



Институт криосферы Земли Тюменского научного центра Сибирского отделения Российской академии наук



Тюмень, 2021

СОДЕРЖАНИЕ

Общие сведения

Структура Института

Международное сотрудничество

Научные подразделения

Лаборатория комплексных методов изучения криогенных систем

Лаборатория гидратов природных газов

Лаборатория тепломассообменных явлений

Лаборатория картографического моделирования и прогноза состояния геосистем криолитозоны

Лаборатория криотрасологии

Научный проект методологии науки о криосфере

Научные стационары

Север Западной Сибири

Научно-исследовательский стационар «Остров Белый»

Научно-исследовательский стационар «Васькины Дачи»

Научно-исследовательский стационар «Марре-Сале»

Научно-исследовательский стационар «Уренгойский» (УКПГ-15)

Научно-исследовательский стационар «Надымский»

Северо-восточный район исследований

Европейский север

Научно-исследовательский стационар «Болванский»

Научно-исследовательский стационар «Шапкино»

Научно-исследовательский стационар «Кашин»

Административно-управленческое подразделение

Журналы

Монографии

Мы помним

Общие сведения

Институт криосферы Земли Тюменского научного центра Сибирского отделения Российской академии наук ИКЗ ТюмНЦ СО РАН (далее – Институт) организован в соответствии с постановлением Совета Министров СССР от 26 мая 1990г №525, распоряжением Президиума Академии наук СССР от 3 июля 1990г №10103-596 и постановлением Президиума Сибирского отделения Академии наук СССР от 07.05.91 г. № 261, как Институт криосферы Земли СО АН СССР.

Согласно приказу № 366 от 21 июня 2017 г. Федерального агентства научных организаций (ФАНО России) Институт присоединен к Федеральному государственному бюджетному учреждению науки Тюменскому научному центру Сибирского отделения Российской академии наук. В настоящее время в соответствии с Уставом полное наименование – Институт криосферы Земли – обособленное структурное подразделение Федерального государственного бюджетного учреждения науки Федерального исследовательского центра Тюменского научного центра Сибирского отделения Российской академии наук (ИКЗ ТюмНЦ СО РАН).

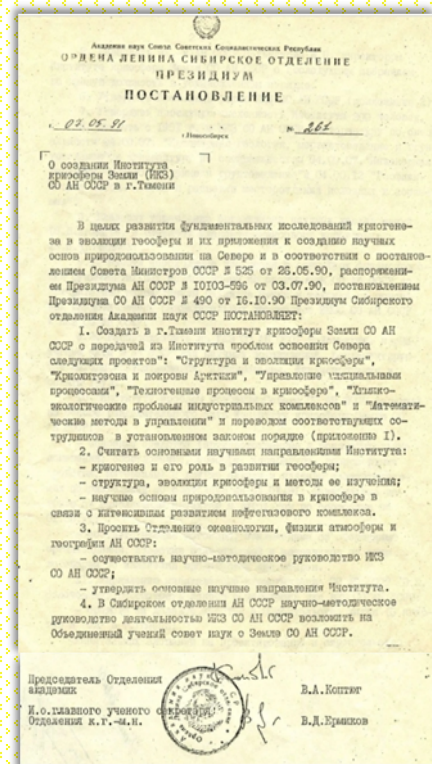
Основной деятельностью Института является проведение фундаментальных, поисковых и прикладных научных исследований по следующим направлениям: проявление, развитие и трансформация вещества, энергии и сложных систем Криосферы Земли; криология Земли; научные основы сохранения и использования криогенных ресурсов; природно-техногенные геосистемы: структура, динамика, методы изучения и прогноз развития.



Основатель ИКЗ СО РАН
Академик РАН В.П. Мельников

Сотрудники Института более 30 лет проводят комплексные исследования состояния криолитозоны и изменения ее параметров в естественных и техногенно-нарушенных условиях. В настоящее время научный коллектив Института располагает базой геокриологических данных, включающей 10 специализированных площадок (CALM) по наблюдению за динамикой глубины сезонного протаивания и 78 температурных скважин, расположенных в различных биоклиматических и геокриологических зонах.

В составе Института – 70 человек, из них – 52 научные сотрудники, в том числе 10 докторов и 22 кандидатов наук. Основал и руководил с 1991 по 2014 гг. Институтом криосферы Земли СО РАН академик РАН Владимир Павлович Мельников.



Постановление Президиума
СО РАН от 07.05.91 г. № 261



*Директор ИКЗ СО РАН
2014/15 гг. д. г.-м.н. Д.С. Дроздов*

С 2014 по 2015 гг. директором Института был доктор геолого-минералогических наук Дроздов Дмитрий Степанович. С 2015 г. по настоящее время директором Института является кандидат технических наук Садуртдинов Марат Ринатович.

Сотрудниками Института разрабатываются новые научные подходы к изучению природной среды Арктики, накоплен обширный фактический материал, частично организованный в доступные базы данных и ГИС. Создан ряд геоэкологических и геокриологических карт Федерального уровня. Полученные материалы многолетних экспедиционных исследований на севере Западной Сибири позволили получить ряд качественно новых научных выводов, разработать разномасштабные модели эволюции и динамики криолитозоны, ее элементов на суше и мелководном шельфе на основе индикации криогенных событий в рельефе и разрезах отложений.

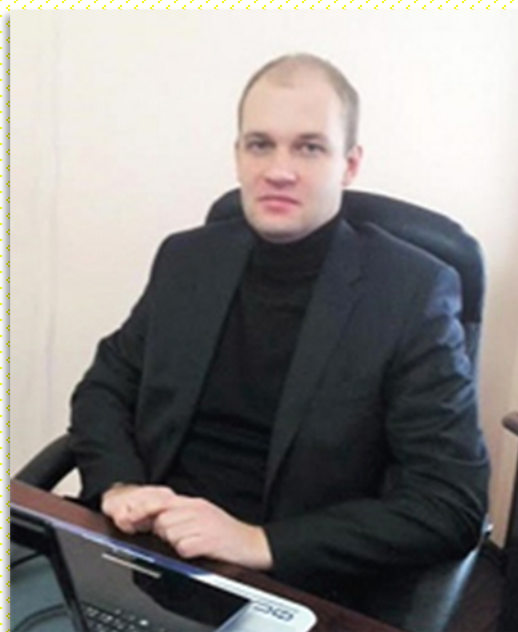
Помимо

фундаментальных исследований, ИКЗ ТюмНЦ СО РАН традиционно принимает активное участие в интеграционных комплексных научных программах РАН и СО РАН, в конкурсных международных, федеральных и региональных научно-технических проектах, в исследованиях по грантам РФФИ, РФФ, а также в хозяйственных работах по заявкам различных организаций и предприятий.

По инициативе ректора ТюмГНГУ

Н.Н. Карнаухова (на тот момент) и академика РАН В.П. Мельникова впервые в истории высшего нефтегазового образования была создана специальная кафедра. Академическая кафедра «Криологии Земли» создана приказом ректора ТюмГНГУ № 96 от 19.03.01 г. на основании решения Ученого совета ТюмГНГУ № 4 от 25.12.00 г. Субарктический научно-учебный полигон создан Тюменским государственным нефтегазовым университетом совместно с Тюменским научным центром Сибирского отделения Российской Академии наук (Приказ №421 от 15.10.2002) на базе Института криосферы Земли СО РАН и кафедры криологии Земли ИГиГ ТюмГНГУ.

Под руководством академика В.П. Мельникова в Институте криосферы Земли СО РАН развивается концепция криософии, как междисциплинарной системы знаний о холодном мире. Институт является соучредителем двух журналов: научного «Криосфера Земли» и научно-популярного «ХолодОК!».



*Директор ИКЗ СО РАН с 2015 г.
к.т.н. М.Р. Садуртдинов*

Структура Института криосферы Земли Тюменского научного центра Сибирского отделения Российской академии наук

К началу 1992 г.

Всего 121 сотрудник



36 (из 67) научных работников - до 39 лет

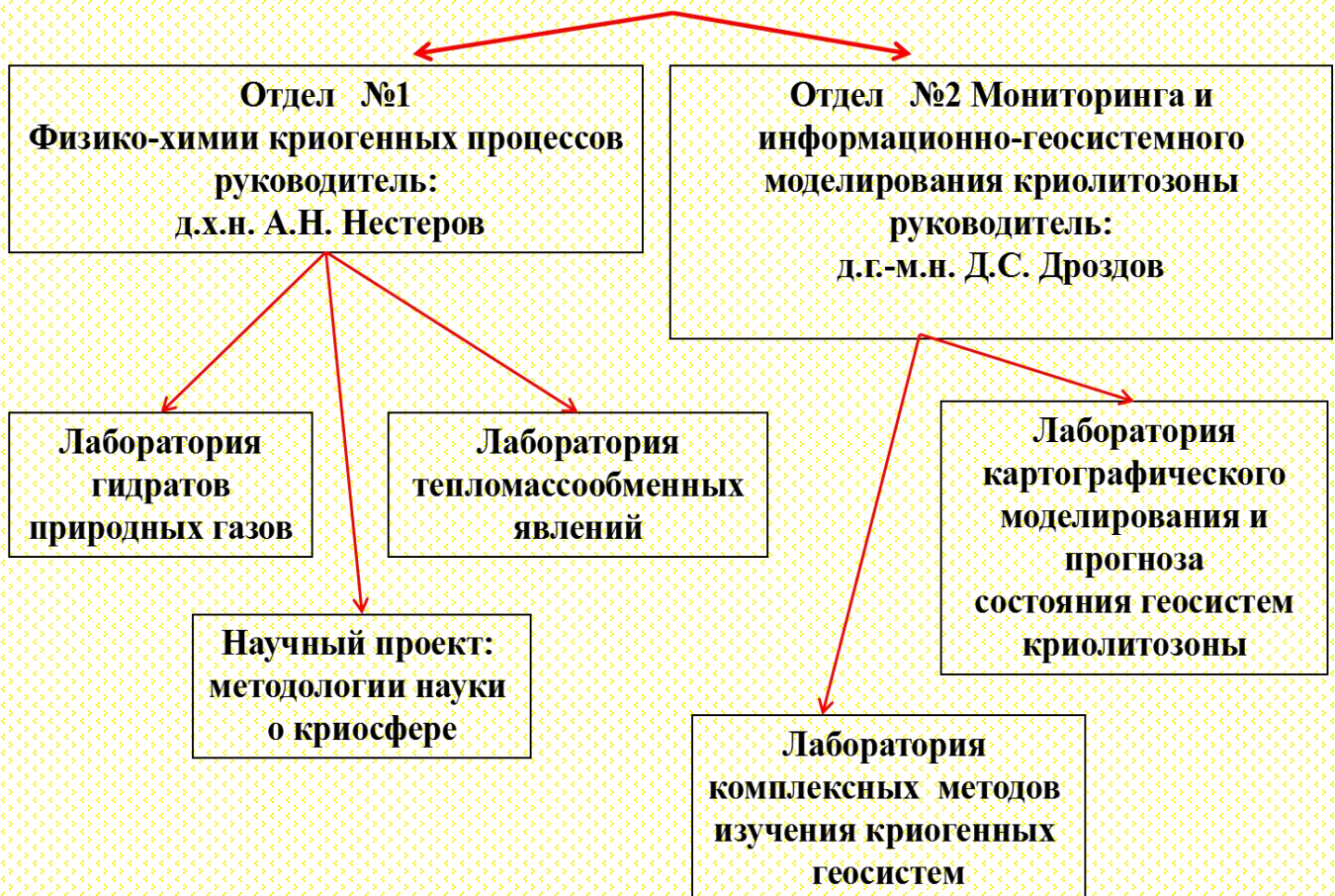
К началу 2021 г.

Всего 70 сотрудников



27 (из 52) научных работников - до 39 лет
средний возраст - 47 лет

ИКЗ ТюмНЦ СО РАН



Международное сотрудничество

Институт принимает активное участие в организации и проведении Ежегодных международных конференций, посвященных криологии Земли в городах Пущино, Тюмень, Салехард (1996-2020 гг.), а также стал базовой организацией для издания журнала «Криосфера Земли», что позволило во много раз расширить научное сообщество. Признанием достижений Института и всего криологического научного сообщества явилось избрание директора Института в 2000 г. членом Королевской Академии наук Бельгии, с 2003 г – членом комитета по подготовке Международного полярного года. Директор ИКЗ СО РАН академик В.П. Мельников является с Российской стороны координатором проекта «Мерзлота в Арктике» в рабочей группе по чистой энергетике Президентской комиссии США-Россия. Зам. директора ИКЗ СО РАН д.г.-м.н. Д.С. Дроздов является членом исполнительного комитета Международной ассоциации по мерзлотоведению (МАМ – IPA). К.т.н. А.Г. Скворцов и научный сотрудник А.М. Царев являются членами Европейской ассоциации геочелюв и инженероv (EAGE), д.г.-м.н. М.О. Лейбман – секретарь криосферной секции по вопросам мерзлоты в Европейском союзе наук о Земле (EGU). Сотрудники Института каждый год принимают участие в работе международных и российских конференциях и совещаниях. Выполнены и продолжаются работы по международным проектам: LCLUC (изменение используемых наземных покровов), «Мониторинг деятельного слоя» (Circumpolar Active Layer Monitoring – CALM), «Расцвет Арктики» (Greening of the Arctic – GOA), TSP (Thermal State of Permafrost).

