

НАИБОЛЕЕ ВАЖНЫЕ МЕРОПРИЯТИЯ, ИССЛЕДОВАНИЯ И ДОСТИЖЕНИЯ ЗА 2020 год

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

1. Сотрудники **Института криосферы Земли ТюмНЦ СО РАН** (Задорожная Н.А., Королева Е.С., Опокина О.Л., Хайрулин Р.Р., Факашук Н.Ю.) приняли очное участие в XVII Гляциологическом симпозиуме «Роль криосферы в прошлом, настоящем и будущем Земли», проходившем 17-20 ноября 2020 в г. Санкт-Петербург в ААНИИ. Организаторами этой международной конференции были: Гляциологическая ассоциация, Арктический и Антарктический научно-исследовательский институт, Институт географии РАН, Институт динамики систем и теории управления имени В.М. Матросова СО РАН, журнал «Лёд и снег». На симпозиуме из 200 участников очно присутствовало около 100 человек. Во второй день конференции прошло 35 онлайн докладов, среди докладчиков которых было 10 иностранных ученых. В онлайн заседаниях приняли участие исследователи из Казахстана, Индии, Турции, Таджикистана, Киргизии. Контакты (оргкомитет) e-mail: glac2020@igras.ru

2. 24-25 ноября 2020 года г.Салехард: XI научно-практическая конференция «Обдорья. Ямало-Ненецкий автономный округ в XXI веке: от сохранения традиций к развитию технологий» с международным участием (российские ученые, проживающие на Аляске, Фербенкс). Организатор – Государственное казённое учреждение Ямало-Ненецкого автономного округа «Научный центр изучения Арктики» при поддержке ИКЗ ТюмНЦ.

3. В 2020 г. сотрудники ИКЗ, МГУ, ИМЗ (Якутск), Института проблем нефти и газа РАН (ИПНГ РАН) и др. завершили крупные проекты (держатель договора/заказчик Гидроспецгеология) и подвели итоги, написав отчеты по темам:

а) «Анализ состояния вечной мерзлоты, тенденций ее изменения и социально-экономических последствий для регионов Арктики. Теоретическое обоснование основных параметров архитектуры и разработка принципов построения системы государственного мониторинга вечной мерзлоты в целях охраны и рационального использования криогенных ресурсов Арктики и устойчивого развития АЗРФ» (исполнители ИКЗ, МГУ, ИМЗ, ИПНГ и др.);

б) «Том IV. Создание и подготовка к изданию комплекта гидрогеологической инженерно-геологической карты масштаба 1:1 000 000 группы листов. Книга 1. – Создание и подготовка к изданию комплектов гидрогеологической и инженерно-геологической карт масштаба 1 : 1 000 000 листа Q-41 (Воркута) в формате ГИС с объяснительными записками и структурированными фондами геолого-гидрогеологической и инженерно-геологической информации. Этап 1. Лист Q-41 (Воркута) – геокриологическая карта. Листы Q-41 (Воркута), Q-42 (Салехард), S-44 (Диксон) – подготовка базы данных» по договору с ФГУП Гидроспецгеология, I-й этап (2020 год) объемом 68 с., рис. 16, табл. __, прил. 10, лит. и фонд. источников 78. (исполнитель ИКЗ).

4. Научные сотрудники ИКЗ писали экспертные заключения по отчетам научных организаций (см. в «2020_Таблица к Отчету Научного совета по криологии Земли РАН»).
Эксперты- научные сотрудники ИКЗ:

4.1. Пономарева О.Е., к.г.-м.н.: проект «Экосистемные изменения в Сибири: локальные, региональные и глобальные аспекты», организация-исполнитель проекта Ин-т мониторинга климатических и экологических систем СО РАН;

4.2. Дворников Ю. А., к.г.-м.н.: проект «Геотемпературное поле и трансформация криолитозоны Северной Азии и горных областей Центральной Азии», организация-исполнитель проекта ИМЗ СО РАН

4.3. Малкова Г.В., к.г.-м.н.: проект «Строение, возраст и условия формирования криолитозоны континентальных районов Центральной и Северо-Восточной Азии», организация-исполнитель проекта ИМЗ СО РАН

4.4. Облогов Г.Е., к.г.-м.н.: проект «Закономерности развития береговой и подводной мерзлоты в морях Лаптевых и Восточно-Сибирском», организация-исполнитель проекта ИМЗ СО РАН

4.5. Васильев А.А., д.г.-м.н.: проект «Закономерности развития береговой и подводной мерзлоты в морях Лаптевых и Восточно-Сибирском», организация-исполнитель проекта ИМЗ СО РАН.

5. ИКЗ продолжает издание журнала «ХолодОК». Продолжается издание журнала «Криосфера Земли» (6 номеров в год), где публикуются статьи о наиболее значимых достижениях, исследованиях и т.п. (<http://www.izdatgeo.ru>). (Аннотации наиболее важных статей представлены в конце данного файла).

Институт мерзлотоведения им. П.И. Мельникова СО РАН (ИМЗ СО РАН) <http://mpi.ysn.ru> Основные итоги 2020 года

Наиболее важные результаты

1. Выполнена реконструкция климата, растительности и условий формирования эоловых (дюнных) песчаных покровов (дьолкуминская свита) в Центральной Якутии за последние 40 тыс. лет.

В спорово-пыльцевых спектрах преобладает пыльца степных и полупустынных травянистых сообществ (*Poaceae*, *Chenopodiaceae*, *Artemisia*, *Caryophyllaceae* и *Сурегасеae*), и сухих кустарниковых тундр (*Betula sect. Nanae*) (Рис.1). Полученные биостратиграфические данные свидетельствуют о циклическом характере иссушения климата и опустынивании. Периоды максимальной аридизации совпадают с пиками похолоданий. Впервые в отложениях свиты установлены споры специфических грибов (*Glomus*, *Gelasinospora*, *Microthyrium microscopicum*) и древесного угля, свидетельствующие об ультраконтинентальных обстановках осадконакопления, интенсивной эрозии и периодических пожарах на протяжении периодов опустынивания. Полученные данные позволяют существенно прояснить климатические условия и характер ландшафтов Центральной Якутии в позднем неоплейстоцене и голоцене.

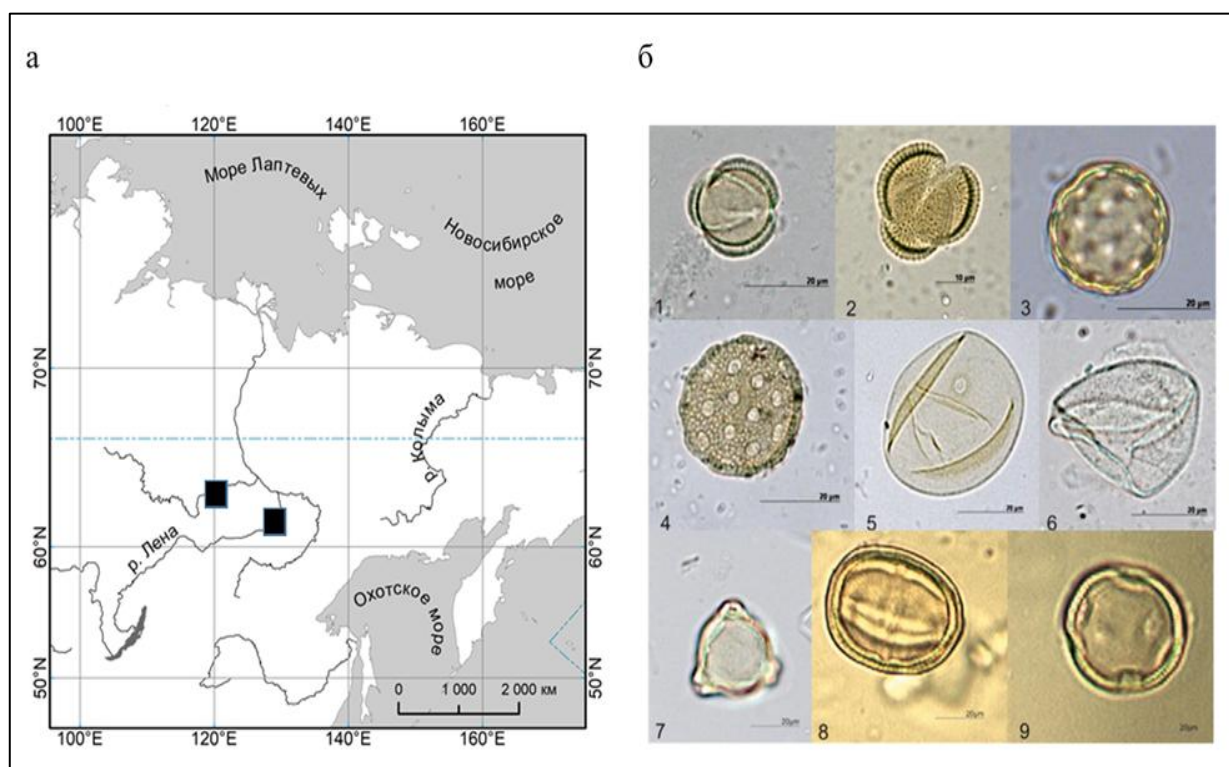


Рис. 1. Положение ключевых участков и исследованных опорных разрезов дьолкуминской свиты (а) и ключевые пыльцевые таксоны в покровных дюнных отложениях Центральной Якутии (б): 1 – *Artemisia*; 2 – *Brassicaceae*; 3 – *Chenopodiaceae*; 4 – *Caryophyllaceae*; 5 – *Poaceae*; 6 – *Cyperaceae*; 7 – *Betula* sect. *Nanae*; 8 – *Polygonaceae*; 9 – *Thalictrum*.

Результаты исследований опубликованы в статье:

Павлова М.Р., Галанин А.А. Возраст и палиноспектры эолово-криогенных отложений долины нижнего течения р. Виллой (Центральная Якутия) // Материалы всероссийской конференции с международным участием, посвященной 60-летию образования Института мерзлотоведения им. П.И. Мельникова СО РАН «Устойчивость природных и техногенных систем в криолитозоне». 28-30 сентября 2020. Якутск: Издательство ФГБУН Института мерзлотоведения им. П.И. Мельникова СО РАН, 2020. С. 146-149.

2. Изучен наиболее полный разрез многолетнемерзлых дисперсных отложений неоплейстоцена, мощностью около 100 м, перигляциальной Лено-Амгинской равнины.

Вскрытые отложения по фациальным, химическим, физическим и криогенным особенностям разделяются на синкриогенные (вторая половина позднего неоплейстоцена) и эпикриогенные (первая половина позднего - ранний неоплейстоцен) (Рис. 2). Присутствие эпикриогенных пород, прошедших стадию раннего диагенеза до их промерзания, указывает на то, что их отложение происходило в относительно глубоком пресноводном бассейне, а промерзание началось после его обмеления (поздний неоплейстоцен). Породы такого типа на территории Средней Сибири установлены впервые.

