от внутренних фациальных условий минералообразования. Был определен изотопный состав С и О кальцитовой криогенной муки (для пещеры Ая $\delta^{18}\text{O}$ –7,0‰ VPDB и $\delta^{13}\text{C}$ +7,9‰ VPDB; для пещеры Мечта $\delta^{18}\text{O}$ –5,3‰ VPDB и $\delta^{13}\text{C}$ +13,2‰ VPDB) и псевдоморфоз кальцита по икаиту. Выявлено, что изотопный состав псевдоморфоз может быть схож с кальцитовой мукой, а может существенно отличаться от нее и иметь облегченный состав кислорода и более легкий состав углерода. Данное отличие было установлено в составе икаита из Малой Байдинской пещеры ($\delta^{18}\text{O}$ –22,3‰ VPDB и $\delta^{13}\text{C}$ –3,3‰ VPDB), что объясняется формированием минерала в условиях медленного замерзания льда.

Пещеры, криогенез, Западное Прибайкалье, кальцит, икаит, крупнозернистые криогенные пещерные карбонаты

20. Зоны стабильности гидратов метана и диоксида углерода в осадочном чехле Вилюйской синеклизы

¹А.Д. Дучков, ²М.Н. Железняк, ¹Л.С. Соколова, ²В.П. Семенов

¹Институт нефтегазовой геологии и геофизики им. А.А. Трофимука СО РАН, просп. акад. Коптюга, 3, Новосибирск, 630090 Россия, duchkovad@ipgg.sbras.ru.

²Институт мерзлотоведения им. П.И. Мельникова СО РАН, ул. Мерзлотная, 36, Якутск, 677010, Россия

Представлены результаты определения границ зон стабильности гидратов метана и диоксида углерода в 46 пунктах Вилюйской синеклизы. Описана методика расчетов границ зон стабильности гидратов по геотермическим данным и фазовым диаграммам, показывающим условия формирования гидратов в системах CH₄-H₂O и CO₂-H₂O, приведены результаты расчетов. По этим данным построена схема расположения нижней границы зоны стабильности гидратов метана в пределах всей синеклизы и показано её расположение вдоль широтного профиля через Хапчагайский мегавал. Полученные результаты позволяют сделать вывод, что в осадочном чехле Вилюйской синеклизы существуют благоприятные условия для формирования газовых гидратов: песчаный разрез, повышенное содержание растворенного метана в подземной воде по всему разрезу, а также значительные мощности зон стабильности гидратов.

Вилюйская синеклиза, криолитозона, гидраты метана и диоксида углерода, зоны стабильности газогидратов

21. Микроорганизмы вечной мерзлоты в космическом пространстве: результаты эксперимента «Экзобиофрост»

Ривкина Е.М., Спирина Е.В., Шатилов А.В., Шмакова Л.А., Абрамов А.А.

Институт физико-химических и биологических проблем почвоведения РАН

142290, Пушкино, Московская обл., ул. Институтская, 2, Россия; elizaveta.rivkina@gmail.com

Результаты эксперимента «ЭКЗОБИОФРОСТ» на биоспутнике БИОН-М № 1 показали, что воздействие факторов космического полета (ионизирующее излучение, перегрузки и температурные перепады) не привели к полной стерилизации образцов многолетнемерзлых пород. Значительная часть бактериального сообщества сохранила жизнеспособность после полетного эксперимента. Послеполетный анализ и

сравнение с контрольными образцами показал, что: современные тундровые кольпеды более устойчивы к воздействию условий космоса, чем ископаемые представители, а штаммы *Colpoda steinii* более устойчивы, чем инфузории вида *Exocolpoda augustini*. Наибольшую устойчивость в проведенном эксперименте продемонстрировали цисты акантамеб (*Acanthamoeba* sp.), что позволяет рассматривать их в качестве модельных организмов для дальнейших экспериментов как в космическом пространстве, так и на Земле.