В 2010 году был выполнен Договор № UAF -07- 0121 Университет Аляски (Фэрбэнкс), (University of Alaska, Fairbanks) проведение экспедиционных исследований по научному направлению: «Применение космических технологий и моделей для решения проблем изменения наземных покровов/землепользования на полуострове Ямал, Россия». В результате сотрудничества с международными партнерами научного проекта – Institute for Atmospheric and Earth System Research, University of Helsinki (Финляндия), Nansen Environmental and Remote Sensing Center (Норвегия) и др. проведен ряд совместных исследований.

Программы:



CALM

Circumpolar Active Layer Monitoring

Thermal State of Permafrost (TSP)

International Permafrost Association (IPA):



к.т.н., с.н.с. ИКЗ ТюмНЦ
СО РАН Молокитина Н.С.
– представитель России в
IPA

Конференции:

Соорганизаторы регулярных конференций по мерзлотоведению в г. Пущино и МГУ и др.

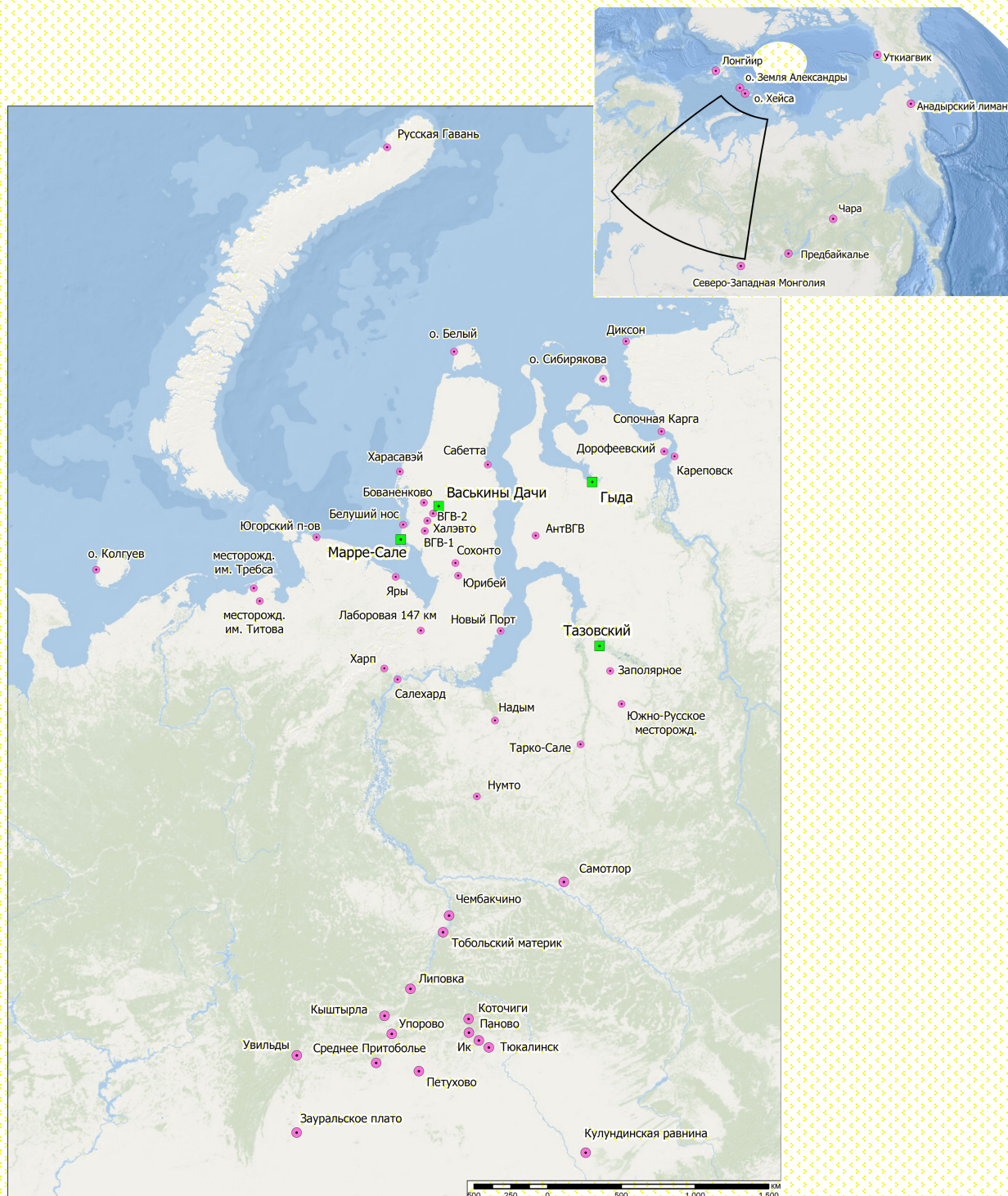
TICOP-2012



Более 500 ученых из более чем 25 стран мира

Научные подразделения

Лаборатория комплексных методов изучения криогенных геосистем



География исследований

Лаборатория комплексных методов изучения криогенных систем зародилась на базе действовавшего с 1988 г. стационара «Васькины Дачи» на Центральном Ямале и ключевого полигона на Югорском полуострове. Студенты и аспиранты,

проходившие практику в экспедициях на этих участках, составили костяк лаборатории. Постепенно, начиная с 2007 г., совместные работы привели к объединению с лабораториями криогенеза геосистем квартера и криотрасологии. Исследования были распространены на большую часть севера Западной Сибири и акваторию Карского моря, включая архипелаг Земля Франца-Иосифа. С 2016 г. вторым постоянным районом исследований стал Тазовский район Ямало-Ненецкого округа с основными полигонами в северной части Пур-Тазовского междуречья и на севере Гыданского полуострова. Оснащение буровым и современным аналитическим оборудованием позволило включать в криолитологические исследования новые объекты и методы исследований. Велись исследования склоновых процессов, термоэрозии и термоабразии, физико-механических свойств пород, а также основных параметров криолитозоны – глубины сезонного протаивания, льдистости и температуры пород. На прибрежных ключевых участках исследовались береговые процессы, в особенности, связанные с вытаиванием пластовых льдов – термоденудация. Одновременно изучались и сами льды, при этом в сферу интересов лаборатории были вовлечены исследователи смежных дисциплин со своими методами исследования – геохимическими и изотопными, микробиологическими, ландшафтно-геоботаническими и почвенными. Позже к объектам добавились водные системы: реки и озера. С 2014 г. объектом исследования стали воронки газового выброса. Работы на севере Пур-Тазовского междуречья добавили новый объект исследований – арктические торфяники с полигонально-жильными льдами. На всех участках исследований присутствуют объекты инфраструктуры (грунтовая дорога на Югорском полуострове, карьеры и железная дорога на Ямале, автодорога и здания на Тазовском), которые позволяют изучить воздействие техногенеза в развитии криогенных процессов. Важной частью исследований служит применение различных дистанционных материалов для мониторинга криогенных процессов и картографирования криогенных образований.

С 2005 г. в числе научных проблем лаборатории изучение эволюции криогенных ландшафтов (геосистем) в позднем квартере. В рамках этого направления сотрудниками лаборатории проведены многочисленные палеогеографические, в том числе палеопочвенные, палеоэкологические и палеокриологические исследования в различных районах юга Западной и Восточной Сибири.

Продолжительные ряды наблюдений, междисциплинарный характер исследований, применение разнообразных, в том числе, новейших методов исследования, сотрудничество с ведущими российскими и зарубежными университетами и научными организациями позволило получить ряд значительных научных результатов.

Важнейшие научные результаты в последние годы

1. Исследования на Центральном Ямале и побережьях Карского моря легли в основу теории склоновых криогенных процессов. Теория продолжает развиваться по мере изменения климатических и соответствующего развития поверхностных условий.

2. На Югорском полуострове и Ямале исследованы пластовые льды и накоплены фактические данные об их составе и условиях залегания. Проведенные исследования, включавшие и многочисленные геохимические и изотопные данные, позволили сформулировать теорию их внутригрунтового происхождения.

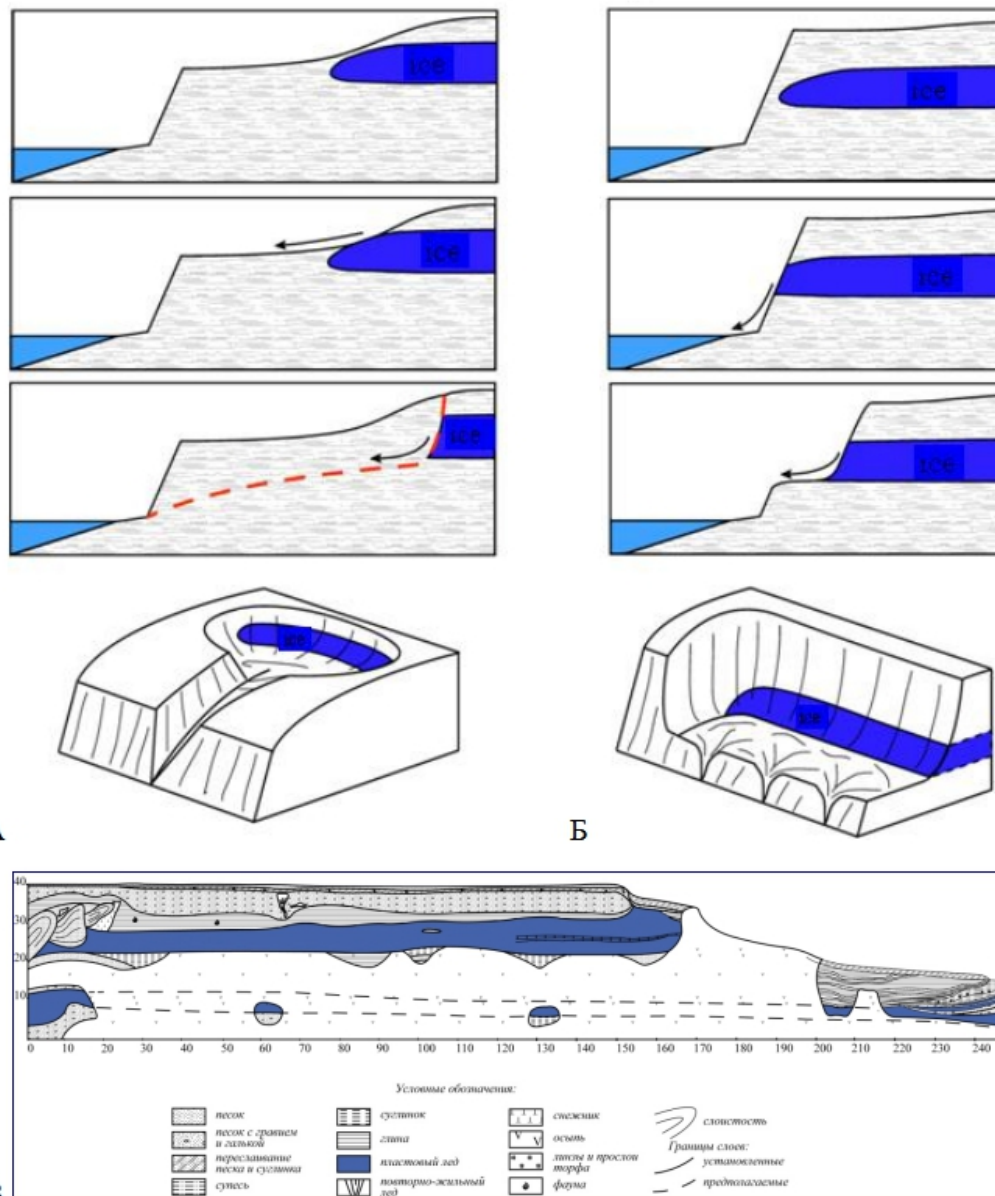


Схема формирования термоцирков (А) и термотеррас (Б), литологический разрез террасы абсолютной высотой 35-45 м с двуслойной пластовой залежью (В)