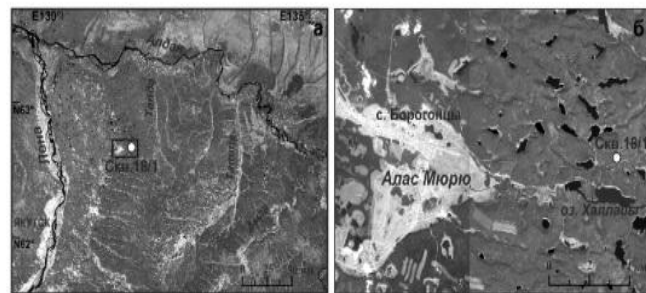
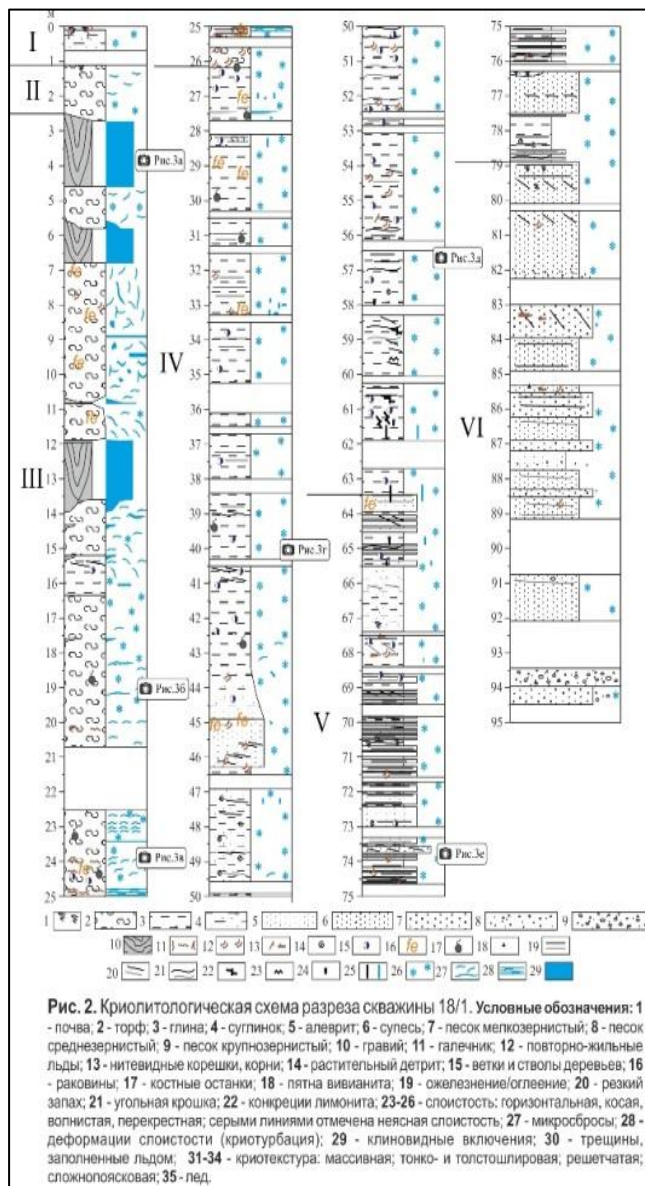


Рис. 1. Местоположение Сква. 18/1 на приводораздельной абалахской поверхности Лено-Амгинского междуречья.

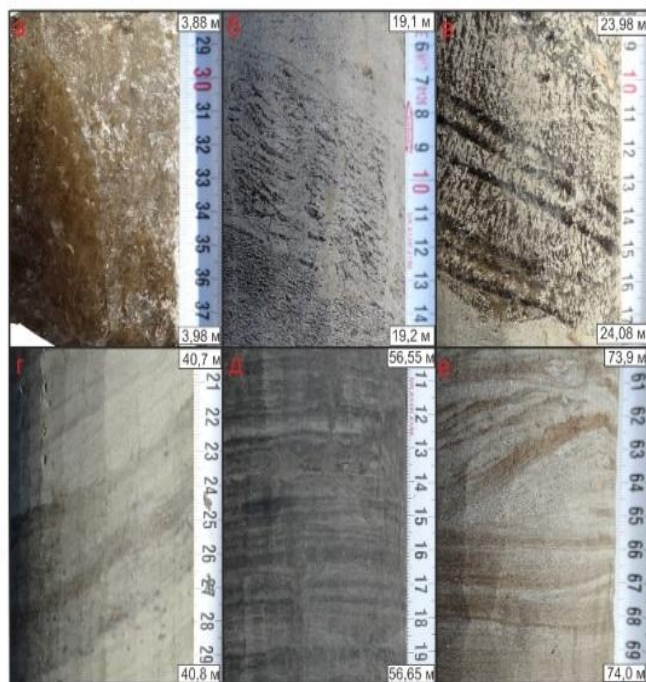


Рис. 3. Повторно-жильные льды (а), микро-, тонкая (б) и поясковая (в) криотекстуры в синкриогенных отложениях пачки ледового комплекса. Массивная криогенная текстура и ненарушенная первичная слоистость в эпикриогенных отложениях озерной (г, д) и озерно-аллювиальной пачек (е).

Результаты исследований опубликованы в статье:

Спектор В.В., Jin Huijun, Торговкин Н.В., Максимов Г.Т., Спектор В.Б., Сыромятников И.И.

Строение плейстоценовых криогенных отложений Лено-Амгинской равнины (Центральная Якутия) //Природные ресурсы Арктики и Субарктики. 2020, Т. 25, № 3. С. 49–62.

<https://doi.org/10.31242/2618-9712-2020-25-3-5>

3. Обоснован оптимальный комплекс геофизических методов и разработана экспресс-методика геофизического комплексирования для эффективного исследования надмерзлотных и межмерзлотных водоносных таликов в песчаных отложениях криолитозоны Средней Сибири (Бестяхская терраса Центральной Якутии).

На основе проведения комплексных геофизических исследований в 2018-2020 гг. - электротомографии (ЭТ), георадиолокации (ГРЛ), малоглубинная сейсмика: метода преломленных волн (МПВ), бесконтактное измерения электрического поля (БИЭП), метода радиоманнитотеллурического зондирования (РМТ) разработана экспресс-методика геофизического комплексирования для определения качественного показателя водонасыщенности талика и его пространственных характеристик без опорного бурения скважины. Установлено, что комплексирование методов электротомографии и

георадиолокации позволяет в 1,5 раза (в зависимости от влагонасыщенности талика) повысить точность определения мощности талика (Рис. 3). Разработанная экспресс-методика позволяет оперативно получить достоверную информацию на больших площадях с построением трехмерной картины пространственного расположения талика.

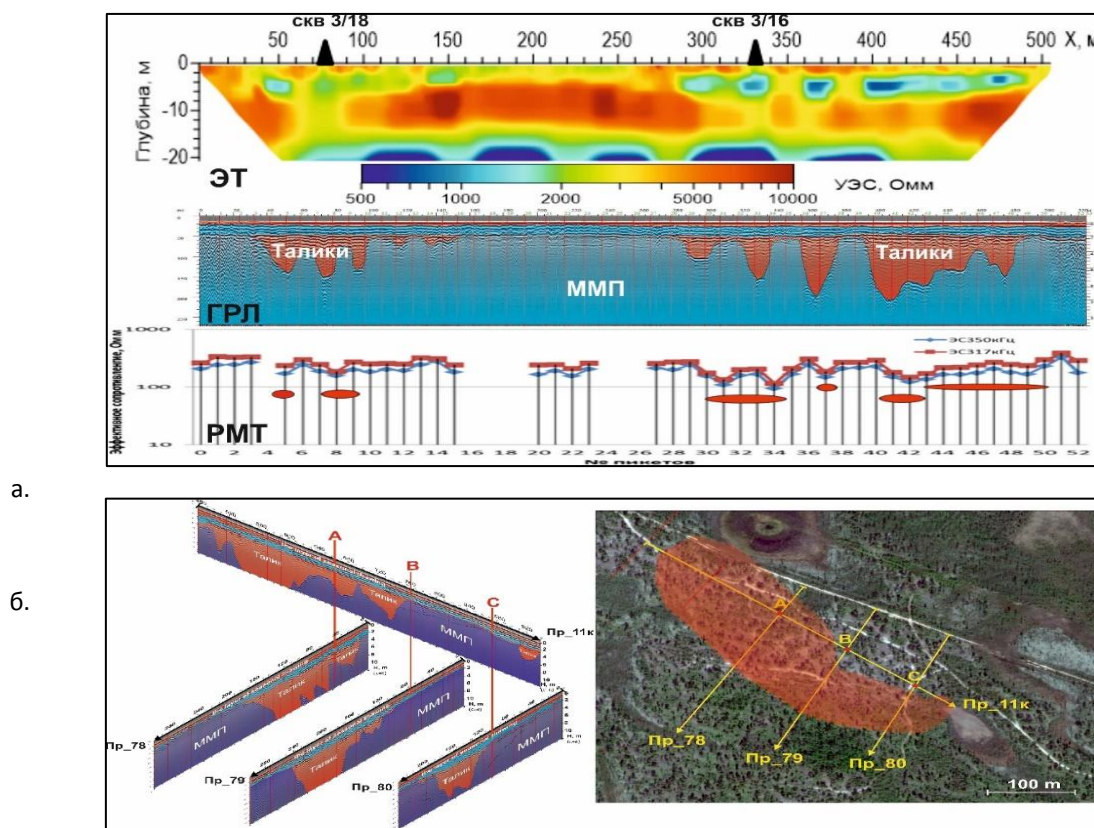


Рис. 3. Сопоставление нескольких геофизических методов (ЭТ, ГРЛ, РМТ) при определении надмерзлотных таликов (а); определение пространственного положения талика с помощью экспресс-методики комплексирования ЭТ и ГРЛ (б).

Результаты исследований опубликованы в статье:

Христофоров И.И., Данилов К.П. Результаты физического моделирования георадиолокационного зондирования речных песков среднего течения р. Лена // «Engineering and Mining Geophysics 2020»: EAGE Международная научно-практическая конференция, 14 - 18 сентября 2020 г., ISSN: 2214-4609, ISBN: 9789462823402, DOI: 10.3997/2214-4609.202051137

4. На основе учета фазовых переходов и межфазовых переносов воды конкретизирована схема климатического круговорота природных вод.

Помимо общепринятого *атмосферного*, отдельно выделены следующие циклы: *криогидрогенный* – ежегодного образования снежного покрова, льдов на реках и водоемах, наледей и подземного льда в деятельном слое криолитозоны, *атмолитогенный* – испарения и конденсации, сублимации и десублимации в зоне аэрации горных пород, *гляциогенный* и *криолитогенный* – при многолетнем таянии ледников и подземных льдов криолитозоны. Учет гетерогенности фаз воды, заключенная в этих циклах, может позволить в дальнейшем обеспечить углубленное изучение общих закономерностей круговорота воды и теплообмена в криолитозоне.

Таблица

Глобальные циклы климатического круговорота природных вод
и средняя интенсивность их водообмена

№	Основные циклы	Масса воды, ежегодно участвующая в водообмене, кг	Средняя интенсивность водообмена, $\text{кг} \cdot \text{м}^{-2} \cdot \text{с}^{-1}$
1	Атмосферный	$0,51 \cdot 10^{18}$	$31,5 \cdot 10^{-6}$
2	Криогидрогенный	$2,6 \cdot 10^{16}$	$1,6 \cdot 10^{-6}$
3	Атмолитогенный	$0,2 \cdot 10^{11}$	$0,42 \cdot 10^{-11}$
4	Гляциогенный	$0,25 \cdot 10^{16}$	$0,16 \cdot 10^{-6}$
5	Криолитогенный	$25 \cdot 10^{12}$	$1,6 \cdot 10^{-9}$

Результаты исследований опубликованы в статье:
Shepelev V.V. Phase changes of water as a basin for natural water exchange cycles // Journal of Mechanics of Continua and Mathematical Science, 2020, 10, pp. 407-416.