Многолетнемерзлые породы, микроорганизмы, космическое пространство

22. Разнообразие культивируемых прокариот в образцах многолетнемерзлых отложений о. Западный Шпицберген

В.Э. Трубицын¹, Я.В. Рыжманова¹, А.Г. Захарюк¹, В.И. Ошуркова¹, К.С. Лауринавичюс¹, Е.В. Спирина², В.А. Щербакова¹, Е.М. Ривкина²

¹Институт биохимии и физиологии микроорганизмов им. Г.К. Скрябина,

²Институт физико-химических и биологических проблем почвоведения, ФГБУН ПНЦБИ РАН;

142290, Московская область, г. Пушкино, пр. Науки 3, Россия; lichoradkin43@gmail.com

Получены данные о разнообразии анаэробных и аэробных прокариот в образцах, отобранных на глубине от 0.5 до 3.7 м скважин в ММО, пробуренных в экспедиции Государственного научного центра "Арктический и антарктический научно-исследовательский институт" в 2016 году. Определена численность органотрофных микроорганизмов, которая для аэробов варьировала от 3.29×10^1 до 7.0×10^4 КОЕ/г, а для анаэробов – от 3.0×10^1 до 2.3×10^4 кл/г. В отдельных пробах при анаэробном культивировании наблюдалось образование метана и ацетата, тогда как сульфат- и железовосстанавливающие прокариоты не были обнаружены ни в одной из проб. В процессе исследований было выделено 60 штаммов аэробных психрофильных и психротолерантных бактерий. Таксономическое положение выделенных микроорганизмов установлено путем секвенирования генов 16S рРНК и с помощью МАЛДИ масс-спектрометрии. Созданная коллекция штаммов состояла из представителей филумов *Actinobacteria*, *Firmicutes*, *Beta*- и *Gamma*proteobacteria.

Многолетнемерзлые отложения, о. Западный Шпицберген, микробные сообщества, психрофильные микроорганизмы, анаэробные прокариоты

23. Исследование двухфазных потоков диоксида углерода при охлаждении грунтов горизонтальной испарительной системой

В.П. Мельников^{1,2,3}, Г.В. Аникин⁴, А.А. Ишков^{4,5}, И.Е. Андрианов⁴

¹ФГАОУ ВО "Тюменский государственный университет", 625003, Тюмень, ул. Володарского, 6, Россия; melnikov@ikz.ru

²Тюменский научный центр СО РАН, 625026, Тюмень, ул. Малыгина, 86, Россия, melnikov@ikz.ru

³ФГБОУ ВО «Тюменский индустриальный университет», 625000, Тюмень, ул. Володарского 38, Россия, melnikov@ikz.ru

⁴Институт криосферы Земли ТюмНЦ СО РАН, 625000, Тюмень, а/я 1230, Россия, anikin@ikz.ru, a.ishkov1988@yandex.ru

⁵Филиал ООО «Лукойл-Инжиниринг» «КозалымНИПИнефть» в г. Тюмени, 625000, Тюмень, ул. Республики 143А, Россия, ishkovAA@lukoil.tmn.ru

Проведено экспериментальное исследование функционирования двухфазного потока диоксида углерода в сезонном охлаждающем устройстве, предназначенном для замораживания грунтов под сооружениями, построенными на мерзлых породах. Показано, что разница между температурой конденсатора и температурой испарителя составляет 0.46 °С, что говорит о малом внутреннем термическом сопротивлении установки. Ультразвуковым расходомером измерена средняя скорость жидкости на выходе из конденсатора. По зависимостям температур конденсатора и испарителя от времени вычислено количество пара в установке с начала ее запуска до выхода на стационарный режим. Путем сравнения экспериментальных данных с данными математического моделирования определены основные параметры двухфазного потока диоксида углерода в каждом сечении трубы испарителя.

Двухфазный поток, диоксид углерода, горизонтальная испарительная система, моделирование