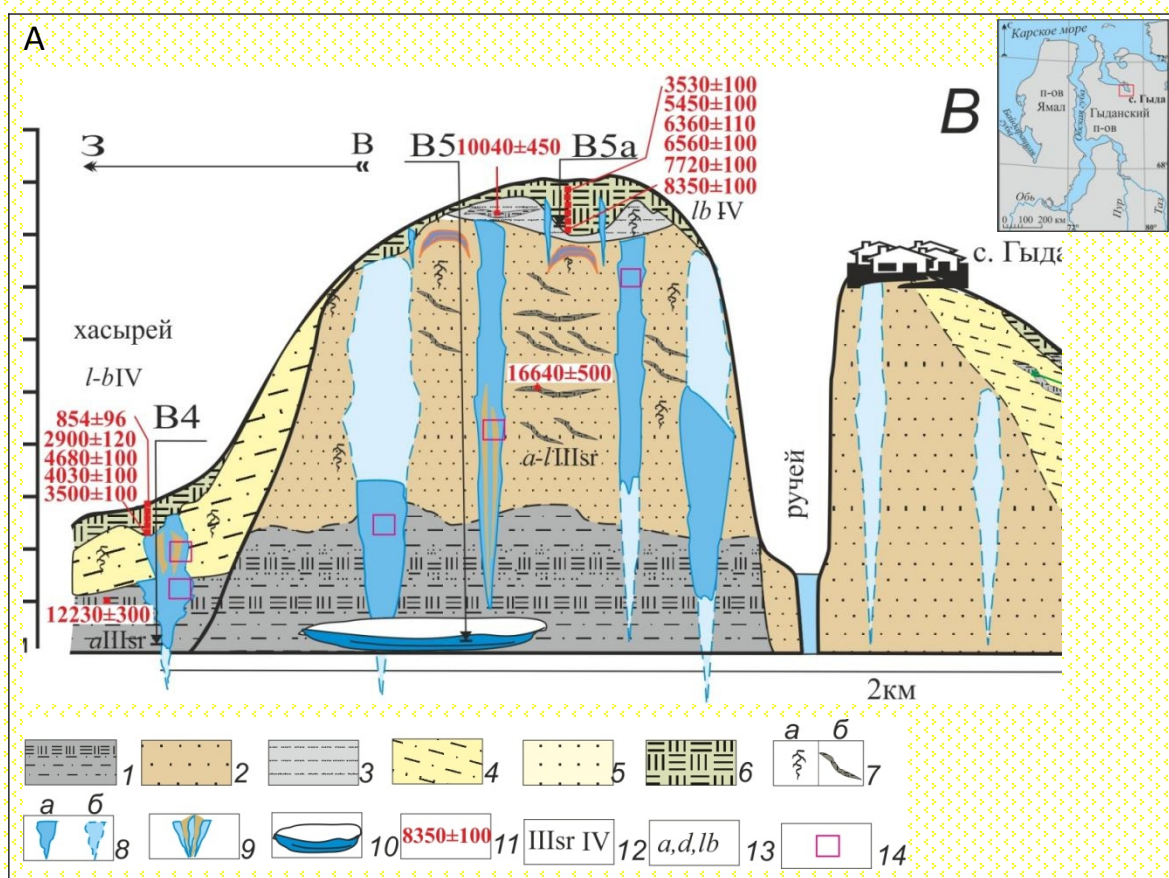
3. Мониторинг глубины сезонного протаивания, который ведется на стационаре Васькины Дачи с 1993 г. и к которому добавились площадки на Пур-Тазовском междуречье и Гыданском полуострове, показал, что колебания глубины протаивания вслед за климатическими флуктуациями имеют тенденцию роста от средних значений 87 см в 90-х годах до 91 см в 2000-2010 и до 99 в 2010-2020. В восточном направлении ввиду непродолжительного ряда наблюдений (5 лет) можно отметить, что в особо теплые 2016 и 2020 годы наблюдаются наибольшие значения глубины протаивания (на 7-14% выше относительно более холодных лет).

4. Мониторинг температуры пород верхних горизонтов в скважинах глубиной до 10 м позволил заключить, что за 30 лет среднегодовая температура пород на максимальной глубине, отражая межгодовые колебания климата, характеризуется положительным трендом 0,16 и 0,04 градусов в год. В восточном направлении установлено, что среднегодовая температура пород за 4 года наблюдений на подошве СТС выросла на 1,5-2,5 градуса, а на 8,9 м – на 0,3 градуса.

5. Криолитологическими исследованиями установлены синкриогенный тип промерзания морских донных осадков на Земле Франца-Иосифа, развитие трансгрессий и регрессии Карского моря на Арктических островах и Енисейском севере.

6. Палеогеографические реконструкции по криогенным и посткриогенным образованиям и уточненному возрасту осадочных толщ выявили детальную последовательность эволюции верхней части криолитозоны и отсутствие следов покровного оледенения в регионе в позднем неоплейстоцене - голоцене на Центральном Ямале, Енисейском Севере и о. Белом.

7. По гетерогенному строению и петрографическим особенностям жильных льдов установлена голоценовая динамика верхней границы мерзлоты, связанная с криогенными и термокарстовыми процессами в позднем неоплейстоцене и голоцене.



Район исследований и условия залегания полигонально-жильного льда на севере Гыданского полуострова.

1 – аллювиальные осадки заливаемой поймы]; 2– аллювиальные осадки регулярно затопляемой поймы и прирусловых отмелей; 3– озёрные отложения; 4– субэральные аллювиальные отложения пляжа, половодий и делювиального сноса; 5– аллювиальные отложения пляжа; 6 – торф автохтонный; 7 – нитевидные корешки трав *in situ* (а), линзы, прослойки намывных растительных остатков близкого перемещения и переотложения (б); 8 – полигонально-жильный лёд вскрытый (а), предполагаемый (б); 9– ледогрунтовые элементы строения жили; 10 – лёд термоабразионной ниши; 11 – радиоуглеродные даты растительных остатков; 12 – возраст отложений: сартанский, голоценовый; 13 – генезис отложений: аллювиальный (а), делювиальный (d), озерный (l), болотный (b); 14 – места отбора образцов.

8. Впервые установлены микроэлементы и аномалии редкоземельных компонентов повторно-жильных, пластовых сегрегационных, инъекционно-сегрегационных и сезонных поверхностных льдах региона.

9. Установлено, что вертикальная миграция углеводородных газов через мёрзлую толщу связана с микропористостью диатомитов или деформациями сдвига с криогенными текстурами и газонасыщенными кристаллитами льда по поверхностям скольжения. Импульсы миграции газов вызывают сульфат- и железоредукцию, микробиологические процессы и приводят к новообразованию сульфидов, карбонатов, оксидов в мёрзлой толще.

10. По итогам палеопочвенных исследований на археологических памятниках выявлены закономерности эволюции почв юга Западной Сибири в голоцене. Установлено, что геохимический состав культурных слоев поселений отражает особенности хозяйства древнего и средневекового населения. Культурные слои можно рассматривать как самостоятельный генетический тип отложений, имеющий одновременно природное и антропогенное происхождение. Погребенные почвы, сохранившиеся под большинством археологических памятников, представляют собой комплексные палеоархивы о состоянии природных условий в отдельные исторические эпохи. Современному ландшафтообразованию предшествовала криоаридная стадия с активными эоловыми и криогенными процессами.

В результате комплексное изучение реликтовых следов криогенеза на территории южно-таежного, подтаежного и лесостепного Зауралья, выявлены морфологические особенности, площади развития и границы распространения палеокриогенных реликтов, количество ярусов грунтовых жил и псевдоморфоз по повторно-жильным льдам с учетом руководящих посткриогенных текстур в оттаявших отложениях, проведена количественная реконструкция характера увлажнения и температуры воздуха и почв, определены ландшафтно-зональные типы и подтипы многолетнемерзлых пород, проведена хронокорреляция выявленных криогенных горизонтов с использованием ^{14}C , OSL, $^{230}\text{Th}/\text{U}$ дат и выделены среди них структуры сартанского криохрона. По палеокриологическим и палеогеографическим данным выявлены особенности природных условий в конце сартанского криохрона с целью идентификации существования на территории юга Западной Сибири криоаридных холодных пустынь и их главных морфотипов – грядово (гривно)-ложбинно-котловинных форм рельефа и реликтовых дюнных полей.

Кадровый состав

Заведующий лабораторией – к. г.-м. н. А. В. Хомутов

Состав лаборатории – 22 сотрудника (2 г.н.с., 3 в.н.с., 3 с.н.с., 3 н.с., 10 м.н.с., из них 3 докторов наук и 7 кандидатов наук, а также 1 инженер).



Сотрудники лаборатории совместно с коллегами в экспедиции на полуострове Ямал в 2007 г.

*д.г.н. Н.Г. Москаленко, к.б.н. Г.В. Матышак (МГУ им. М.В.Ломоносова),
Э. Каарляев (Финляндия), Г. Эпштейн (США), д.г.-м.н. М.О. Лейбман,
П. Кусс (Германия), к.т.н. А.А. Губарьков (ТИУ), проф. Д.А. Уолкер (США),
к.г.-м.н. А.В. Хомутов*



Прибытие полевого отряда на остров Белый в 2009 г.



к.г.-м.н. Ю.А. Дворников, Е.М. Бабкин (слева) и Н.Ю. Факашук (второй справа) с сотрудниками Российского центра освоения Арктики М.Н. Боханом, С.Н. Дятченко (в центре) и И.С. Дятченко (слева) на НИС «Васькины Дачи» в марте 2019 г.



к.б.н. Н.В. Сорокина и д.г.-м.н. Е.А. Слагода на береговом разрезе р. Иртыш в районе д. Чембакчино, 2004 г.

Лаборатория гидратов природных газов



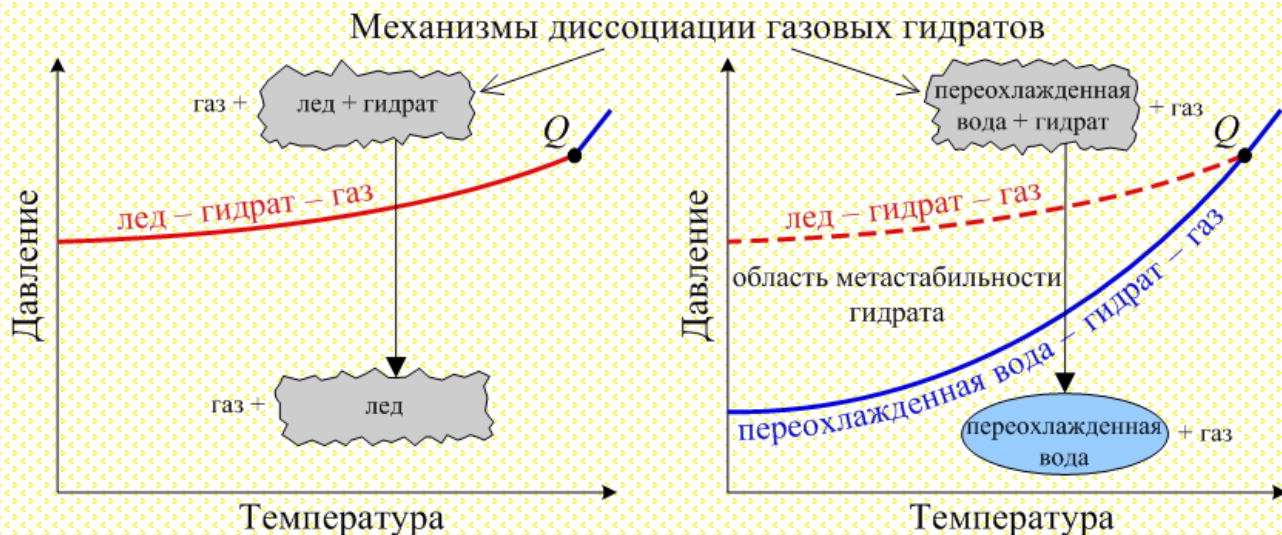
Заведующий лабораторией
д.х.н. А.Н. Нестеров

Академические исследования газовых гидратов в Тюмени связаны с организацией в нашем городе в 1985 году первого академического Института – Института проблем освоения Севера СО РАН (ИПОС СО РАН). В Тюмень в составе научного десанта из Якутска переезжает известный специалист в области изучения газовых гидратов как ресурсного потенциала углеводородного сырья В.П. Царев, организовавший и возглавивший в ИПОС изучение особенностей газогидратных процессов в недрах Западной Сибири. С 1987 года в ИПОС СО РАН под руководством только что защитившего кандидатскую диссертацию выпускника аспирантуры Московского Института нефтехимической и газовой промышленности (Российский государственный университет нефти и газа им. И.М.Губкина)

А.Н. Нестерова разворачиваются физико-химические исследования газовых гидратов. Тематика исследований – экспериментальное изучение термодинамического равновесия, фазовых переходов, кинетики образования и роста газовых гидратов. С созданием в 1991 г. Института криосферы Земли СО РАН (ИКЗ СО РАН) физико-химические исследования газовых гидратов продолжились в новом Институте. Параллельно с экспериментальными работами в лаборатории под руководством д.ф.-м.н. М.В. Кирова проводятся исследования по математическому моделированию стабильности льдоподобных и газогидратных наноструктур с учетом расположения водородных связей.

В 1996 г. в аспирантуру ИКЗ СО РАН зачислен первый студент, В.В. Феклистов, исследования которого связаны с разработкой оптических методов изучения кинетики зародышеобразования и роста газовых гидратов. Успешно защищенная им кандидатская диссертация в 2002 г. стала первой квалификационной работой, подготовленной по материалам исследований газовых гидратов, проводимых в ИКЗ СО РАН. Всего же по газогидратной тематике в ИКЗ СО РАН подготовлено 2 докторские и 5 кандидатских диссертаций. В юбилейном 2021 году ожидаются защиты еще двух кандидатских диссертаций.

Сотрудниками лаборатории опубликованы десятки научных работ в ведущих зарубежных и отечественных журналах, включая издания из первого квартиля базы цитирований *Web of Science (WoS)*, собравшие сотни цитирований в основных базах научного цитирования *WoS* и *Scopus*. Признанием высокого уровня проводимых исследований стали регулярные посещения сотрудниками лаборатории в качестве приглашенных исследователей известными международными центрами по изучению газовых гидратов в университете По (Франция), (А.Н. Нестеров, 2001-2004 гг.) и в Тихоокеанской северо-западной национальной лаборатории в Сизтле, (США), (М.В. Киров, 2007 г.).