Конференции

С 28 по 30 сентября 2020 г. в г. Якутске в ИМЗ СО РАН прошла Всероссийская конференция с международным участием «Устойчивость природных и технических систем в криолитозоне», посвященная 60-летию образования Института мерзлотоведения им. П.И. Мельникова СО РАН (Рис. 4).

Работа конференции проходила в рамках следующих секций:

- проблемы общей геокриологии; устойчивость природных систем в условиях меняющегося климата и техногенных воздействий;
- взаимодействие поверхностных и подземных вод; их роль в формировании и динамике криогенных ландшафтов; геохимическая оценка криогенных ландшафтов;
- проблемы инженерной геокриологии; устойчивость технических систем в условиях меняющегося климата и техногенных воздействий;
- молодежная секция «Современный климат и вечная мерзлота».

Конференция знаменательна и актуальна тем, что состоялась в г. Якутске, который основоположник мерзлотоведения М.И. Сумгин называл «колыбелью мерзлотоведения». Заявки на участие в конференции подали более 150 человек из России (гг. Якутск, Москва, Хабаровск, Пермь, Иркутск, Новосибирск, Тюмень, Нижний Новгород, Чита, Владивосток, Санкт-Петербург), а также из Китая, Швеции, Казахстана и других стран. Формат конференции частично очный и в формате ВКС. Материалы конференции опубликованы в сборнике: *Устойчивость природных и технических систем в криолитозоне: материалы Всероссийской конференции с международным участием, посвященной 60-летию образования Института мерзлотоведения им. П.И. Мельникова СО РАН, г. Якутск, Россия, 28-30 сентября 2020 г./ отв. ред. М.Н. Железняк, В.В. Шепелев, Р. В. Чжан. Якутск, изд-во ИМЗ СО РАН, 2020, 462 с.*



Рис. 4. Группа участников конференции «Устойчивость природных и технических систем в криолитозоне», посвященная 60-летию образования Института мерзлотоведения им. П.И. Мельникова СО РАН (28-30 сентября 2020 г., г. Якутск)

9 декабря 2020 г. состоялось торжественное расширенное заседание Ученого совета, посвященное 60-летию со дня образования Института мерзлотоведения им. П.И. Мельникова СО РАН.

Экспедиции

1) Впервые изучены строение, температурный режим, особенности оледенения и изотопного состава пещер на территории природного парка Ленские Столбы (Восточная Сибирь). Установлено, что геометрия пещер определяет характер воздушной циркуляции, тепловой режим и типы пещерного оледенения в разные сезоны года. Выявлены «теплые» и «холодные пещеры». Установлено, что широко распространенные в пещерах десублимационные льды имеют наиболее тяжелый изотопный состав ($\delta^{18}\text{O} = -12,2 \pm 0,7\text{‰}$; $\delta\text{D} = -99,2 \pm 4,7\text{‰}$; $d_{\text{exc}} = -2,0 \pm 0,8$) и кардинально отличаются от всех известных современных и ископаемых льдов региона (Рис. 5, 6). Полученные данные существенно проясняют условия и механизмы формирования криолитозоны Восточной Сибири в целом.

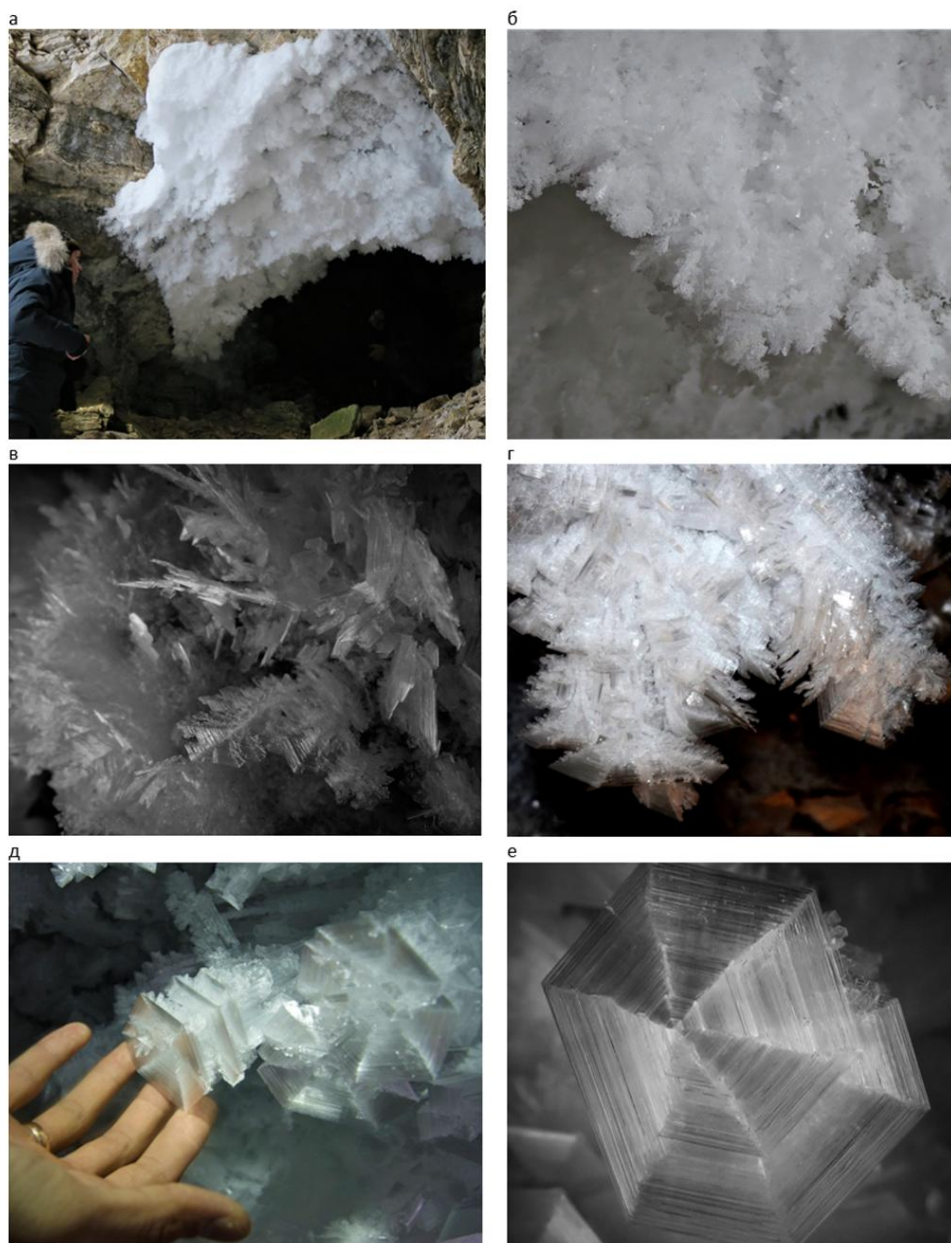


Рис. 5. Разновидности кристаллов десублимационных льдов в пещере «Сказка»
 Фото А.А.Галанина, март, 2018. а, б - мелкокристаллическая изморозь у входа в пещеру;
 в, г – крупные дендриты; д, е – шестиугольные пластинки со спиралевидной структурой

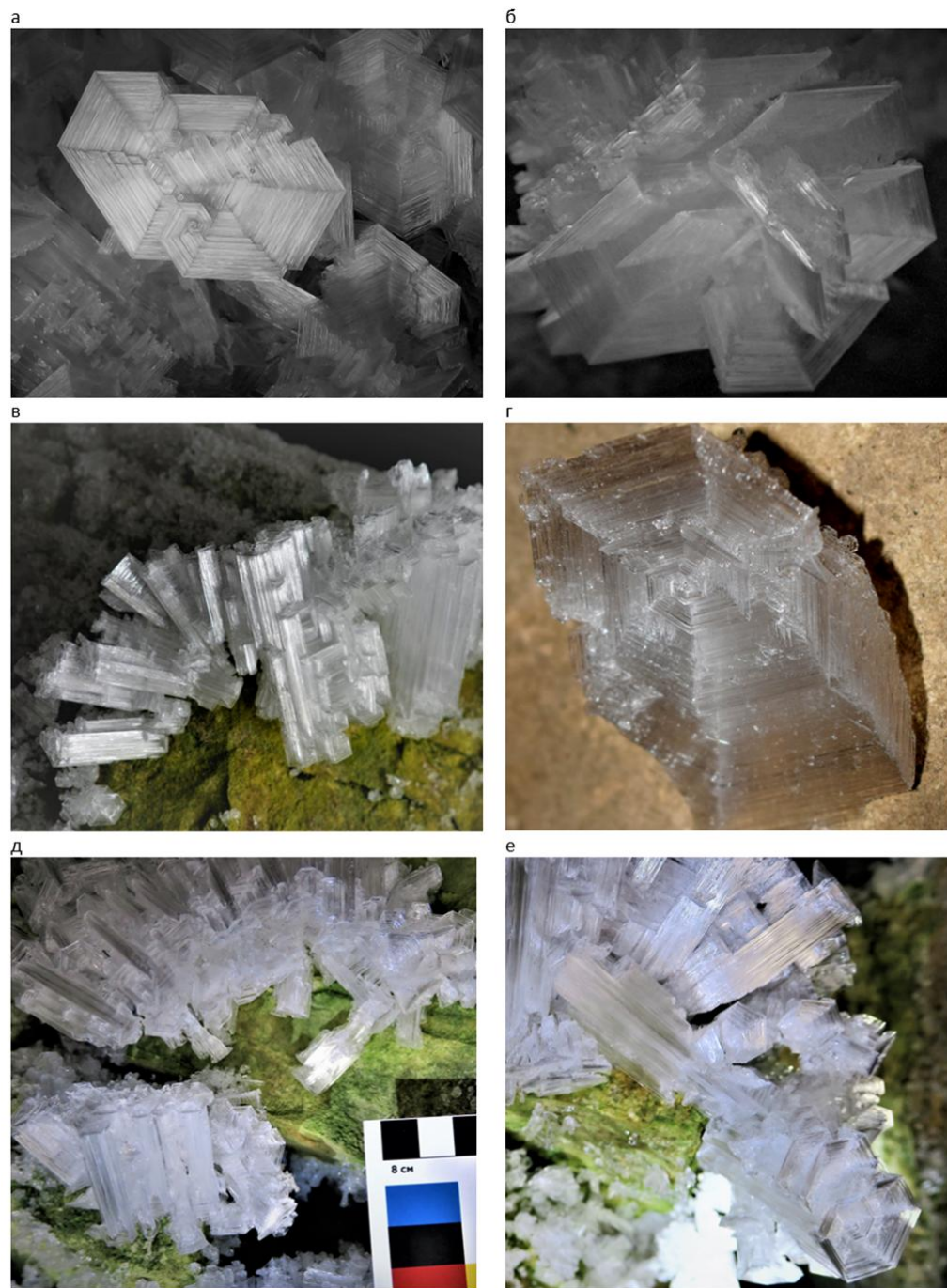


Рис. 6. Двойниковые сростки и друзы десублимационных кристаллов в пещере Сказка
 Фото А.А.Галанина, март, 2018. а – двойниковые сростки шестиугольных пластинок; б – сростки шестиугольных пластинок в виде лепестков; в – друза столбчатых кристаллов; г – пирамидальные (лотковые); д, е – сростки столбчатых и пирамидальных кристаллов

2) Проведены исследования динамики криогенных процессов в льдистых породах дельты Лены и береговой зоны моря Лаптевых, в том числе в составе Российско-Германской экспедиции «Лена» (Рис. 7, 8). Основные результаты: получены новые данные о динамике льдистых берегов на ключевых участках моря Лаптевых, а также об активности денудационных криогенных процессов в дельте р. Лены, в районах развития плейстоценового ледового комплекса на побережье моря Лаптевых. Проведены исследования положения подрусловой мерзлоты в протоках дельты Лены с помощью донного щупа.