Новый импульс исследованиям в лаборатории придают молодые ученые, доля которых в юбилейном году составит 50%. Исследования к.т.н. А.М. Решетникова механизмов диссоциации газовых гидратов при отрицательных температурах отмечены премией молодым ученым СО РАН имени академика П.И. Мельникова; к.т.н. Н.С. Молокитина, занимающаяся разработкой новых материалов для интенсификации процессов гидратообразования газов, победила в конкурсе на получение стипендии Президента РФ молодым ученым и аспирантам, грант РФФИ для проведения исследований молодыми учеными, грант президента РФ для молодых ученых, руководитель гранта РНФ 20-127 Проведение фундаментальных научных исследований и поисковых научных исследований малыми отдельными научными группами, исполнитель гранта РНФ Проведение фундаментальных научных исследований и поисковых научных исследований международными научными коллективами.

Основные направления исследований

Фазовые равновесия и переходы в углеводородных системах, газовые гидраты, промотирование гидратообразования, химическая термодинамика, теплофизика, статистическая физика, протонный беспорядок, межмолекулярные взаимодействия и комбинаторная оптимизация кластеров воды, льда и газогидратных каркасов.

Важнейшие научные результаты в последние годы

1. Обнаружен и изучен ранее неизвестный механизм роста газовых гидратов в статических условиях с добавкой поверхностно активных веществ (ПАВ). Впервые установлено, что небольшие добавки анионных ПАВ (менее 0,1 мас%) изменяют механизм роста газовых гидратов с пленочно-диффузионного на капиллярный. Показано что в статических условиях с добавкой ПАВ скорость роста гидратов увеличивается в сотни раз, а степень перехода воды в гидрат увеличивается с 2 до 90%.



Гидраты природного газа

2. Разработаны оригинальные методики изучения механизмов диссоциации газовых гидратов при отрицательных температурах, включающие комплекс визуальных микро оптических наблюдений и релаксационного ЯМР-анализа. Впервые получены достоверные экспериментальные доказательства диссоциации газовых гидратов при отрицательных температурах на переохлажденную метастабильную воду и газ с последующей кристаллизацией льда. Установлено влияние фазового состояния включений остаточной непрореагировавшей воды на устойчивость и механизм распада метастабильных гидратов при отрицательных температурах и давлениях, ниже давления равновесия лёд-гидрат-газ. (Из доклада РАН «О состоянии фундаментальных наук в Российской Федерации и о важнейших научных достижениях российских ученых в 2015 году»)

3. Разработан новый материал - порошковый криогель поливинилового спирта (ПК ПВС), стабилизированный гидрофобными наночастицами диоксида кремния. Показана возможность многократного использования ПК ПВС при получении гидратов газа с сохранением высокой скорости и степени перехода воды в гидрат.

4. Составлен атлас полиэдров в форме малых и средних полостей трехмерных клатратных каркасов. Атлас включает в себя описание топологических и геометрических свойств всех простых кубических полиэдров (в каждой вершине сходится три ребра) с числом вершин $N = 20, 22$ и 24 , содержащих 4-, 5- и 6-членные грани. Число таких полиэдров для $N = 20, 22, 24$ равно 23, 32 и 59, соответственно.

5. Сотрудниками лаборатории успешно защищены две докторские диссертации и четыре диссертации на соискание ученой степени кандидата наук.

Кадровый состав

Заведующий лабораторией – д. х. н. А.Н. Нестеров

Состав лаборатории – 11 сотрудников (2 г.н.с., 1 в.н.с., 4 с.н.с., 1 н.с., 2 м.н.с., из них 2 доктора наук и 6 кандидатов наук, а также ведущий программист).



*Сотрудники лаборатории гидратов и природных газов, слева направо:
к.ф.-м.н В.А. Власов, к.т.н. А.М. Решетников,
к.т.н. Н.С. Молокитина, к.ф.-м.н. А.О. Драчук, м.н.с. М.Ш. Мадыгулов*

Лаборатория картографического моделирования и прогноза состояния геосистем криолитозоны

Основные направления научных исследований лаборатории

1. Изучение закономерностей широтной и секторальной изменчивости криолитозоны Российской Арктики на основе долговременных рядов наблюдений за динамикой климатических и геокриологических условий на опорных стационарах Института криосферы Земли Тюменского научного центра СО РАН (отв. исп. к.г.-м.н. Г.В. Малкова).

В настоящее время научный коллектив лаборатории располагает представительной базой геокриологических данных, включающей 10 специализированных площадок (CALM) по наблюдению за динамикой глубины сезонного протаивания и 78 температурных скважин, расположенных в различных биоклиматических и геокриологических зонах:

в том числе стационары в Западной Сибири:

Стационар «Остров Белый», арктическая тундра, сплошное распространение ММП.

Стационар Марре-Сале, расположен в типичной тундре, в области сплошного распространения ММП

Стационар «Уренгойский», (УКПГ-15), южная тундра, сплошное распространение ММП.

Стационар «Уренгойский», (УКПГ-5), южная лесотундра, прерывистое распространение ММП.

Стационар «Надымский», северная тайга, островное распространение ММП

Европейская территория России (ЕТР):

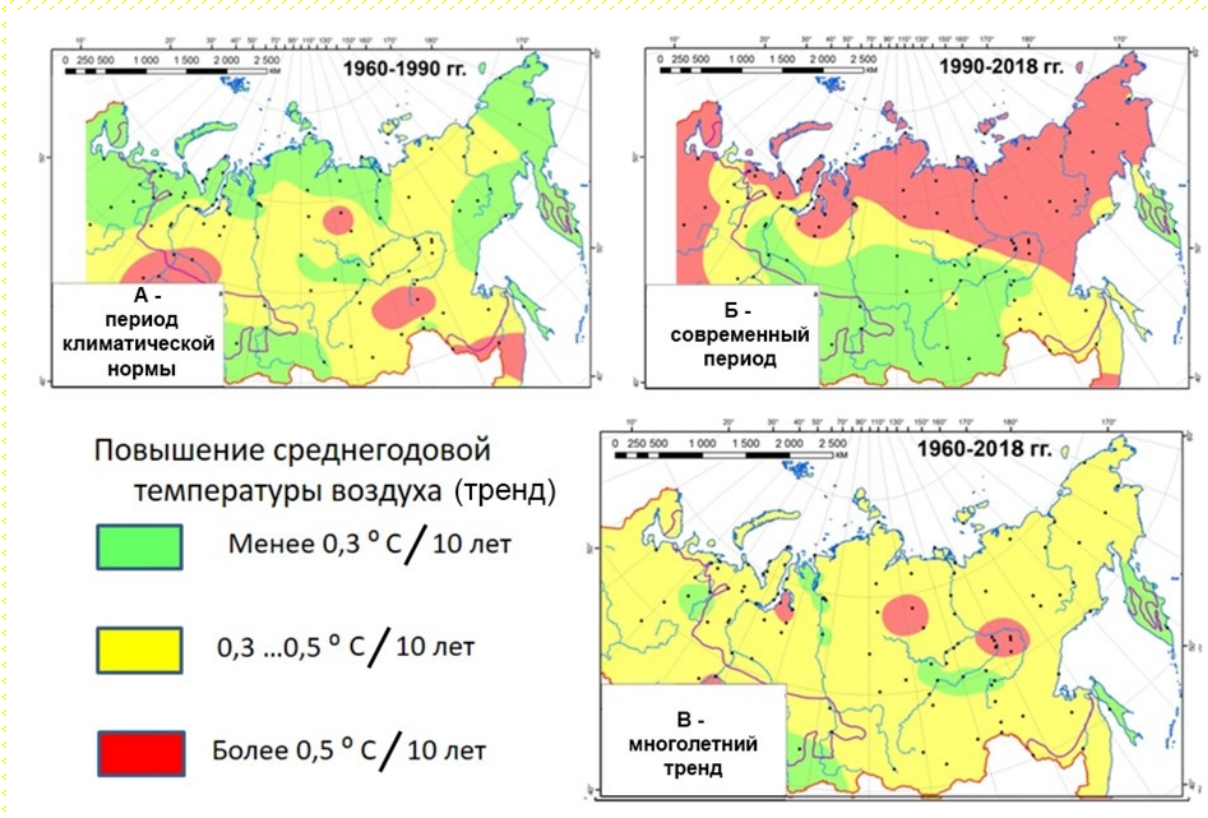
Стационар «Болванский», южная тундра, сплошное распространение ММП.

Стационар Шапкино, южная тундра, прерывистое распространение ММП.

Стационар «Кашин» (включающий площадки остров Кашин и Кумжа), южная тундра, островное распространение ММП.

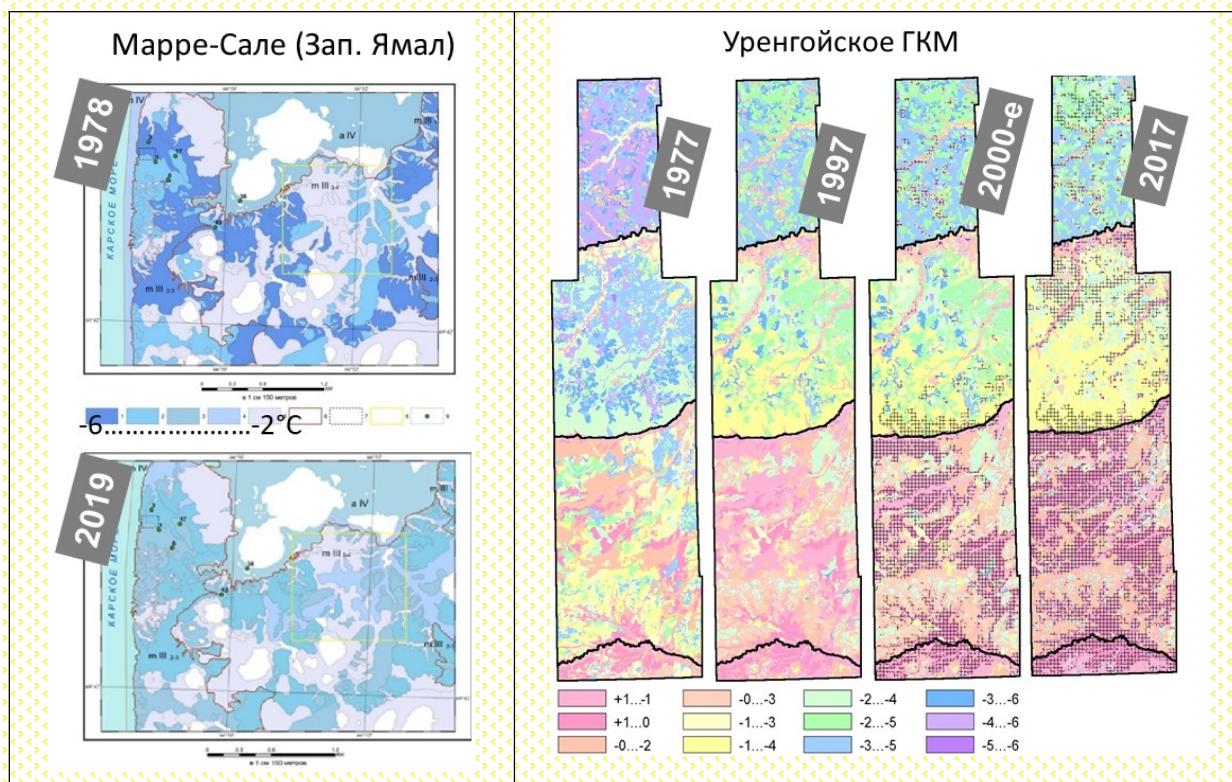


Выполнен анализ современных климатических и геокриологических изменений в Российской Арктике. Показано, что перемещение центра климатического потепления в XXI веке к Арктическому побережью послужило причиной повышения температуры ММП, увеличения глубины сезонного протаивания и образования участков несливающейся мерзлоты.

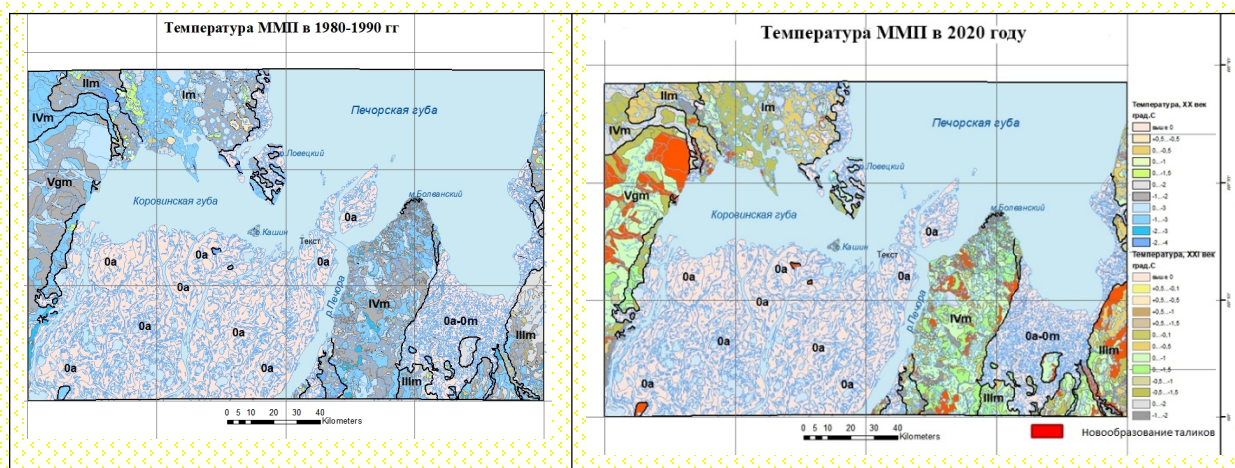


Тренды среднегодовой температуры воздуха, рассчитанные для разных временных интервалов

Результаты многолетнего мониторинга термического состояния мерзлых толщ свидетельствуют, что в криогенных ландшафтах западного сектора Российской Арктики происходит однонаправленный процесс повышения температуры ММП, но с различными скоростями, в результате чего общий диапазон изменения среднегодовой температуры ММП сокращается. Установлено, что в результате потепления климата температурные различия между криогенными ландшафтами в области сплошного и прерывистого распространения мерзлоты сократились, а в области островного и редкоостровного распространения мерзлоты практически отсутствуют.