Рис. 7. Изучение склонового ледового комплекса вблизи п. Тикси



Рис. 8. Многолетний мониторинг динамики разрушения льдистых берегов (Быковский п-ов)

3) Несмотря на сложности пандемии, успешно проведен заключительный 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. 9). Генеральному проектировщику ПАО «ВНИПИгаздобыча» передан отчет «Мероприятия по предотвращению, ослаблению или подавлению негативного влияния опасных криогенных и 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».



Публикации

В 2020 году издательством СО РАН согласно Тематическому плану выпуска изданий Сибирского отделения РАН на 2020 год выпущена научная монография Железняк М.Н., Семёнова В.П. «Геотемпературное поле и криолитозона Вилуйской синеклизы» / Отв. ред. В.И. Жижин; Рос. акад. наук, Сиб. Отд-ние, Ин-т мерзлотоведения им. П.И. Мельникова. – Новосибирск: СО РАН, 2020. – 123 с. (Рис. 10).

В монографии обобщены и проанализированы результаты многолетних исследований, выполненных большим коллективом сотрудников лаборатории Геотермии криолитозоны ИМЗ СО РАН начиная с 1950-х годов по настоящее время. В работе рассмотрены основные факторы формирования геотемпературного поля и изложены природные условия региона. Приведены основные применяемые методологические приемы и дан очерк геокриологической изученности. Выявлены особенности температурного режима нестационарных мерзлых толщ региона. Проведен анализ и дана оценка мощности многолетнемерзлой толщи отдельных месторождений, структур и Вилуйской синеклизы в целом. Представлены результаты массовых определений теплофизических свойств горных пород. Используя данные теплофизических и геотермических исследований дана оценка распределения плотности внутриземного теплового потока в пределах Вилуйской синеклизы. Настоящая монография является первой обобщающей научной работой по геотермии криолитозоны Вилуйской синеклизы.

С огромной благодарностью авторы посвятили эту работу коллегам, начавшим пионерные мерзлотно-геотермические исследования в этом регионе в середине 20 века: В.Н. Девяткину, В.Т. Балобаеву, А.И. Левченко, Б.В. Володько, С.В. Данилевскому, В.Г. Тунгусову, Д.В. Рыбникову, В.Г. Русакову.

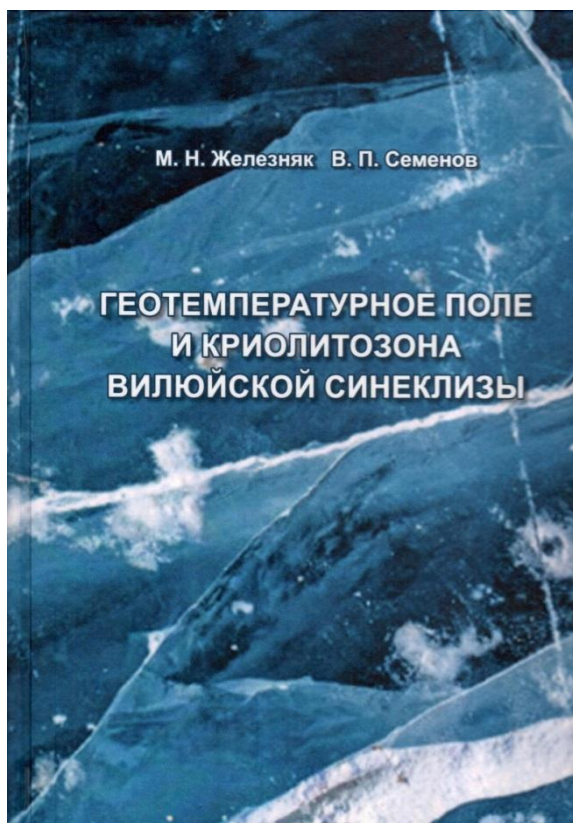


Рис. 10. Монография Железняк М.Н., Семёнова В.П. «Геотемпературное поле и криолитозона Вилуйской синеклизы»

Защита диссертаций

В ноябре-декабре 2020 г. успешно защитили свои диссертационные работы 4 сотрудников института, в том числе 2 докторские и 2 кандидатские (до 35 лет) (Рис. 11).

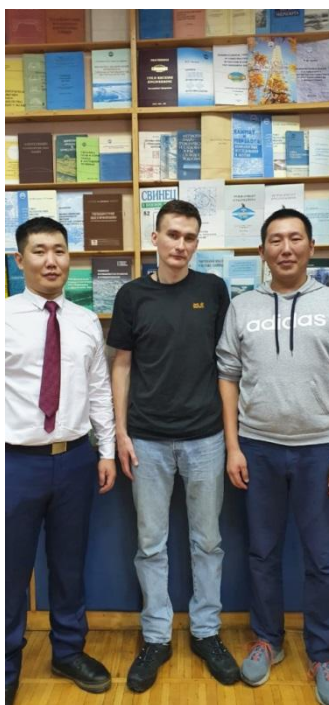


Рис. 11. Молодые кандидаты наук Чжан А.А. (в центре) и Кириллин А.Р. (справа)

Государственные награды

Сотрудникам института присуждены следующие государственные награды:

- главному научному сотруднику, доктору географических наук, профессору Алексееву В.Р. присвоено почетное звание «Заслуженный деятель науки Российской Федерации»;
- главный научный сотрудник, доктор географических наук Григорьев М.Н. награжден Офицерским крестом ордена «За заслуги перед Федеративной Республикой Германии» за выдающийся вклад в развитие германо-российского научного сотрудничества.

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

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

В результате полевых исследований, проведенных Институтом геоэкологии РАН совместно с Институтом Земной коры СО РАН, оценены современное положение и внутренняя структура южной геокриологической зоны, прилегающей к берегам озера Байкал. Длиннофокусная фотосъемка берегов с борта исследовательского судна «Геолог», дополненная перспективной и ортогональной аэрофотосъемкой с радиоуправляемого квадрокоптера, позволили выделить отрезки берегов с проявлениями активных, пассивных и реликтовых геокриологических явлений, включая полигонально-жильные структуры, солифлюкционные ступени и террасы, нивационные ниши, каменные глетчеры и др. (Рис. 1, 2).

В условиях временного улучшения эпидемиологической обстановки в России летом удалось выполнить регулярные геокриологические наблюдения по программе GTN-P в Чаре (Забайкальский край). Термометрические ряды данных суточного разрешения на

площадках, расположенных в этом регионе достигают 15 лет. Установлено, что региональные климатические тенденции синхронны на разных участках территории и в различных высотных поясах гор Северного Забайкалья. Горная часть хребта Удокан демонстрирует современное потепление приповерхностных горизонтов многолетней мерзлоты, которое, в целом, сонаправлено с региональным потеплением климата. Межгорные котловины характеризуются современным относительным похолоданием приповерхностной части массивов многолетнемерзлых пород, что не совпадает с ходом среднегодовой температуры воздуха.



Рис. 1. Обследование конусов выноса на западном побережье озера Байкал (снимок с квадрокоптера)



Рис. 2. Свежие подвижки обломочного материала реликтового каменного глетчера на восточном побережье озера Байкал (снимок с борта корабля)

Список работ, опубликованных сотрудниками ИГЭ РАН в 2020 г.

Сергеев Д.О., Чеснокова И.В., Безделова А.П., Дернова Е.О. Итоги геокриологического мониторинга в Чаре за период 1986-2019: состояние и динамика горной мерзлоты / В сб.: Устойчивость природных и технических систем в криолитозоне : материалы Всероссийской конференции с международным участием, посвященной 60-летию образования Института мерзлотоведения им. П. И. Мельникова СО РАН, г. Якутск (Россия), 28–30 сентября 2020 г./ ФГБУН Ин-т мерзлотоведения им. П. И. Мельникова Сибирского отделения РАН; отв. ред-ры: д.г.-м.н. М. Н. Железняк; д.г.-м.н. В. В. Шепелёв; д.т.н. Р. В. Чжан. – Якутск: Издательство ФГБУН Институт мерзлотоведения им. П. И. Мельникова СО РАН, 2020, ISBN 978-5-93254-195-1, с. 164-168.

Сергеев Д.О. Итоги геокриологического мониторинга в Чаре 2005-2019 г.г.: состояние и динамика горной мерзлоты / В сб.: Материалы 5-ой конференции «День науки 2020», Геологический факультет МГУ имени М.В. Ломоносова, Звенигородская биостанция МГУ имени М.В. Ломоносова, 22-23 января 2020 г., “КДУ”, “Добросвет” Москва, с. 49-57. DOI 10.31453/kdu.ru.91304.105.

Безделова А.П., Исаев В.С., Сергеев Д.О. Длительновременный мониторинг в южной тундре на основе пространственно-временной классификации геосистем (на примере научно-учебного полигона Хановой) / В сб.: Материалы 5-ой конференции «День науки 2020», Геологический факультет МГУ имени М.В. Ломоносова, Звенигородская биостанция МГУ имени М.В. Ломоносова, 22-23 января 2020 г., “КДУ”, “Добросвет” Москва, с. 27-38. DOI 10.31453/kdu.ru.91304.105.

Хименков А.Н., Кошурников А.В., Станиловская Ю.В. Геосистемы газонасыщенных многолетнемёрзлых пород // Арктика и Антарктика. 2020. № 2. DOI: 10.7256/2453-8922.0.0.32698 URL: https://nbpublish.com/library_read_article.php?id=32698

Хименков А.Н., Кошурников А.В., Соболев П.А. Фильтрации газа в мёрзлых грунтах // ВЕСТНИК МОСКОВСКОГО УНИВЕРСИТЕТА. СЕРИЯ 4. ГЕОЛОГИЯ 2020, №3, с. 97–103. [Khimenkov A. N., Koshurnikov A. V., Sobolev P. A. Gas Filtration in Frozen Soils // Moscow University Geology Bulletin. 2020. Vol. 75, No. 4. Pp. 404-412].

Хименков А.Н., Кошурников А.В., Соболев П.А. Миграция газа в мёрзлых грунтах (по результатам лабораторного моделирования) / В сб.: Устойчивость природных и технических систем в криолитозоне : материалы Всероссийской конференции с международным участием, посвященной 60-летию образования Института мерзлотоведения им. П. И. Мельникова СО РАН, г. Якутск (Россия), 28–30 сентября 2020 г./ ФГБУН Ин-т мерзлотоведения им. П. И. Мельникова Сибирского отделения РАН; отв. ред-ры: д.г.-м.н. М. Н. Железняк; д.г.-м.н. В. В. Шепелёв; д.т.н. Р.В. Чжан. – Якутск: Издательство ФГБУН Институт мерзлотоведения им. П. И. Мельникова СО РАН, 2020, ISBN 978-5-93254-195-1, с. 322-325.