Изменение среднегодовых температур ММП на севере Западной Сибири



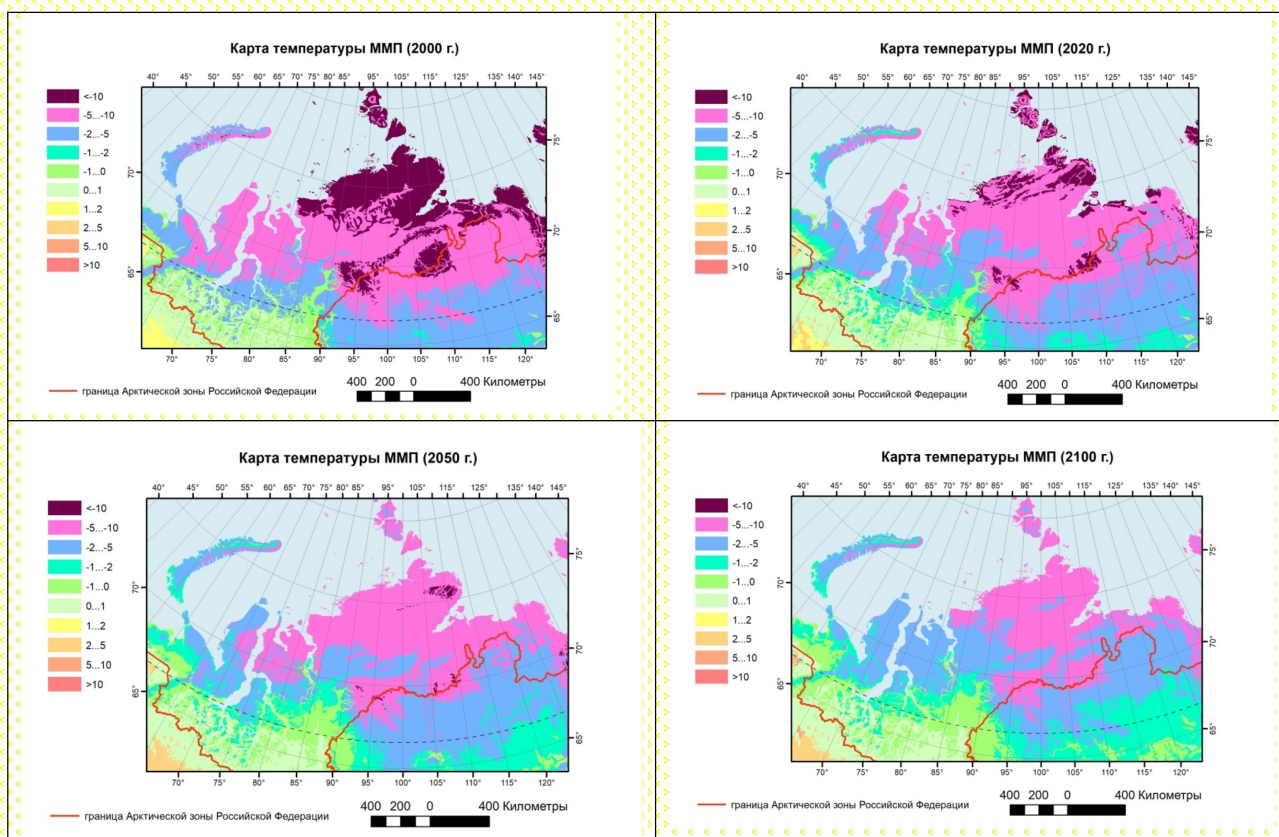
Изменение среднегодовой температуры ММП, южная тундра, ЕТР

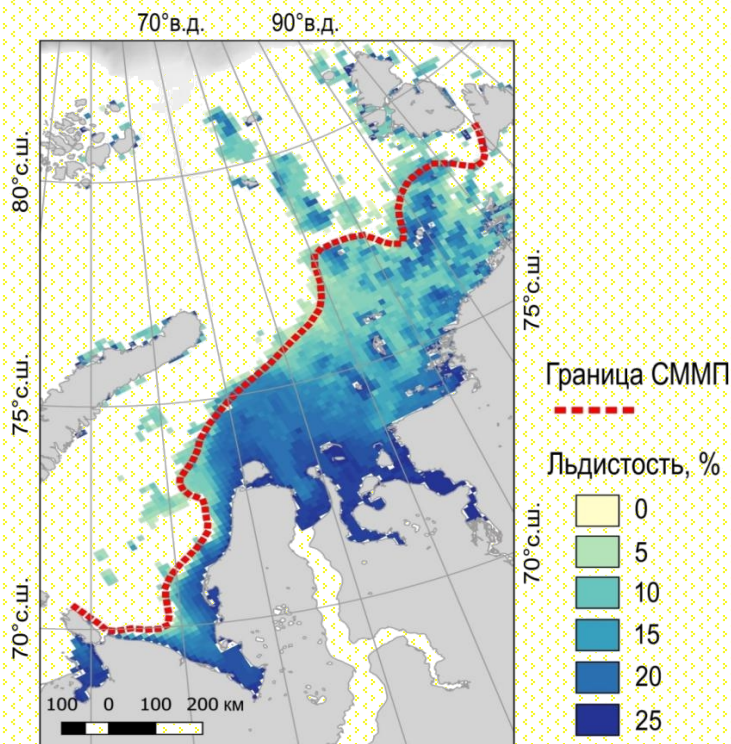
Повсеместно происходит сокращение амплитуды температуры многолетнемерзлых пород и глубины яруса годовых теплооборотов. Выполняется оценка межгодовой изменчивости глубин сезонного протаивания-промерзания пород. В годовом ходе отмечается достаточно устойчивая взаимосвязь между глубиной протаивания пород и индексом протаивания (суммой положительной температуры воздуха за теплый период года). Межгодовая изменчивость максимальной глубины протаивания ММП по данным многолетних наблюдений на площадках мониторинга СТС достигает значительных величин и может превышать 15-20% от среднемноголетней. Однако, результаты мониторинга СТС в разных регионах свидетельствуют о том, что несмотря на потепление климата, устойчивого тренда к увеличению глубины СТС не наблюдается. Это связано с возможностью криогенных ландшафтов адаптироваться к происходящим изменениям, как за счет прироста моховой растительности, так и благодаря формированию льдистого промежуточного слоя на подошве СТС и

межгодовой изменчивости теплофизических свойств пород СТС. Только вслед за повышением среднегодовой температуры пород СТС до значений близких к 0°C начинается активное оттаивание ММП сверху и формирование участков несквозных таликов и несливающейся мерзлоты.

2. Актуализация геокриологической карты России масштаба 1:2 500 000 на основе обновлённых данных о современном состоянии и трансформации природных и техногенных геосистем криолитозоны АЗРФ (отв.исп. д.г-м.н. Д.С. Дроздов).

Геокриологическая карта СССР, разработанная в 1991 и изданная в печати в 1997 г., устарела в части температуры и, частично, пространственного распространения из-за глобальных климатических изменений, прошедших в последние полвека. В связи с этим проводится актуализация этой карты. Закончена разработка динамических картографических моделей изменения термического состояния ММП Российской Арктики на основе анализа и обобщения результатов комплексного мониторинга за первые два десятилетия XXI века. Картографическая модель является наглядным свидетельством неблагоприятного воздействия восходящей ветви современных климатических колебаний на сохранение ММП. При помощи созданной динамической модели установлено, что существовавшие в 2000 году температурные зоны ММП к 2050 году отступят к северу на расстояние до нескольких сотен километров. Созданная модель учитывает инерционность реакции многолетнемерзлых толщ и отражает зональность отклика криолитозоны на общие тенденции в изменении климата. Прогнозные карты построены как непосредственно на основе климатического прогноза, так и с экстраполяциями, учитывающими чувствительность мерзлоты к изменениям климата.





Построена ГИС-ориентированная карта распространения и льдистости субаквальной мерзлоты в Карском и Баренцевом морях

3. Выделение современных трендов и этапов эволюции криолитозоны в прибрежно-морской зоне морей Западного сектора Российской Арктики на основе изучения условий формирования, свойств и термического режима мерзлых толщ. Оценка условий деградации и новообразования мерзлоты Карского моря. Определение основных климатические характеристики этапов эволюции шельфовой и береговой мерзлоты, разработка базы изотопных данных поверхностных отложений (отв.исп. д.г-м.н. А.А. Васильев)

Выполнена интерпретация более 30 000 пог. км высокоразрешающего сейсмоакустического профилирования Карского и ЮВ части Баренцева

морей. Установлены участки проявления и залегания субаквальной мерзлоты, составлена база данных и карта распространения и условий залегания субаквальных многолетнемерзлых пород. Получены данные по температурному режиму и мощности субаквальной мерзлоты. Разработана база данных температурного режима придонного слоя для Карского и Баренцева морей с 1900 по 2005 гг, выявлены вековые тренды изменения придонной температуры, которые позволили оценить условия и темпы деградации субаквальной мерзлоты. Определены районы с разными темпами деградации. Проведено изучение изотопного состава разновозрастных повторно-жильных льдов, которые являются индикаторами климатических условий прошлого. На этой основе и с привлечением данных палеогеографических реконструкций определены климатические характеристики для каргинского, сартанского и голоценового времени и составлены карты – схемы климатических условий Карского региона. Разработан единый ГИС формат и составлен альбом всех опубликованных и архивных геокриологических карт шельфовой мерзлоты Карского и ЮВ части Баренцева морей, позволяющий сравнивать и оценивать различные подходы и представления о субаквальной мерзлоте Западной Арктики. Изучены условия и механизмы новообразования мерзлоты на аккумулятивных участках Карского моря, установлены температурные пределы возможности длительного промерзания и образования устойчивых многолетнемерзлых толщ.

4. Трансформация природных геосистем (состояние, свойства, температуры мёрзлых горных пород, экзогенные геологические процессы, ландшафты) в переходной зоне северная тайга – южная тундра в связи с глобальными флуктуациями климата и техногенным вмешательством (отв.исп. к.г-м.н. О.Е. Пономарева).

В Западной Сибири деградация многолетнемерзлых пород, обусловленная повышением температуры воздуха и увеличением количества осадков в виде снега, продолжается. Деградация ММП имеет как общие региональные закономерности, так и широтные, характерные для конкретной природной зоны. Региональными закономерностями деградация является повышение температуры ММП, понижении их кровли, изменении динамики криогенных процессов. Длительный мониторинг в южной тундре, южной лесотундре и северной тайге Западной Сибири, позволил установить региональные закономерности деградации мерзлоты и отметить ее особенности, обусловленные широтной зональностью. Особенности являются: близкие к 0°C температуры мерзлых пород, низкие, (0,03°C/год) темпы ее роста на подошве слоя годовых колебаний, увеличение мощности сезонноталого слоя на 1-4 см в год и стремительное расширение площади участков с мерзлотой несливающегося типа. На отдельных участках установлено сокращение мощности слоя годовых теплооборотов до глубин 3-7 м. Отмечено повсеместное развитие тепловой осадки. Полученный материал позволили установить, что во многих ландшафтах северной тайги на глубинах 4-8 м температуры тоже приблизились к 0°C и скоро начнется оттаивание, залегающих на этих глубинах льдистых суглинков, что может привести к развития тепловой осадки, активизации термокарста и завершится коренной перестройкой поверхностного и подземного стока, что будет представлять большую опасность для линейных сооружений.

5. Разработка и совершенствование комплекса геолого-геофизических методов изучения строения, состояния и свойств многолетнемерзлых пород на суше и на мелководье Арктических морей. Геофизический мониторинг состояния мёрзлой толщи, природных и техногенных экзогенных геологических процессов в криолитозоне (отв.исп. к.т.н. А.Г. Скворцов).

Введение геофизических методов георадиолокации и сейсморазведки в традиционный комплекс геокриологических исследований на научных стационарах в криолитозоне позволило значительно дополнить изучение деятельного слоя с помощью трудоёмких прямых методов – измерением щупом, или бурением зондировочных скважин. Построены натурные сейсмогеологические модели основных геокриологических неоднородностей – бугров пучения, криопэгов и межмерзлотных таликов, газосодержащих пород. Показано, что эти неоднородности могут быть выявлены и локализованы в пространстве с помощью отраженных поперечных SH-волн. Для практической реализации подобные исследования следует проводить в условиях инверсного скоростного разреза в холодных период года при отсутствии сезонно-талого слоя или при незначительной его мощности, когда возбуждение и прием сейсмических колебаний возможно осуществлять на кровле ММП. В результате исследований разработаны и опробованы основы методики пространственно-временного геофизического мониторинга инженерно-геокриологических условий и процессов. В условиях потепления климата методика обеспечивает, принятие обоснованных решений для устойчивого функционирования промышленных объектов и территорий в пределах криосферы. Методикой предусматривается использование комплекса волновых геофизических методов – сейсморазведки и георадиолокации. Сейсмические исследования обеспечивают получение опорной информации о природе регистрируемых геофизических границ и их положения в пространстве. Георадарные исследования позволяют проводить

масштабные исследования по изучению и контролю строения геокриологического разреза и оценки инженерно-геологических свойств сезонноталого слоя.