Nicolsky D.J., Tipenko G.S. Application of the Non-Hermitian Singular Spectrum Analysis to the Exponential Retrieval Problem // Известия высших учебных заведений России. Радиоэлектроника. 2020;23(3):6-24. <https://doi.org/10.32603/1993-8985-2020-23-3-6-24>.

Карпенко Ф.С., Кальбергенов Р.Г., Кутергин В.Н., Мерзляков В.П. Определение реологических свойств мерзлых грунтов методом релаксации // «ОФМГ». - 2020. - №5. - С. 7 – 11.

Агапкин И.А., Кальбергенов Р.Г. (2020) Газопроницаемость мерзлых песчаных грунтов// Материалы 5ой конференции «День науки 2020», стр.80-84, Звенигород, Россия, 22-23 января.

Агапкин И.А. (2020) Влияние торфяных отложений на геокриологические условия месторождения Каменно-мысское море// Сергеевские чтения 202, стр.171-174.

Агапкин И.А., Кальбергенов Р.Г. (2020) Газопроницаемость мерзлых глинистых грунтов// Материалы Всероссийской конференции с международным участием, посвященной 60-летию образования Института мерзлотоведения им. П.И.Мельникова СО РАН, Якутск, Россия, 28-30 сентября 2020 года, стр.347-350.

Агапкин И.А., Кальбергенов Р.Г. (2020) Влияние изменения многолетних температур грунта на механические свойства мерзлых грунтов среднего Ямала// Материалы Всероссийской конференции с международным участием, посвященной 60-летию образования Института мерзлотоведения им. П.И. Мельникова СО РАН, Якутск, Россия, 28-30 сентября 2020 года, стр.354-357.

**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)**

1. Продолжены мониторинговые исследования по программам CALM и TSP. Проводятся совместные исследования с учеными из Германии (Alfred Wegener Institute for Polar and Marine Research), США (University of Tennessee), Франции (Institut de Microbiologie de la Méditerranée). Эмпирические наблюдения в рамках международной программы CALM.

2. 9-13 ноября 2020 г. прошла Научная конференция с международным участием «Почва как компонент биосферы: эволюция, функционирование и экологические аспекты», посвященная 50-летию Института физико-химических и биологических проблем почвоведения РАН (Ответственное лицо: Дмитрий Федоров-Давыдов muss-96@yandex.ru).

3. 5-9 октября 2020 г. в формате онлайн: 3-я Всероссийская конференция по астробиологии: «Экзобиология: от прошлого к будущему». Участвовало человек 70, в основном из России, а также российские ученые, проживающие на Аляске, Фербенкс. Мерзлотным вопросам была посвящена одна из секций. Материалы есть на сайте <http://www.cryosol.ru/astrobiology2020> (отв.лицо Спирина Елена El.Spirina@gmail.com).

4. Возможность сохранения фотосинтезирующих организмов в многолетнемерзлых породах была известна давно. Впервые были проведены метагеномные исследования, позволившие показать разнообразие фотосинтезирующих организмов в отложениях вечной мерзлоты с использованием арктических метагеномов, доступных через MG-RAST. В статье Vishnivetskaya T.A., Almatari A.L., Wu X., Spirina E.V., Williams D.E., Pfiffner S.M., Rivkina E.M. Insights into Community of Photosynthetic Microorganisms from Permafrost // FEMS Microbiology Ecology. 2020. DOI10.1093/femsec/fiaa229 показано, что последовательности, связанные с цианобактериями, составляют от 0,25 до 3,03% от общего числа последовательностей, за которыми следуют последовательности, связанные со

Streptophyta (водоросли и сосудистые растения) 0,01-0,45% и Chlorophyta (зеленые водоросли) 0,01-0,1%. Использование методов накопительного культивирования показали, что цианобактерии и зеленые водоросли выживают в вечной мерзлоте и могут начать расти во время длительной инкубации при низкой интенсивности света. Среди фотосинтезирующих микроорганизмов, выделенных из вечной мерзлоты, преобладали нитчатые Oscillatoria-подобные цианобактерии и одноклеточные зеленые водоросли рода Chlorella. Предполагается, что цианобактерии вечной мерзлоты и зеленые водоросли, как ожидается, будут эффективными членами микробного сообщества после таяния вечной мерзлоты.

5. В статье Ривкина, Е.М., Абрамов, А.А. Метан как индикатор условий формирования мерзлых отложений Антарктиды // Криосфера Земли, 2020, 24(3), с.51-57. DOI: [10.21782/KZ1560-7496-2020-3\(51-57\)](https://doi.org/10.21782/KZ1560-7496-2020-3(51-57)) (Rivkina EM, Abramov AA. Antarctica, methane, permafrost, radioactive label. Earth. 2020; 24(3):46-51, DOI: 10.21782/EC2541-9994-20203(4651)) собраны и проанализированы данные о содержании метана в кернх многолетнемерзлых пород Антарктиды. Максимальные концентрации (до 330 микромоль/кг) отмечены в морских отложениях на острове Кинг-Джордж. С помощью радиоактивно меченных субстратов показана метаболическая активность метанообразующих бактерий.

6. Не иссякает поток новых находок в мерзлоте представителей простейших. Ранее из многолетнемерзлых отложений Арктики выделены шесть новых штаммов акантамеб. Молекулярно-биологические, морфометрические и физиологические исследования новых штаммов позволили связать уровни генетической и морфологической изменчивости и выявить видовые границы в пределах комплекса. С помощью ЯМР-спектроскопии изучено изменение состава клеточных экстрактов трофозоитов, цист и псевдоцист акантамеб, в частности, дифференцированное накопление водорастворимых осмолитов. Данные для псевдоцист получены впервые. Полученные результаты проясняют механизмы устойчивости покоящихся стадий амёб к неблагоприятным факторам, в том числе, к промерзанию. Подробнее о «замороженном зоопарке» можно узнать из статей **Malavin S, Shmakova L, Claverie JM, Rivkina E.** Frozen Zoo: a collection of permafrost samples containing viable protists and their viruses // Biodiversity Data Journal. 2020; 8. doi: [10.3897/BDJ.8.e51586](https://doi.org/10.3897/BDJ.8.e51586) и **Malavin, S., & Shmakova, L.** Isolates from ancient permafrost help to elucidate species boundaries in Acanthamoeba castellanii complex (Amoebozoa: Discosea). // European Journal of Protistology, 2020, 73, 125671. <https://doi.org/10.1016/j.ejop.2020.125671>.

МГУ имени М.В. Ломоносова, Географический факультет, кафедра криолитологии и гляциологии 2020

Исследования 2020 года проводились по нескольким направлениям, традиционновыделяющимся в научной работе коллектива кафедры криолитологии и гляциологии.

Криолитологическое направление

В.В. Роговым и И.Д. Стрелецкой продолжены работы по изучению роли криогенеза в формировании лессовых пород Нижнего Поволжья. На примере опорного разреза Средняя Ахтуба впервые для региона установлены четыре этапа развития мерзлотных процессов в позднем плейстоцене. Для каждого горизонта проведены криолитологический, гранулометрический и микроморфологический анализы минерального вещества и сделаны описания следов криогенных процессов для оценки палеогеографических условий их образования. Методом оптически-стимулированной люминесценции

определен возраст основных этапов развития криогенных процессов в Нижнем Поволжье (Рогов и др., 2020; Taratunina et al., 2020).

И.Д. Стрелецкой продолжены работы по изучению органического вещества и газовой составляющей в многолетнемерзлых породах севера Западной Сибири. Новые результаты по включениям метана в пластовых льдах, мерзлых и сезонно талых породах показали, что количество метана на порядки больше, чем в воздухе и ледниковых льдах. Изотопный состав метана в воздушных пузырьках в пластовом льду, исключительно бактериального происхождения. Определен изотопный состав метана в сезонно-талых породах и подтверждено предположение, что толща ММП является препятствием для эмиссии глубинных газов. Определены количество метана, накапливающегося в слое оттаивания различных ландшафтов. Установлено, что переходный слой является долговременным накопителем для метана, сформировавшегося в СТС заболоченных ландшафтов (Oblogov et al., 2020). Биогеохимическими методами установлено, что состав растворенного органического вещества очень вариабелен в пластовых и жильных льдах и в дальнейшем по-разному будет влиять на процессы метаногенеза во льдах и после их оттаивания. Установлено, что в ПЖЛ сохраняется более высокая минерализация органического вещества, по сравнению с пластовыми льдами. Для пластовых льдов анаэробная обстановка их образования подтверждается присутствием озона. Установлено сильное изотопное фракционирование углерода и дейтерия по метану при низкой температуре и участии несвязанной воды (Semenov et al., 2020).

И.Д. Стрелецкой с коллегами из ВНИИОкеангеология создана геохимическая модель изменений в геосистемах прибрежно-шельфовой зоны в условиях современного потепления климата в Арктике (Ванштейн и др., 2020).

Ю.Б. Баду опубликованы результаты анализа распространения бугров пучения на севере Западной Сибири (Баду, Никитин, 2020). Плотность распространения бугров на полуостровах Ямал, Гыдан и Тазовский закономерно сконцентрирована над неотектонически неоднородной частью разреза осадочного чехла, в которой сосредоточены газовые залежи газоносных структур на глубинах не более 700–900 м от дневной поверхности. Максимумы площадного распространения бугров приурочены к прибрежным участкам морских и лагунно-морских террас западного и восточного Ямала, севера и юга Гыданского полуострова, севера и центральной части Тазовского полуострова.

А.И. Кизяков с соавторами выполнили детальный анализ пяти воронок газового выброса (ВГВ), расположенных на севере Западной Сибири (Kizyakov et al., 2020). Воронки расположены в различных экологических (кустарники или мохово-травяная тундра) и геоморфологических (речная долина, терраса, склоны) условиях. Цель исследования состояла в выявлении общих и отличающихся характеристик пяти воронок и их бугров-предшественников. Исследование базировалось на создании и анализе цифровых моделей рельефа до и после формирования ВГВ с использованием стереопар спутниковых снимков сверхвысокого разрешения и сравнении с данными ArcticDEM. Разнообразие поверхностных условий наряду с довольно узким диапазоном морфометрических параметров ВГВ и бугров-предшественников позволил сделать вывод, что механизм образования един и определяется скорее особенностями геологического и криолитологического строения разреза, чем какими-либо поверхностными условиями.

В.И. Гребенец, Ф.Д. Юров, В.А. Толманов и В.А. Федин продолжили работы по анализу региональных аспектов взаимодействия криогенных процессов и хозяйственной инфраструктуры в населенных пунктах Арктики.

Л.И. Зотовой обобщен опыт создания оценочных мерзлотных карт на ландшафтной основе для экологических целей. Процедура оценки включает отбор факторов (температура и льдистость мерзлых пород, изменение глубин сезонного протаивания, теплоизоляционные свойства растительности, скорость её самовосстановления и др.), методы их сравнения, расчет интегральных коэффициентов для кластеризации

ландшафтов, оценочное картографирование. Рассмотрены принципы составления разномасштабных карт: потенциальной устойчивости криогенных ландшафтов к механическим воздействиям, мерзлотно-биотического состояния, карт геоэкологических ситуаций, карт активизации криогенных процессов и экологического зонирования. Все легенды к картам предложено составлять в матричном виде, что облегчает её ГИС-интерпретацию. Для создания этих карт используются методы ландшафтной индикации, дешифрирования спутниковых снимков, экспертные оценки, статистические расчеты, ГИС-анализ (Zotova L., 2020).

А.А. Маслаковым в 2020 году проведены полевые исследования параметров сезонно-талого слоя, криолитологической структуры переходного слоя, а также обнажений пластовых льдов на территории ключевого участка приморских равнин Восточной Чукотки. Выполнен анализ ландшафтной приуроченности приповерхностного залегания пластовых льдов, а также взаимосвязи ландшафтных условий и характеристик переходного слоя. Выполнена оценка влияния климатических изменений на термический режим общественных подземных хранилищ в поселениях Восточной Чукотки (Maslakov et al., 2020). Проведена аэрофотосъёмка берегового уступа в с. Лорино с целью выявления межгодовой динамики изучаемого участка берега.

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.

Гляциологическое направление

Под руководством В.В. Поповнина в летний период 2020 года проведён комплекс полевых работ в бассейне репрезентативного горного ледника Джанкуат на Центральном Кавказе. Продолжен многолетний ряд масс-балансовых наблюдений.

М.Н. Ивановым выполнено исследование современных изменений ледников Полярного Урала на фоне климатических изменений, дана численная оценка сокращения их площади (Носенко с соавт., 2020). Проведена оценка состояния всего оледенения горного района, установлено полное исчезновение 44 ледников. Полностью растаяли более половины всех ледников, которые последний раз были инвентаризированы по состоянию на 2009 г., что является беспрецедентным событием (Черкасова, Иванов, 2020).

На Полярном Урале проведены полевые гляциологические, геофизические и геодезические работы, на ледниках ИГАН, Анучина повторно и МГУ впервые с 2010 г. Установлено полное исчезновение ледника МГУ, который во время открытия в 1953 г. являлся самым длинным на Урале и достигал 2.2 км. Выполнена съёмка высоты поверхности ледника ИГАН с использованием дифференциального GPS приёмника для расчёта сокращения ледника за минувший период, исследование конечных морен при помощи электротомографии для выявления ледяных ядер и оценки прорывоопасности моренно-подпрудных озёр.

М.А. Викулиной продолжены снеголавинные исследования для выявления изменений снежности и лавинной активности на Хибинской учебно-научной станции. Зима 2019-2020 гг. охарактеризовалась аномальной снежностью и максимальными значениями толщины снежного покрова за весь период наблюдения (35 лет) на метеоплощадке станции - 168 см. Установлено увеличение лавинной активности на территории Хибинского горного массива, связанного с увеличением количества твердых осадков и продолжительности лавиноактивного периода (Викулина, Марченко, 2020). Проведен анализ динамики лавинного риска в Хибинах за последнее десятилетие в связи с увеличением антропогенной нагрузки. Показатели социального лавинного риска растут с каждым годом в связи с расширением горно-добывающей промышленности в г. Кировск и увеличением туристического потока в регион (Vikulina, 2020).

М.А. Викулиной и Д.А. Петраковым проведены измерения альбедо снежного покрова в районе городов Кировск и Апатиты для верификации метода исследования загрязнения

снежного покрова в Мурманской области с помощью ДЗЗ. Анализ показал, что максимальная загрязненность снежного покрова угольной пылью наблюдается в конце апреля – начале мая (Михайлюкова и др., 2020). Также М.А. Викулиной и Д.А. Петраковым проведены снегомерные измерения на разных площадках в районах городов Кировск и Апатиты для сравнения натуральных данных с данными полученными с помощью ДЗЗ.

М.А. Викулиной проведены экспедиционные работы по изучению динамики малых форм оледенения в Хибинах. Для первичного анализа многолетних изменений были получены метеоданные для Кировска за последние годы, собраны показательные космические снимки за разные годы на период максимального снеготаяния (Зимин и др., 2020).

Д.А. Петраков продолжил исследования ледников Центральной Азии. Совместно с коллективом исследователей из Швейцарии проведена оценка современного состояния криосферы в регионе и сделан прогноз на будущее. Подчеркнута важная роль изменений криосферы в водной безопасности (Barandun et al., 2020). Проанализированы причины наиболее катастрофичного гляциального селя в Центральной Азии последних десятилетий, унесшего жизни 100 человек. До этого детальных исследований Шахимарданского селя 1998 г. не предпринималось. Выявлена роль изменений перигляциального пояса в зарождении селя, доказано, что водокаменные потоки могут вовлекать твердый материал при более низких углах наклона, чем считалось ранее. Даны рекомендации по снижению риска в регионе (Petrakov et al., 2020). В ходе исследований на Центральном Кавказе совместно с учеными ИГ РАН разработана технология оценки потенциала развития ледниковых озер. Сделаны важные выводы о возможном формировании озер на участках отступающих языков ледников на склонах Эльбруса. Действующие нормативы не учитывают вероятность такого развития событий, для ряда объектов инфраструктуры в будущем могут потребоваться дополнительные селезащитные мероприятия (Лаврентьев и др., 2020).

Н.А. Володичевой и А.Д. Олейниковым зимой 2019/2020 г. продолжены снеголавинные наблюдения на Эльбрусской учебно-научной базе географического факультета МГУ на Центральном Кавказе по дальнейшему пополнению 50-летнего ряда наблюдений с целью мониторинга и оценки повторяемости экстремальных снеголавинных событий в исследуемом регионе.

Составлен каталог катастрофических лавин Приэльбрусья (верховья долины р.Баксан) по результатам обобщения 50-летнего ряда стационарных наблюдений (1968-2018). Наиболее масштабные лавинные катастрофы связаны с лавинами из свежевывапавшего снега, которые составляют до 70% от общего числа сходящих лавин. Каждый горный район имеет свою хронологию лавинных катастроф, возникающих под влиянием мощных гидрометеорологических аномалий. Индикационными показателями этого класса лавин обычно считаются обильные продолжительные снегопады с осадками 20-40 мм/сут. или высокая снежность зим. Как показывает накопленный опыт лавинных исследований, в теплых условиях современного климата сведений об интенсивных осадках часто бывает недостаточно для достоверного прогноза разрушительных лавин, а сведения о снежности зим по долинным метеостанциям не всегда отражают реальную картину снегонакопления в приводораздельных частях склонов.

На основании проведенных исследований выявлены наиболее информативные лавиноиндикационные показатели экстремальных ситуаций лавинообразования. Предложен новый индикационный показатель для долгосрочного прогноза особо крупных лавин по данным климатических моделей. Для индикации условий формирования особо крупных лавин предлагается использовать комплексный показатель - соотношение температуры воздуха и осадков за холодный период, который определяет фоновую заснеженность горной территории и степень суровости зим. Для индикации условий формирования особо крупных лавин предлагается использовать комплексный показатель -

соотношение температуры воздуха и осадков за холодный период, который определяет фоновую заснеженность горной территории и степень суровости зим.

А.Д. Олейниковым и Н.А. Володичевой опубликована статья в журнале «Лед и Снег» с оценкой зим экстремального лавинообразования на Большом Кавказе за период инструментальных наблюдений с 1968–2016 гг. (Олейников и Володичева, 2020).

Коллектив кафедры принял активное участие в работе **European Geosciences Union General Assembly 2020, American Geophysical Union (AGU) 2020 Fall Meeting и XVII Гляциологическом симпозиуме** (Санкт-Петербург, ААНИИ, 17-20 ноября 2020 г.) с докладами. В ходе Гляциологического симпозиума Д.А. Петраков был выбран одним из вице-президентов Гляциологической ассоциации.

Ссылки на литературу:

Баду Ю.Б., Никитин К.А. Бугры пучения на площади газоносных структур севера Западной Сибири // Криосфера Земли, 2020, т. XXIV, № 6, с. 21–32

Ваништейн Б.Г., Стрелецкая И.Д., Письменюк А.А. Геосистемы берегов Карского моря в условиях изменяющегося климата // Арктика: экология и экономика, Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт проблем безопасного развития атомной энергетики Российской академии наук (Москва), том 3, № 39, 2020, с. 73-86 DOI

Викулина М.А., Марченко Е.С. Современное состояние лавинной опасности в Хибинах /Материалы XVII гляциологического симпозиума "Роль криосферы в прошлом, настоящем и будущем Земли", Тезисы докладов, Санкт-Петербург, 2020. С.30.

Зимин М.В., Голубева Е.И., Кизяков А.И., Кравцова В.И., Тутубалина О.В., Михайлюкова П.Г., Петраков Д.А., Жданова Е.Ю., Балдина Е.А., Вахнина О.В., Глухова Е.В., Луговой Н.Н., Романенко Ф.А., Харьковец Е., Чалова Е.Р., Викулина М.А. Оценка состояния и динамики наземных экосистем арктики в условиях антропогенного воздействия по данным ДЗЗ / Материалы Всероссийской конференции «Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса», Москва, 2020. (<http://conf.rse.geosmis.ru/thesisshow.aspx?page=174&thesis=8229>)

Лаврентьев И.И., Петраков Д.А., Кузнецов С.С., Коваленко Н.В., Смирнов А.М. Оценка потенциала развития ледниковых озёр на Центральном Кавказе. Лёд и Снег. 2020;60(3):343-360

Михайлюкова П.Г., Петраков Д.А., Тутубалина О.В., Викулина М.А., Зимин М.В. Анализ загрязненности снежного покрова города Мурманск / Материалы Всероссийской конференции «Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса», Москва, 2020. (<http://conf.rse.geosmis.ru/thesisshow.aspx?page=174&thesis=8221>)

Носенко, Г.А., Муравьев, А.Я., Иванов, М.Н., Синицкий, А.И., Кобелев, В.О., Никитин, С.А. Реакция ледников Полярного Урала на современные изменения климата // Лед и снег, 60(1), 2020, с. 42–57. DOI: 10.31857/S2076673420010022

Олейников А.Д., Володичева Н.А. Зимы лавинного максимума на Большом Кавказе за период инструментальных наблюдений (1968–2016 гг.). Лёд и Снег. 2020;60(4):521-532. <https://doi.org/10.31857/S2076673420040057>

Рогов В.В., Стрелецкая И.Д., Таратунина Н.А., Курчатова А.Н., Курбанов Р.Н., Янина Т.А. Позднеплейстоценовый криогенез в Нижнем Поволжье // Вестник Московского университета. Серия 5: География, Изд-во Моск. ун-та (М.), № 6, с. 2020, 73-85.

Черкасова В.А., Иванов М.Н. Деграляция ледников Полярного Урала // Глобальные проблемы Арктики и Антарктики [электронный ресурс]: сборник науч. материалов Всерос. конф. с междунар. участием, посвящен. 90-летию со дня рождения акад. Лавёрова – Архангельск, 2020, с. 180–182.