*Сотрудники лаборатории
верхний ряд: А.М. Царев, А.Г. Гравис, Н.М. Бердников, д. г.-м.н. Д.С. Дроздов,
Ю.В. Коростелев, к.т.н. А.Г. Скворцов
нижний ряд: к.г.-м.н. Г.В. Малкова, Н.А. Задорожная, Е.В. Андреева,
Г.П. Бяшков, О.Е. Пономарева., Е.И. Дроздова*

Кадровый состав

Заведующий лабораторией – к.г.-м.н. Г.В. Малкова

Состав лаборатории – 15 сотрудников (2 г.н.с., 3 в.н.с., 4 с.н.с., 2 н.с., 3 м.н.с., из них 2 доктора наук и 7 кандидатов наук, а также 1 инженер).



Полевые работы: Н.А. Задорожная, к.т.н. М.Р. Садуртдинов, к.г.-м.н. Г.В. Малкова



Полевые работы: Н.А. Задорожная



Полевые работы: к.т.н. А.Г. Скворцов, А.М. Царев

Лаборатория тепломассообменных явлений



Рабочие диспуты

Основной костяк лаборатории был сформирован в конце 1983 года в составе Тюменского Отделения якутского Института мерзотоведения СО РАН, которое возглавил тогда еще просто д.г.-м.н. Владимир Павлович Мельников. Являясь ровесником Отделения, лаборатория была одним из первых подразделений академической науки в Тюмени. В то время она получила название “Лаборатория инженерной геокриологии” и объединила в своем составе молодых специалистов инженерно-физического профиля, некоторые из которых имели определенный опыт работы по геокриологической тематике в местных отраслевых Институтах и на предприятиях. Заведующий лабораторией (Я.Б. Горелик) имел ученую степень к.ф.-м.н. и свое знакомство с мерзлотой получил, работая в научном Отделе оснований и фундаментов Института Гипротюменнефтегаз.

Становление Лаборатории совпало с бурно протекавшими преобразованиями Тюменского Научного Центра СО РАН, который очень быстро породил и объединил внутри себя несколько полноценных академических Институты. Пережив тяжёлые для науки времена, кадровый состав Лаборатории перешел в состав Института криосферы Земли с момента его образования и в 2013 году на его основе сформирована Лаборатория тепломассообменных явлений, которая продолжила развитие инженерно-физического направления в геокриологии, несколько расширив его рамки, включив в свой состав специалистов более широкого профиля.

За время работы сотрудниками Лаборатории опубликовано значительное число научных работ, в том числе в высокорейтинговых отечественных и зарубежных журналах, получены патенты на изобретения, издано несколько обобщающих монографий. Для отраслевых организаций неоднократно готовились рекомендации по строительству конкретных сооружений в районах распространения многолетнемерзлых грунтов. Для ОАО Газпром подготовлен, защищен и включен в соответствующий отраслевой список пакет нормативных документов из пяти наименований по строительству нефтегазопромысловых сооружений на многолетнемерзлых грунтах.

За время работы сотрудниками Лаборатории защищено 5 кандидатских и 3 докторских диссертации. В настоящий момент в высокой степени готовности находятся еще 4 кандидатских диссертации.

Возрастающая в последнее время актуальность геокриологических исследований требует интенсификации работ в том числе и в инженерно-физическом направлении.

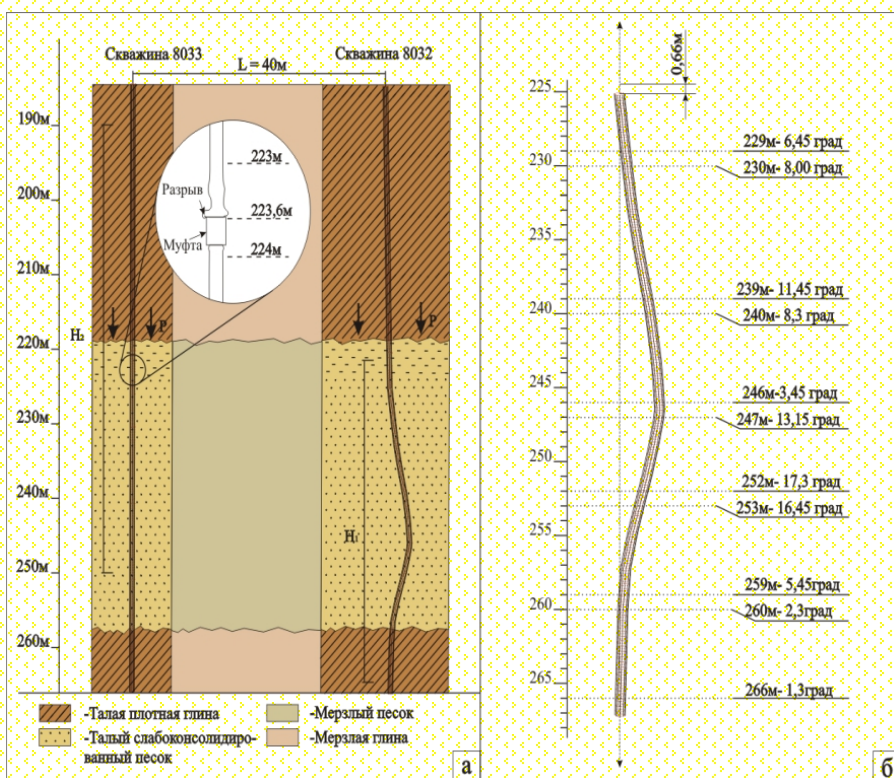
Важнейшие научные результаты в последние годы

1. *Предотвращение деформаций эксплуатационных скважин.* Разработан метод расчета вертикальных нагрузок на крепь скважин, позволивший объяснить новые данные по деформациям скважин на значительных глубинах при оттаивании мерзлых пород и дать рекомендации по их предотвращению.



2. *Новое в атмосферных процессах криосферы.* Впервые обнаружено стремление водных аэрозолей к частичному пространственному упорядочению, увеличивающему их вязкость, влияющему на теплоперенос в атмосфере, погоду и климат. Это новая неотъемлемая особенность низкотемпературных атмосферных процессов.

3. *Создание нового экологичного теплоизоляционного материала из местных диатомитов для сложных геокриологических условий.* Разработан способ синтеза из местных диатомитовых пород гранулированной пеностеклокерамики – нового теплоизоляционного материала. Основная область применения – транспортное строительство в условиях распространения вечномёрзлых грунтов. Материал обеспечивает сохранение мёрзлого состояния оснований сооружений в процессе их строительства и эксплуатации.



Деформации скважин на глубине 200 м

4. *Исследование водно-физических свойств мерзлых грунтов.* Разработаны экспериментальные методы:

а) «начала кристаллизации» воды для определения температуры начала замерзания и максимального размера сквозных пор в грунтах с жесткими (сцементированными) связями в скелете; б) определения коэффициента фильтрации мерзлых грунтов и его зависимость от внешних факторов. Предложенные методы важны для проектирования и строительства

противофильтрационных плотин и создания противопучинных мероприятий.

5. *Методы и средства термостабилизации мерзлых грунтов оснований сооружений.* Разработана конструкция, создан опытный образец и выполнены исследования работоспособности охлаждающей системы ГЕТ. Доказана достаточно высокая эффективность предложенной конструкции. Созданы методы расчета динамики температурного поля в основании сооружений с применением созданного устройства.

6. *Новая Астрономическая теория изменения климата и ледниковых периодов.* Получены новые решения задач об определении инсоляции поверхности Земли. Результаты двух задач - орбитальной и теории инсоляции, подтвердили результаты предшественников. Результаты третьей задачи, о вращении Земли, дали неожиданное результаты: в 7-8 раз большие колебания оси Земли. Этот результат подтвержден независимым применением трех различных методов решения. Новые колебания инсоляции совпадают с фактическими колебаниями палеоклимата и объясняют их.

Кадровый состав

Заведующий лабораторией – д. г.- м. н. Я.Б. Горелик

Состав лаборатории – 10 сотрудников (4 г.н.с., 1 в.н.с., 2 с.н.с., 2 м.н.с., из них 4 доктора наук и 3 кандидата наук, а также 1 инженер).



*Сотрудники лаборатории: д.ф.-м.н. А.В. Шавлов, д.г.-м.н. Я.Б. Горелик,
д.ф.-м.н. И.И. Смольский, д.г.-м.н. В.С. Колунин,
З.А. Ишкова, к.ф.-м.н. Г.В. Аникин*

Лаборатория криотрасологии

Лаборатория создана совместными усилиями Тюменского научного центра СО РАН и Тюменского индустриального университета в 2008 году по инициативе академика РАН В.П. Мельникова с целью развития нового научного направления в геокриологии – криотрасологии, разрабатываемого в институте Криосферы Земли. Основными задачами, поставленными перед лабораторией, являются исследования, направленные на поиск следов промерзания горных пород в прошлом и настоящем, преобразования составляющих их минералов и льда, формирования новых криогенных образований.

Основные результаты:

1. Предложена модель формирования газосодержащих кристаллитов льда (микроразмерные аномальные кристаллы с внутренними полостями), основанная на реологических свойствах пластично-мерзлых глинистых отложений и закономерностях льдообразования в условиях переохлажденной и вязкой среды кристаллизации за счет солей и свободного газа.

2. Установлено, что длительная миграция углеводородов в мерзлых осадочных толщах вызывает значительные изменения рН и Eh и, следовательно, приводит к растворению или осаждению различных соединений, селективной мобилизации химических элементов и стадийному образованию аутигенных минералов: сульфидов и оксидов железа, карбонатов, гипса и силикатов.

3. Впервые методами электронной микроскопии и спектрального микроанализа получены прямые доказательства бактериального окисления углеводородов в зонах флюидопроницаемости криолитозоны.

4. Исследования образцов мерзлых пород, подземных льдов и лабораторные эксперименты показали, что именно ледяные включения в мерзлых отложениях являются наиболее комфортной средой для сохранения и, возможно, активного существования различных форм микроорганизмов.

Лаборатория оборудована высокотехнологическими приборами для комплексного изучения мерзлых грунтов как классическими методами четвертичной геологии, так и включая авторские методики исследования мерзлых образцов грунта и льда:

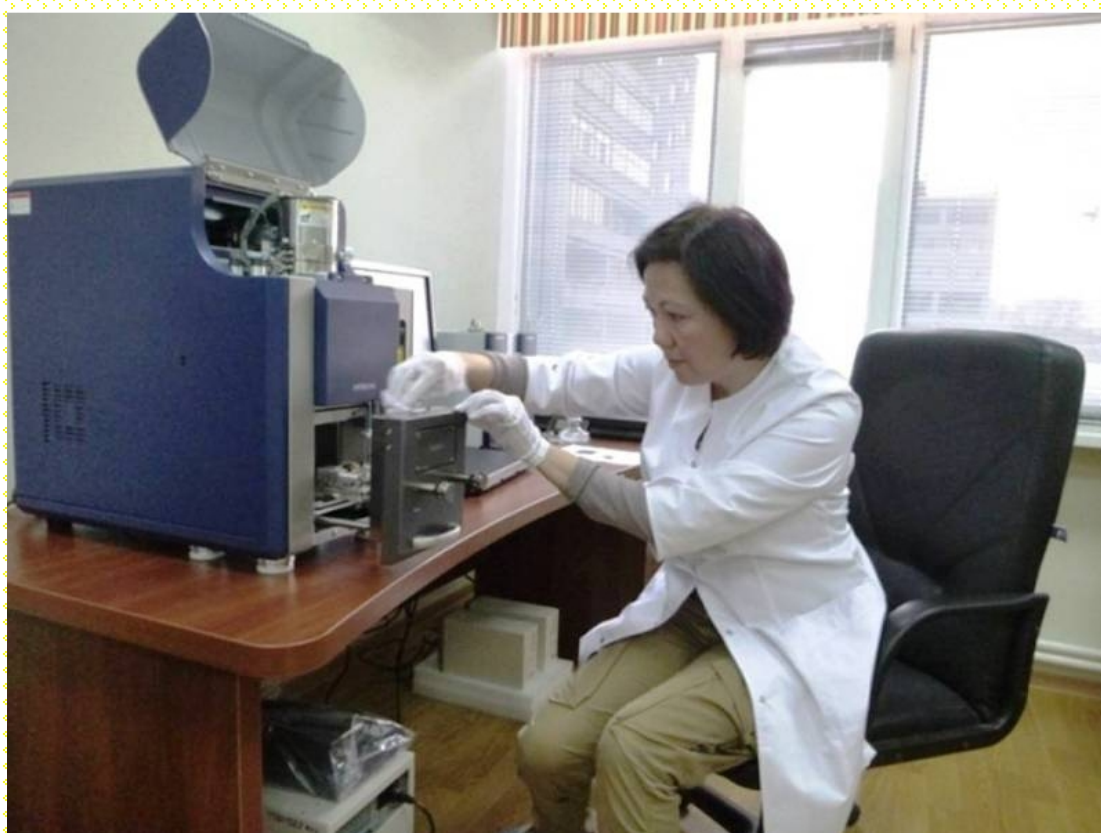
– лазерный анализатор размера частиц Mastersizer 3000 (Malvern), наборы сит для определения гранулометрического состава отложений;

– рентгеновский порошковый дифрактометр D2 PHASER (Bruker) для качественного и количественного фазового анализа и определения кристаллических структур в комплекте с базой данных PDF-2 (2014), программным обеспечением EVA (полуколичественный анализ) и TOPAS (количественный анализ по методу Ритвельда);

– сканирующий электронный микроскоп TM3000 (Hitachi) с системой спектрального микроанализа SwiftED (Oxford) и напыления образцов Quorum для изучения реплик льда и мерзлых пород;

- оптический микроскоп: Neovar2, оборудованный охлаждающим предметным столиком;
- циркуляционный термостат LIOP LT-300.
- Полярная установка для изучения структуры подземных льдов.