Barandun, M., Fiddes, J., Scherler, M., Mathys, T., Saks, T., Petrakov, D., and Hoelzle, M. (2020). The state and future of the cryosphere in Aentral Asia. Water Security, 11:100072

Kizyakov A., Leibman, M., Zimin, M., Sonyushkin, A., Dvornikov, Y., Khomutov, A., Dhont, D., Cauquil, E., Pushkarev, V., and Stanilovskaya, Y. Gas emission craters and mound-predecessors in the north of West Siberia, similarities and differences. Remote Sensing 12 (2020), 2182. <https://doi.org/10.3390/rs12142182>

Masllakov A.A., Nyland K.E., Komova N.N., Yurov F.D., Yoshikawa K., Kraev G.N. (2020). Community Ice Cellars In Eastern Chukotka: Climatic And Anthropogenic Influences On Structural Stability, GEOGRAPHY, ENVIRONMENT, SUSTAINABILITY, 3(13), 49-56, DOI: 10.24057/2071-9388-2020-71

Oblogov Gleb E., Vasiliev Alexander A., Streletskaya Irina D., Zadorozhnaya Natalia A., Kuznetsova Anna O., Kanevskiy Mikhail Z., Semenov Petr B. Methane Concentration and Emission in Dominant Landscapes of Typical Tundra of Western Yamal // GEOSCIENCES, 2020, vol. 10, № 214, с. 2-21 DOI

Petrakov, D., Chernomorets, S., Viskhadzhieva, K., Dokukin, M., Savernyuk, E., Petrov, M., Erokhin, S., Tutubalina O., Glazyrin G., Shpuntova A. and Stoffel, M. (2020). Putting the poorly documented 1998 GLOF disaster in Shakhimardan river valley (Alay range, Kyrgyzstan/Uzbekistan) into perspective. Science of the Total Environment, 724:1–16

Semenov P.B., Pismeniuk A.A., Malyshev S.A., Leibman M.O., Streletskaya I.D., Shatrova E.V., Kizyakov A.I., Vanshtein B.G. Methane and Dissolved Organic Matter in the Ground Ice Samples from Central Yamal: Implications to Biogeochemical Cycling and Greenhouse Gas Emission // GEOSCIENCES, том 10, № 11, 2020, с. 450-450 DOI

Taratunina N., Rogov V., Streletskaya I., Thomson W., Kurchatova A., Yanina T., Kurbanov R. Late Pleistocene cryogenesis features of a loess-paleosol sequence in the Srednyaya Akhtuba reference section, Lower Volga river valley, Russia// Quaternary International, издательство Pergamon Press Ltd. (United Kingdom), том 562, 2020

Vikulina M.A. Change in avalanche risk in Khibiny Mountains due to anthropogenic load /Recent disturbance and recovery of terrestrial arctic and boreal ecosystems, British Antarctic Survey, Cambridge, Великобритания, 14 февраля 2020 (доклад)

Zotova L. The experience of estimated permafrost maps creation on a landscape basis for environmental purposes /Landscape Science and Landscape Ecology: Considering Responses to Global Challenges [Electronic resource]: Book of Abstracts of the 1st International IALE-Russia online conference, Moscow, 14-18 September 2020. Ed. A.V. Khoroshev, T.I. Kharitonova. Moscow: Faculty of Geography, Lomonosov Moscow State University, 2020. 249 p. ISBN 978-5- 89575-252-4 (www.iale.conflab.ru/files/IALERussia2020_Abstracts.pdf)

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

19-22 октября 2020 г. (г.Москва)(<https://georadarconf.ru/conf2020/>): в онлайн-формате состоялись Научно-практические конференции «ГЕОРАДАР 2020» и «Инженерная сейсморазведка и сейсмология 2020». Объединенные конференции с международным участием прошли под слоганом «Теперь вместе!» и впервые стали полностью онлайн профильными мероприятиями России в 2020 году.

Наиболее интересные и важные статьи из журнала «Криосфера Земли» 2020 г.

(№1/2020)

1. СТАБИЛЬНЫЕ ИЗОТОПЫ ^{18}O и D В ПЕЩЕРНЫХ ЛЬДАХ НАЦИОНАЛЬНОГО ПАРКА ЛЕНСКИЕ СТОЛБЫ (ВОСТОЧНАЯ СИБИРЬ)

А.А. Галанин

Институт мерзлотоведения им. П.И.Мельникова СО РАН, 677010, Россия, г. Якутск, Мерзлотная, 36, agalanin@gmail.com

Исследованы особенности строения, оледенения и температурного режима пещер Сказка и Скалолазов, расположенных в пределах Национального природного парка Ленские Столбы в бассейне среднего течения р. Лены (Якутия, Восточная Сибирь). Обсуждаются особенности геометрии «теплых» и «холодных» пещер, оказывающие влияние на характер воздушной циркуляции, тепловой режим и характер пещерного оледенения в разные сезоны года.

Впервые приводятся данные об изотопном составе ($\delta^{18}\text{O}$ и D) разных типов десублимационных льдов, позволяющие достаточно уверенно их отличить от других типов наземных и подземных льдов региона. Установлено, что источниками питания пещерных льдов являются осадки теплого времени года. Выявлена горизонтальная зональность в распределении десублимационных кристаллов льда и их изотопного состава. Установлено, что во внутренних зонах с температурой около -8°C формируются столбчатые кристаллы крайне тяжелого состава ($\delta^{18}\text{O} = -12,2 \pm 0,7\text{‰}$; $\delta\text{D} = -99,2 \pm 4,7\text{‰}$; $d_{\text{ex}} = -2,0 \pm 0,8$). В транзитной зоне

формируются пластинки со спиралевидной структурой следующего состава: $\delta^{18}\text{O} = -14,9 \pm 1,6\text{‰}$; $\delta\text{D} = -118,3 \pm 12,0\text{‰}$; $\text{D}_{\text{ex}} = 1,0 \pm 0,9$. Наиболее легкими ($\delta^{18}\text{O} = -21,2 \pm 0,8\text{‰}$; $\delta\text{D} = -178,0 \pm 4,7\text{‰}$; $\text{d}_{\text{ex}} = -8,2 \pm 1,5$) являются аблационные льды, формирующие пояс мелкокристаллической изморози вблизи входа в пещеру.

Десублимация, аблационный лед, подземный лед, пещеры, изморозь, стабильные изотопы воды, криолитозона, Ленские Столбы, Центральная Якутия, Восточная Сибирь

(№2/2020)

2. ВЛИЯНИЕ ГИДРАТООБРАЗОВАНИЯ НА ИЗМЕНЕНИЕ ГАЗОПРОНИЦАЕМОСТИ МЕРЗЛЫХ ПЕСЧАНЫХ ПОРОД

Е.М. Чувилін¹, С.И. Гребенкин¹, Д.А. Давлетшина^{1,2}, М.В. Жмаев²

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

Для оценки изменения газопроницаемости мерзлых песчаных грунтов в условиях гидратообразования при отрицательной температуре проведено специальное экспериментальное моделирование. Эксперименты выполнены на оригинальной установке, позволяющей оценивать газопроницаемость дисперсных пород в условиях замораживания и гидратонасыщения. В ходе опытов получены экспериментальные данные по изменению газопроницаемости мерзлых песчаных грунтов, насыщенных метаном или двуокисью углерода, в условиях гидратообразования при температуре -5°C . Экспериментально установлено, что при гидратообразовании в мерзлых песчаных образцах происходит снижение газопроницаемости, величина которой зависит от начального льдосодержания. При этом показана зависимость снижения газопроницаемости от степени перехода порового льда в гидрат. Выявлено, что тип газа-гидратообразователя влияет на интенсивность снижения газопроницаемости мерзлых песков во времени.

Мерзлые песчаные грунты, гидратообразование, газопроницаемость, льдонасыщенность, газовые гидраты, метан, двуокись углерода

(№2/2020)

3. ДЕГРАДАЦИЯ МЕРЗЛОТЫ: РЕЗУЛЬТАТЫ МНОГОЛЕТНЕГО ГЕОКРИОЛОГИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА В ЗАПАДНОМ СЕКТОРЕ РОССИЙСКОЙ АРКТИКИ

А.А. Васильев^{1,2}, А.Г. Гравис¹, А.А. Губарьков³, Д.С. Дроздов^{1,2,5}, Ю.В. Коростелев¹, Г.В. Малкова¹, Г.Е. Облогов^{1,2}, О.Е. Пономарева^{1,5}, М.Р. Садуртдинов¹, И.Д. Стрелецкая⁴, Д.А. Стрелецкий^{1,6}, Е.В. Устинова^{1,2,3}, Р.С. Широков¹

¹ Институт криосферы Земли Тюменского научного центра СО РАН, 625000 Тюмень, Россия, а/я 1230; al.a.vasiliev@gmail.com

² Тюменский государственный университет, 625003 Тюмень, ул. Володарского, 6, Россия.

³ Тюменский индустриальный университет, 625000, Тюмень, ул. Володарского, 38, Россия

⁴ Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, 119991 Москва, Ленинские горы 1, Россия

⁵ Российский государственный геологоразведочный университет имени С. Орджоникидзе – МГРИ, 117997, Москва, ул. Миклухо-Маклая, 23, Россия

⁶ Университет Дж. Вашингтон, Вашингтон, DC 20052, США

Приведены результаты многолетнего геокриологического мониторинга на восьми стационарах в западном секторе российской Арктики. Потепление климата составило около $2,8^{\circ}\text{C}$ (1970-2018 гг.). Получены данные о динамике среднегодовой температуры в сезонноталом слое и толще многолетнемерзлых пород доминантных ландшафтов в различных биоклиматических зонах: типичной тундры, южной тундры, лесотундры и северной тайги. Предложено выделять три стадии устойчивости мерзлоты по отношению к потеплению климата – устойчивая мерзлота, неустойчивая мерзлота и мерзлота в стадии активной деградации. Показано, что деградация мерзлоты вызвала активное развитие растительного покрова и смещение границ биоклиматических зон к северу на 30-40 км (1975-2018 гг.).

Многолетнемерзлые породы, температура пород, многолетний мониторинг, геокриологические стационары, деградация мерзлоты, промежуточный слой

(№2/2020)

4. СТРОЕНИЕ МНОГОЛЕТНЕМЕРЗЛОЙ ТОЛЩИ В РАЙОНЕ СТАЦИОНАРА ПАРИСЕНТО (П-ОВ ГЫДАН) ПО ГЕОФИЗИЧЕСКИМ ДАННЫМ

Д.С. Панькова^{1,2}, В.В. Оленченко^{1,3}, Л.В. Цибизов^{1,3}, Я.К. Камнев⁴, А.Н. Шеин³, А.И. Синицкий⁴

¹ Новосибирский государственный университет, 630090, Новосибирск, ул. Пирогова, 2, Россия;

Pankova.geo@gmail.com

² Санкт-Петербургский государственный университет, Институт наук о Земле, 199178, Санкт-Петербург, 10-я линия В.О., 33-35, Россия;

³ *Институт нефтегазовой геологии и геофизики СО РАН, 630090, Новосибирск, просп. акад. Коптюга, 3, Россия; OlenchenkoVV@ipgg.sbras.ru*

⁴ *Государственное казенное учреждение Ямало-Ненецкого автономного округа «Научный центр изучения Арктики», 629008, Ямало-Ненецкий автономный округ, г. Салехард, ул. Республики, 73.*

Представлены результаты электроразведочных исследований строения многолетнемерзлой толщи в районе стационара Парисенто на полуострове Гыдан. По данным электромагнитных зондирований предполагаемая мощность многолетнемерзлой толщи составляет 210-300 м. Электротомография разреза показала, что толща пород, включающая пластовые льды, характеризуются удельным электрическим сопротивлением, превышающим миллион Ом·м. Это ограничивает чувствительность метода ниже глубин 50-75 м. Показано, что закрепление глубокозалегающих проводящих слоёв, выделенных по данным электромагнитных зондирований, слабо влияет на ошибку инверсии данных электротомографии. Однако введение слоёв с закреплённым УЭС на глубине привело к улучшению модели для геологической интерпретации.

Установлено, что пластовые льды между озёрами Круглое и Парисенто имеют несплошное распространение, как это предоставлялось ранее по данным бурения. Выделена линейная область пониженного электросопротивления пород, которая, вероятно, связана с палеоруслом, соединяющим озёра в прошлом.

Численным моделированием тепловых полей установлены несквозной талик под оз. Круглое глубиной 140 м, и сквозной талик под оз. Парисенто. Рассмотрено влияние трёхмерных проводящих неоднородностей в виде подозёрного талика и озера на распределение удельного электрического сопротивления в двумерных и трёхмерных геоэлектрических моделях.

Стационар Парисенто, многолетнемерзлые породы, электротомография, зондирование становлением поля, удельное электрическое сопротивление, пластовый лёд, талик

(№3/2020)

5. ДИСКУССИОННЫЕ ПРОБЛЕМЫ ГЕОКРИОЛОГИИ: ОБЗОР ДОСТИЖЕНИЙ

С.М. Фотиев

Институт криосферы СО РАН

625026, г. Тюмень, ул. Малыгина, 86

От редакции журнала «Криосфера Земли». Настоящая статья готовилась С.М. Фотиевым в 2016-2017 гг. как обзор результатов изучения некоторых проблем геокриологии, над которыми он работал на протяжении практически всей своей жизни. Однако полностью подготовить эту статью С.М. Фотиев не успел. Редколлегия журнала «Криосфера Земли», ответственным секретарем которого Сергей Михайлович являлся с момента его основания, взяла на себя смелость подготовить статью к публикации, подвергнув её минимальным изменениям. Не все разделы статьи написаны с учётом результатов последних исследований, однако они отражают видение проблем автором в те времена, когда он ими занимался. В целом мы рассматриваем статью как анализ достижений одного из крупнейших геокриологов XX века, подготовленный им самим.

В статье изложены результаты изучения наиболее дискуссионных теоретических и региональных проблем геокриологии, над которыми автор работал на протяжении своей научной деятельности с 1954 г. В развитие теоретических основ геокриологии впервые составлена летопись изменений геокриологических условий для последних 3,1 миллиона лет. Проблема криогенного метаморфизма пород и подземных вод в недрах структур впервые рассмотрена с позиции теплового взаимодействия природных вод и толщ многолетнемерзлых пород. Региональные исследования автора в южной Якутии позволили объяснить формирование температуры пород (от +2°C на междуречьях до -4°C в днищах долин), значительной (в среднем до 50%) прерывистости и небольшой мощности (от 0 до 150 м) толщи мерзлых пород, а также обилие крупных источников подземных вод с дебитом до 2-10 м³/сек. Причиной этого являются инверсия температуры воздуха и инфильтрация дождевых вод на фоне активных тектонических движений. Для севера Западной Сибири доказана синкриогенная природа голоценовых торфяников и выявлены причины формирования мощных (до 7 м) торфяников в арктических районах. Доказано, что в раннем голоцене существенного (на 400-500 км) продвижения границы леса на территорию современной тундры не было, так как берёзовые рощи с высоким бонитетом деревьев в раннем голоцене росли только в бортовых частях озерных котловин.

Геокриологическая летопись, криогенный метаморфизм, мерзлые породы, подземные воды, инверсия температуры воздуха, инфильтрация, арктические торфяники

(№3/2020)

6. ОЦЕНКА РОЛИ ИНСОЛЯЦИОННОГО ФАКТОРА В ИЗМЕНЕНИЯХ ПЛОЩАДИ МОРСКИХ ЛЬДОВ В РОССИЙСКОЙ АРКТИКЕ

В.М. Фёдоров¹, П.Б. Гребенников², Д.М. Фролов²

¹ *Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, географический ф-т, лаборатория геоэкологии Севера, 119991, Москва, Ленинские горы, 1, Россия;*

fedorov.msu@mail.ru

² *Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, географический ф-т, лаборатория снежных лавин и селей, 119991, Москва, Ленинские горы, 1, Россия*

На основе применения корреляционного и регрессионного анализа получены оценки роли инсоляционного фактора в сезонных, межгодовых и многолетних региональных и общих для Российской Арктики изменениях площади морских льдов за период спутниковых наблюдений (1979 – 2018 гг.). Определено, что в многолетних изменениях годовых и месячных значений площади морских льдов связь с многолетними изменениями инсоляционной контрастности уменьшается при увеличении пространственного масштаба. В годовом ходе отмечается более тесная и стабильная связь сезонных изменений площади морских льдов и сезонных изменений инсоляции (смещенной по фазе на три месяца в прошлое). С годовым ходом смещенной по фазе инсоляции также тесно связаны сезонные изменения амплитуды межгодовой изменчивости площади морских льдов, распределение коэффициента детерминации в регрессионных моделях и сезонные изменения сокращения площади морских льдов.

Консервативными относительно инсоляционного фактора являются моря центральной части Российской Арктики (моря Карское, Лаптевых и Восточно-Сибирское). Наиболее заметный отклик на изменения инсоляции и инсоляционной контрастности отмечается в окраинных морях Российской Арктики (Баренцево и Чукотское моря). При этом характер отклика в этих районах на инсоляционный фактор существенно различается.

Моря Российской Арктики, площадь морских льдов, сезонная, межгодовая и многолетняя изменчивость, инсоляция, инсоляционная контрастность, корреляционный и регрессионный анализ

(№3/2020)

7. МЕТАН КАК ИНДИКАТОР УСЛОВИЙ ФОРМИРОВАНИЯ МЁРЗЛЫХ ОТЛОЖЕНИЙ АНТАРКТИДЫ

Е.М. Ривкина, А.А. Абрамов

Институт физико-химических и биологических проблем почвоведения,

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

Исследование многолетнемёрзлых отложений свободных ото льда оазисов Антарктиды выявило в них присутствие метана. Метан был обнаружен в отложениях морской террасы на станции Беллинсгаузен, в озёрно-лагунных отложениях оазисов Ларсеманна, Ширмахера и Бангера. В моренных отложениях и делювиальных шлейфах метан отсутствует. Активность процесса метанобразования была показана с использованием радиоактивно меченных субстратов. В исследуемых отложениях сохранились жизнеспособные метанообразующие археи, которые при повышении температуры осадка способны продуцировать метан. В перспективе, по мере освобождения территории ото льда и увеличения мощности слоя сезонного оттаивания, поток метана из антарктической мерзлоты может возрастать как за счёт деятельности анаэробных метанообразующих микроорганизмов, так и за счёт разгрузки законсервированного в многолетней мерзлоте метана.

Антарктида, метан, мерзлота, радиоактивная метка

(№3/2020)

8. ИССЛЕДОВАНИЕ РЕЖИМОВ ТЕЧЕНИЯ ДИОКСИДА УГЛЕРОДА В СИСТЕМАХ ТЕМПЕРАТУРНОЙ СТАБИЛИЗАЦИИ ГРУНТОВ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ТЕПЛОВОЙ НАГРУЗКИ **Мельников В.П.^{1,2,3,4}, Аникин Г.В.^{1,2}, Ишков А.А.^{2,5}, Андрианов И.Е.^{1,2}, Гуртовой В.А.¹**

¹ *Автономная некоммерческая организация «Губернская академия», 625026, Тюмень, ул. Малыгина, 86, Россия*

² *Институт криосферы Земли ТюмНЦ СО РАН, 625000, Тюмень, а/я 1230, Россия, anikin@ikz.ru*

³ *ФГАОУ ВО «Тюменский государственный университет», 625003, Тюмень, ул. Володарского, 6, Россия*

⁴ *ФГБОУ ВО «Тюменский индустриальный университет», 625000, Тюмень, ул. Володарского 38, Россия*

⁵ *Филиал ООО «Лукойл-Инжиниринг» «КогалымНИПИнефть» в г. Тюмени, 625000, Тюмень, ул. Республики 143А, Россия, IshkovAA@tmn.lukoil.com*

В ходе проведения экспериментов по исследованию режимов двухфазных потоков диоксида углерода в системах температурной стабилизации мерзлых грунтов при тепловых нагрузках на испаритель ниже 2 кВт (6.58 Вт/м) были зафиксированы пульсации потока из конденсатора в испаритель. По результатам обработки данных пульсаций была определена граничная тепловая нагрузка, при которой пульсации хладагента на выходе из конденсатора прекращаются.

Двухфазный поток, диоксид углерода, горизонтальная испарительная система, моделирование

(№4/2020)

9. ПРИРОДНАЯ КАТАСТРОФА ЛЕДНИКОВО-ПОДПРУДНОГО ОЗЕРА СПАРТАКОВСКОЕ НА О. БОЛЬШЕВИК (СЕВЕРНАЯ ЗЕМЛЯ)

Р.А. Чернов, А.Я. Муравьев

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

Исследовано изменение уровня ледниково-подпрудного озера Спартаковское в 2016–2019 гг. Летом 2016 г. уровень озера достиг максимальной отметки и в период с 16 по 26 августа произошел его катастрофический

прорыв вследствие всплывания ледниковой плотины, образованной выводным ледником купола Семёнова-Тянь-Шанского. Оценка площади озера получена в результате дешифрирования спутниковых снимков. По данным обработки разновременных цифровых моделей рельефа определен объём озера и высота ледовой плотины. Максимальный уровень воды в озере Спартаковское составляет 122.9 м. Он определен точкой перелива воды в долину р. Базовая. При достижении этого уровня площадь и объём озера составляли 6.63 ± 0.42 км² и 404.3 ± 21.9 млн. м³, соответственно. Минимальная высота ледораздела плотины до спуска озера составляла около 137 м, что обеспечило ее всплытие при средней плотности льда 0.875 г/см³. Расчёты, основанные на данных снегомерных съёмок и величине летнего таяния, показали, что таяние сезонного снежного покрова, многолетних снежников и льда на поверхности ледников в водосборном бассейне озера дают величину стока от 37.1 до 48.2 млн. м³ воды ежегодно в зависимости от средних летних температур и осадков. Таким образом, озёрная котловина полностью наполняется за период около 10 лет. Предыдущий прорыв озера произошел летом 2006 года и до 2016 года уровень озера непрерывно повышался. В конце августа 2019 г. уровень озера достиг отметки 80 м, что согласуется с расчётами стока в озеро. При сохранении темпов наполнения озера, следующий его прорыв может произойти в 2024–2025 гг.

Ледниково-подпрудное озеро, выводной ледник, снежный покров, таяние, максимальный уровень, прорыв озера, Северная Земля

(№6/2020)

10. ИЗУЧЕНИЕ ТАЛИКА ПОД МАЛЫМ ВОДОТОКОМ МЕТОДОМ БЕСКОНТАКТНОЙ ЭЛЕКТРОРАЗВЕДКИ

Д.В. Копылов^{1,2}, М.Р. Садуртдинов²

¹ООО «Тюменский нефтяной научный центр», 625000, г. Тюмень, а/я 747; kopylovdmtr@yandex.ru

²Институт криосферы Земли, Тюменский научный центр СО РАН, 625026, г. Тюмень, ул. Малыгина, 86, Россия; mr_sadurtdinov@mail.ru

Приведены результаты применения метода бесконтактной электроразведки в комплексе инженерно-геокриологических исследований на территории объекта нефтегазовой промышленности. Установлено наличие несквозного талика под малым водотоком, который образовался в результате фильтрации подземных вод. Составлена схема строения талика на глубину до 12 м под руслом ручья. Выявлено, что в результате антропогенного изменения рельефа местности подрусовой талик в настоящее время существенно превышает ширину русла ручья. Показана эффективность применения метода бесконтактной электроразведки в условиях Заполярья.

Бесконтактное измерение электрического поля, нефтегазовая инфраструктура, талик, электроразведка, индекс глубины исследований.