Профессором, д.г.н. Роговым В.В. и к.г.-м.н. Курчатовой А.Н. разработана методика изучения препаратов, полученных из мерзлых образцов ненарушенного строения, с применением сканирующего электронного микроскопа (Патент RU 2528256 С1 «Способ изготовления реплик для исследования микростроения мерзлых пород в растровом электронном микроскопе», 2014). На основе многолетнего опыта изучения мерзлых грунтов и подземных льдов различных генетических типов в 2020 г. опубликовано учебно-методическое пособие «Методы электронной микроскопии в геокриологии», допущенное УМС по геологии ФУМО по Научкам о Земле для обучения в магистратуре по направлениям 05.04.01 Геология, геокриология; 05.06.01 Науки о Земле, гляциология и криология Земли.



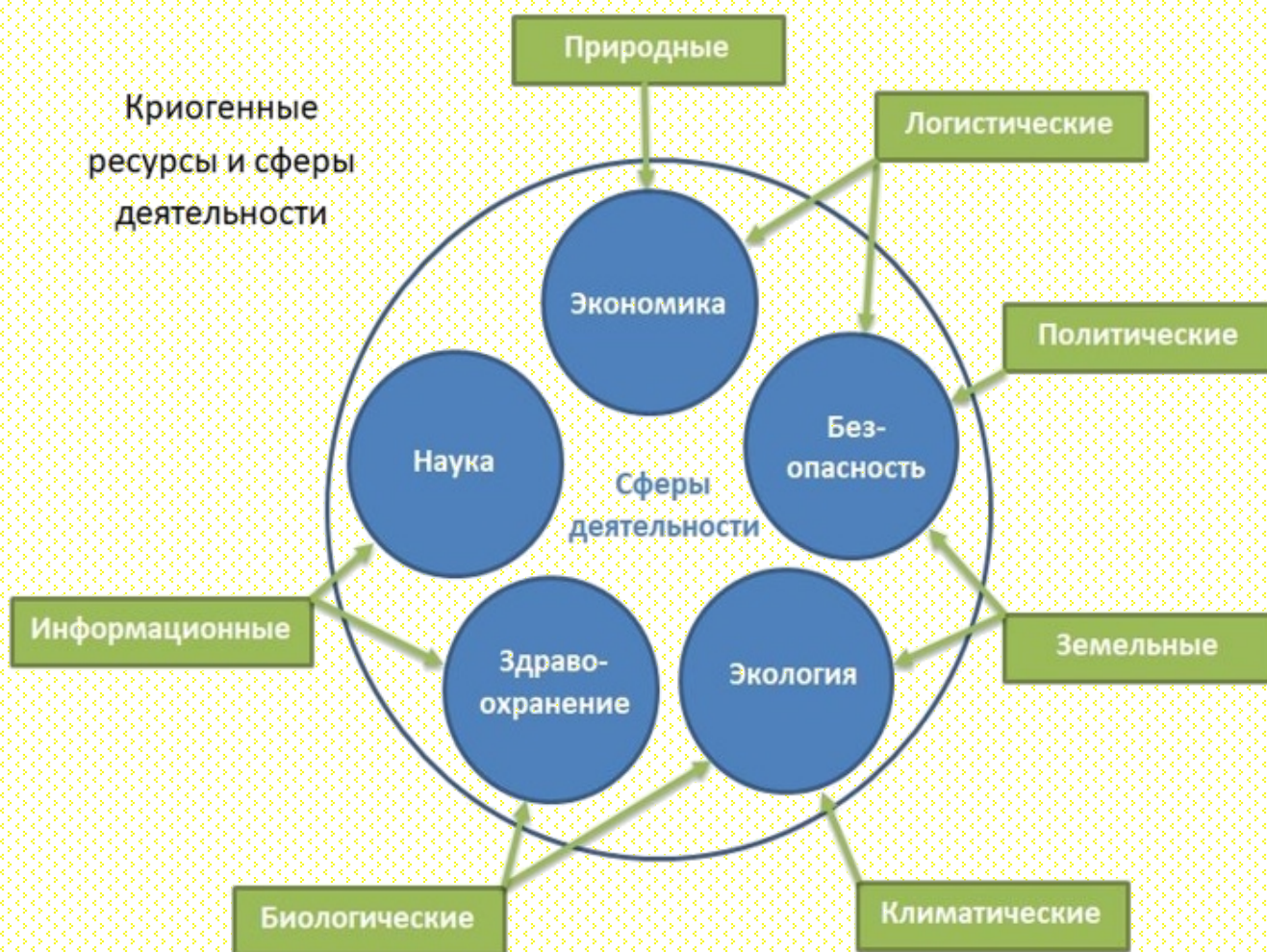
Изучение препаратов, полученных из мерзлых образцов к.г.-м.н. Курчатовой А.Н.

Научный проект методологии науки о криосфере

Научный проект методологии науки о криосфере был создан в 2014 году. Основной задачей проекта является разработка методологических основ междисциплинарных исследований роли криосферы в эволюции вещественно-энергетических взаимодействий в атмосфере, литосфере и гляциосфере, возникновении и видоизменениях биосферы Земли. Создаваемые коллективом проекта новые подходы и направления исследований призваны раскрыть и обосновать ресурсную ценность и созидательное значение криосферы.

Основные направления исследований

1. Построение онтологических моделей криогенных объектов, явлений и процессов, направленных на формирование целостного образа криосферы Земли;
2. Изучение средообразующего и ресурсного значения криосферы Земли в контексте процессов жизнеобеспечения и развития биокосных систем;
3. Изучение социально-экологических проблем развития Арктической зоны Российской Федерации в условиях меняющегося климата, трансформаций криогенных ландшафтов и арктических экосистем.



Криософия

Восприятие научным сообществом криосферы меняется на наших глазах. Криосфера осознается как активный элемент мироздания, как ресурс, источник благ и возможностей для человечества, а не как источник угроз. Все это предопределяет, с одной стороны, рост интереса к холодному миру у специалистов различных областей знаний, с другой – расширение предмета криологии. В этих условиях представляется своевременной разработка нового философского направления в онтологии – криософии. Суть криософии в осмыслении роли холодной материи в постоянно меняющемся универсуме, изучение фундаментальных свойств и проявлений криосферы. Необходимость построения новых онтологических подходов иллюстрируется набором актуальных, но ранее мало обсуждаемых криологическим сообществом проявлений криосферы – от первых этапов развития Вселенной до зарождения и эволюции живого на Земле.



Концепция криософии, как междисциплинарной системы знаний о холодном мире, развивается под руководством академика В.П. Мельникова в Институте криосферы Земли СО РАН.

Важнейшие научные результаты в последние годы

В рамках проекта, под руководством академика В.П. Мельникова разработана система научных представлений о мире холода – криософия. Опираясь на ее философский потенциал, осуществляются поисковые исследования, направленные на формирование новых перспективных направлений криологии (криотрасология, криогетеротопия, криометеорология и др.). На стыке криологии и философии науки ведется разработка концепций криоразнообразия, криологического времени, криодетерминизма.



*Полевые работы: к.б.н. С.Н. Седов,
к.г.н. В.С. Шейнкман*

В рамках направлений исследования подготовлена серия научных публикаций, в которых сформулированы новые общетеоретические и методологические подходы междисциплинарных исследований криогенных явлений и процессов, которые опираются на широкий спектр репрезентативных исследований, проведенных на ключевых объектах Арктики и Субарктики. В том числе подняты и изучены остро обсуждаемые в литературе вопросы взаимодействия оледенения и многолетних пород в плейстоцене. Полученные решения легли в основу построений для прогностики окружающей среды. В этом плане также немаловажны результаты изучения впервые выявленного участниками проекта на севере Западной Сибири такого элемента криоразнообразия, как криогидроморфные палеопочвы. Он оказался емким носителем палеокриогенной информации, и исследование его тесной связи с формированием других компонентов криолитозоны позволило прояснить целый ряд вопросов развития порожденных холодом явлений. В результате сотрудничества с международными партнерами научного проекта – Institute for Atmospheric and Earth System Research, University of Helsinki (Финляндия), Nansen Environmental and Remote Sensing Center (Норвегия) и др. проведен ряд совместных исследований, включающих мониторинг и построение прогнозных моделей влияния изменений криогенных условий на устойчивое развитие арктических регионов, изучена роль природных криогенных ресурсов в традиционных системах жизнеобеспечения народов Сибири и Дальнего Востока.

Кадровый состав

Руководитель проекта – д.г.-м.н. Академик РАН В. П. Мельников.

Состав проекта – 4 сотрудника (1 г.н.с., 1 в.н.с., 2 с.н.с., из них 1 доктор наук и 3 кандидата наук).

Научные стационары

Институт криосферы Земли Тюменского научного центра СО РАН – один из головных научных Институтов Российской Академии Наук, который проводит многолетние исследования в области криологии Земли. Геокриологический мониторинг направлен на изучение состояния, динамики и устойчивости верхних горизонтов ММП при современных изменениях климата и техногенных нарушениях в различных регионах криолитозоны Российской Арктики.

В настоящее время научный коллектив Института располагает представительной базой геокриологических данных, включающей 10 специализированных площадок по наблюдению за динамикой глубины сезонного протаивания и 78 температурных скважин, расположенных в различных биоклиматических и геокриологических зонах.

Север Западной Сибири

На севере Западной Сибири функционируют шесть геокриологических стационаров, которые расположены с севера на юг от арктической тундры до северной тайги.

Научно-исследовательский стационар «Остров Белый»

Стационар расположен в арктической тундре, со сплошным распространением многолетнемерзлых пород. Координаты: $73^{\circ}19'40,7''$; $70^{\circ}05'17,4''$. Основан в 2009 году. Стационар оборудован пятью температурными скважинами, из которых в настоящее время функционируют три, а две требуется восстановить. Скважины оборудованы автоматическими логгерами, измерения температуры ММП проводятся с 6-часовым интервалом. На острове Белый функционируют две площадки мониторинга слоя сезонного протаивания, включенные в международную базу CALM, наблюдения на которых ведутся непрерывно на протяжении 10 лет. Размер каждой площадки 100×100 м.

Научно-исследовательский стационар «Васькины Дачи»

Научно-исследовательский стационар «Васькины Дачи», расположенный на полуострове Ямал ($70^{\circ}17'$ с.ш., $68^{\circ}54'$ в.д.) в Западной Сибири, основан в 1988 г. по договору между ПНИИИС ГОССТРОЯ СССР и Государственным проектно-изыскательским Институтом «Ленгипротранс». До 1992 г. на стационаре в рамках этого проекта велись исследования склоновых процессов, термоэрозии и термоабразии, физико-механических свойств пород, а также основных параметров криолитозоны – глубины сезонного протаивания, льдистости и температуры пород. В сложный для науки период с 1993 по 1995 г. исследования продолжались исключительно силами энтузиастов при ограниченном финансировании по международной программе Циркумполярного мониторинга деятельного слоя (Circumpolar Active Layer Monitoring – CALM).





*к.г.-м.н. А.В. Хомутов, д.г.-м.н. М.О. Лейбман и
к.т.н. А.А. Губарьков на НИС «Васькины дачи»,
2008 г.*

С 1996 г. по настоящее время наблюдения и мониторинг осуществляются сотрудниками лаборатории криогенных процессов Института криосферы Земли Тюменского научного центра СО РАН. С 2014 г. исследования на стационаре проводятся при поддержке Российского центра освоения Арктики. В 2020 г. стационар включен как один из ключевых в проект «Прогноз деградации мерзлоты и технология автоматизированного контроля несущей способности мерзлых грунтов под объектами капитального строительства», реализуемый в рамках

деятельности Западно-Сибирского межрегионального научно-образовательного центра мирового уровня.

Основные объекты мониторинга – глубина сезонного протаивания и температура пород в скважинах на нескольких мониторинговых площадках. Стационар служит опорной базой для изучения склоновых криогенных процессов. Благодаря стационарным наблюдениям удалось разработать теорию криогенного оползания и на её основе предположить подтвердившуюся впоследствии смену механизмов оползания при потеплении.

Отличительной чертой всех работ, проводимых на стационаре, является их междисциплинарный и международный характер. На площадках стационара в разное время велись и по сей день ведутся геокриологические, криолитологические, геоморфологические, гидрологические, геоботанические, ландшафтные, геохимические, лимнологические и другие исследования. Особое внимание в последнее время уделяется применению дистанционных методов картирования и мониторинга, созданию ГИС и баз данных.

В 2010 г. вблизи стационара проложена железнодорожная ветка Обская–Бованенково–Карская, и в круг исследований добавилось изучение динамики природной среды под влиянием локального техногенного воздействия.

После обнаружения в 2014 г. в 40 км от стационара нового природного феномена – воронок газового выброса (ВГВ) – массив знаний, накопленных за многие годы междисциплинарных исследований на стационаре “Васькины Дачи”, послужил основой для изучения генезиса ВГВ на Ямале в рамках нескольких проектов.

В работе стационара постоянно участвуют студенты и аспиранты, получающие опыт проведения полевых работ. По материалам, полученным на стационаре, были защищены десятки курсовых и дипломных работ, 5 кандидатских диссертаций и 1 докторская. Опубликованы десятки статей, монография «Криогенные оползни Ямала и Югорского полуострова», главы в нескольких других монографиях.

Научно-исследовательский стационар Марре-Сале

Для стационарного участка Марре-Сале, расположенного в типичной тундре, в области сплошного распространения ММП (координаты: 69°43' сш, 66°49' вд) в настоящее время измерения годового хода температуры до глубины 10 м в шести скважинах, характеризующих все доминантные ландшафты типичной тундры, одной скважине в переходной зоне от суши к морю и в мелкой скважине на площадке CALM для изучения температурного режима деятельного слоя. В рамках проекта на основании анализа архивных данных восстановлены результаты наблюдений за температурой ММП в двух скважинах за 1978-1995 гг, эти скважины оборудованы термокосоми и подготовлены для дальнейших исследований. Полученные данные дополнили разработанную в рамках проекта компьютерную базу данных по температурному режиму многолетнемерзлых пород в западном секторе Российской Арктики. Для изучения межгодовой динамики и вариативности сезонного протаивания выполняются измерения в доминантных ландшафтах на 16 стационарных площадках с 21-кратной повторностью, обеспечивающей статистическую обработку полученных данных. Измерения глубины сезонного протаивания на площадке CALM (1000 x 1000м) сделаны по стандартному протоколу с 4-кратной повторностью. Полученные данные дополнили соответствующие базы данных. Геокриологические исследования на стационаре Марре-Сале позволяет выполнить оценки динамики глубины протаивания и определить многолетние тренды изменения температурного режима ММП во всех континентальных доминантных ландшафтах зоны типичной тундры, а также в основных ландшафтах переходной области «суша-море».

Научно-исследовательский стационар «Уренгойский», (УКПГ-15)

Стационар «Уренгойский», (УКПГ-15), южная тундра, сплошное распространение ММП. Координаты: 67°28.5' сш, 76°41.5' вд. Функционирует с 1975 года. Данная площадка была организована для наблюдения за комплексом геокриологических характеристик еще перед началом освоения Уренгойского НГКМ в пределах перспективной Североуренгойской структуры. Предполагалось, что на ней будут фиксироваться текущие природные изменения ландшафтов и геокриологических параметров, а с началом освоения структуры удастся зафиксировать наложенный вклад техногенеза. Была составлена ландшафтная карта и пробурено более 10 наблюдательных геокриологических скважин глубиной 10-12 м. К 2020 году на территории стационара расположены площадка наблюдения за глубиной СТС (CALM R50B) и 7 действующих температурных скважин глубиной ~10 м в различных криогенных ландшафтах. В 2018 году восстановлена и перебурена скважина глубиной 10 м на торфянике, на котором в середине 70-х годов XX века выполнялись замеры температуры ММП до глубины 10 м. Скважина оборудована автоматизированными логгерами и термокосой для проведения термометрических наблюдений. Кроме того, выполнена детальная аэрофотосъемка площадки и прилегающей территории с квадрокоптера DJI Inspire 1 для уточнения положения границ участков с различным типом техногенных нарушений. наблюдений в ММП на разных глубинах.



Наблюдательные скважины на стационаре или «УКПГ-15 – Хадуттэ», площадка CALM R50B «Уренгой – южная тундра» (прямоугольный контур справа внизу) и нарушенная поверхность тундры (стадия технической рекультивации).

Научно-исследовательский стационар «Надымский»

Научно-исследовательский стационар «Надымский», расположен в 30 км к югу от г. Надым ($65^{\circ}19'$ с.ш., $72^{\circ}53'$ в.д.) в северной тайге Западной Сибири. Многолетнемерзлые породы здесь имеют массивно-островное распространение, температуры выше -2°C приурочены к торфяникам и буграм пучения. Исследования криогенных процессов на этой территории были начаты в 1971 г. сотрудниками ВСЕГИНГЕО В.Л. Невечерей и Ю.Л. Шуром в связи с планами прокладки трассы газопровода Надым-Пунга и позднее продолжены отрядами под руководством д.г.н. Н.Г. Москаленко. В сложный для науки период с 1993 по 1995 г. исследования продолжались благодаря энтузиазму руководителя лаборатории д.г.-м.н. Е.С. Мельникова и научного руководителя работ д.г.н. Н.Г. Москаленко, усилиями которых на стационаре никогда не прекращались наблюдения. С 1995 г. исследования на этом стационаре выполняются сотрудниками ИКЗ СО РАН при ограниченном финансировании по международной программе Циркумполярного мониторинга деятельного слоя (Circumpolar Active Layer Monitoring – CALM), поддержке директора Тюменского научного центра СО РАН академика В.П.Мельникова, директора ИКЗ М.Р. Садуртдинова под научным руководством и при участии зам. директора ИКЗ д.г.-м.н. Д.С. Дроздова, при содействии руководства и сотрудников Надымского МГ ООО «Газпром-Югорск».

Особенностью стационара является комплексный характер исследований, их междисциплинарный и международный характер. В 2020 г. стационар включен как один из ключевых в проект «Прогноз деградации мерзлоты и технология автоматизированного контроля несущей способности мерзлых грунтов под объектами капитального строительства», реализуемый в рамках деятельности Западно-Сибирского межрегионального научно-образовательного центра мирового уровня.



Замер СТС

Основные объекты мониторинга – глубина сезонного протаивания (промерзания), температура пород в различных криогенных ландшафтах, интенсивность сезонного пучения, тепловой осадки поверхности, мониторинг растительности на естественных и нарушенных площадках. Полученный фактический материал (в том числе с применением дистанционных данных) в настоящее время анализируется для создания базы данных.

Пионером применения БПЛА (беспилотных летательных аппаратов) на стационаре и ответственным исполнителем термометрических наблюдений стал А.Г. Гравис. Изучением почв стационара занимаются к.б.н. Г.В. Матышак, ведущий научный сотрудник кафедры общего почвоведения факультета почвоведения МГУ и к.б.н. О.Ю. Гончарова с.н.с. той же кафедры.

Для выявления интенсивности процессов пучения и термокарста в 1999 г. студентом Ю.Н. Бочкаревым, теперь уже кандидатом географических наук были начаты дендрохронологические исследования, которые продолжаются до сих пор.

Зоологические исследования на Надымском стационаре проводились в 2000 - 2009 гг. под руководством д.г.н. Н.Г. Москаленко и доцента кафедры биогеографии Географического факультета МГУ к.г.н. Л.Г. Емельяновой и профессора кафедры зоологии позвоночных Биологического факультета МГУ профессора В.А. Долгова.

В 2019-2021 гг. к.т.н. А.А. Губарьковым и А.Г. Грависом выполнялась снегомерная съемка.

На территорию стационара раз в 5 лет составляется ландшафтная карта. Ее первым автором была Н.Г. Москаленко, в последующем – к.г.м.н. Е.В. Устинова. Ежегодные ботанические описания в разные годы выполняли Н.Г. Москаленко, Ю.Б. Трофимова, А.О. Кузнецова

В работе стационара участвуют студенты и аспиранты ИКЗ ТюмНЦ СО РАН, МГРИ, МГУ, ТИУ, Пуцинского государственного университета, получающие навыки проведения полевых и научных работ, а также специалисты из МГУ, ИМКЭС СО РАН, ТИУ, иностранные ученые.

По материалам, полученным на стационаре, были защищены 4 кандидатских диссертации и 1 докторская, готовятся две кандидатские диссертации, опубликованы десятки статей, две монографии «Антропогенные изменения экосистем Западно-Сибирской газоносной провинции», «Комплексный мониторинг северотаежных геосистем Западной Сибири».

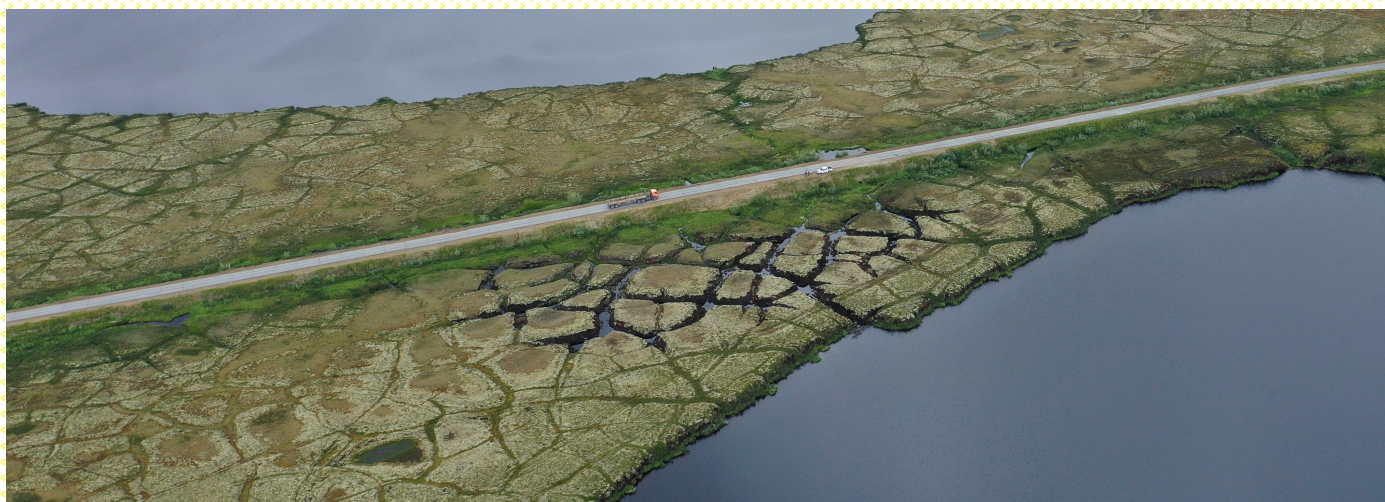
Северо-восток Западной Сибири

С 2016 г. сотрудниками лаборатории комплексных методов изучения криогенных геосистем проводятся геокриологические исследования на северо-востоке Западной Сибири в северной части Пур-Тазовского междуречья и на севере полуострова Гыдан. Начало исследованиям положено рекогносцировочными работами в районе пос. Тазовский и обустройством площадок наблюдений в районе с. Гыда в рамках реализации Программы комплексного изучения Гыданского полуострова.

Основными объектами комплексных геокриологических исследований на севере Пур-Тазовского междуречья выступают полигональные торфяники с полигонально-жильными льдами (ПЖЛ). Главная цель проводимых исследований – оценка устойчивости полигональных торфяников к антропогенному воздействию на фоне меняющегося климата Арктики. Наряду с мониторингом глубины сезонного протаивания и температуры пород в различных условиях, в том числе при антропогенном влиянии, проводится мониторинг изменения рельефа вследствие вытаивания ПЖЛ, изучение морфологии ПЖЛ и криолитологического строения вмещающих отложений, особенностей строения и динамики сезонно-талого слоя в торфяниках. Классические методы геокриологических исследований совмещаются с применением дистанционных материалов, беспилотных летательных аппаратов и георадиолокации.

Полигон с площадками наблюдения в районе с. Гыда организован с целью расширения сети наблюдений за геокриологическими условиями севера Западной Сибири. С начала наблюдений в 2016 г. ежегодно наращивалось количество площадок наблюдений за глубиной сезонного протаивания в разных ландшафтных условиях, изучались морфология ПЖЛ и криолитологическое строение вмещающих отложений в разрезах береговых обнажений террасы р. Гыда.

В работах постоянно принимают участие не только сотрудники Тюменского научного центра СО РАН, но и коллеги из других научных организаций России. С самого начала в исследованиях принимают участие студенты и аспиранты, получающие опыт проведения полевых работ и материалы для подготовки дипломных и диссертационных работ. По материалам, полученным на обоих полигонах, уже защищено несколько дипломных работ и 1 кандидатская диссертация, опубликовано более 10 статей.



Один из основных ключевых участков на севере Пур-Тазовского междуречья

Европейский север

На территории криолитозоны Европейского севера ежегодные мониторинговые наблюдения, направленные на изучение современного состояния верхних горизонтов ММП, проводятся в береговой зоне Печорского моря (станционар Болванский, область сплошного распространения мерзлоты), в континентальных условиях Большеземельской тундры (станционар Шапкина, область прерывистого распространения мерзлоты) и в дельте реки Печоры (площадки Кашин и Кумжа, область островного распространения мерзлоты).

Научно-исследовательский стационар «Болванский»

Стационар «Болванский», южная тундра, область сплошного распространения ММП. Координаты: 68°18'15'' сш 54°30' вд. Функционирует 1983-1993 гг.; 1999-2020 гг. На территории стационара расположены площадка наблюдения за глубиной СТС (CALM) и 7 действующих температурных скважин глубиной 10-12 м в различных криогенных ландшафтах. Временная динамика среднегодовой температуры пород для каждого отдельного ландшафта обусловлена климатическими вариациями – динамикой температуры воздуха (Твозд) и толщины снежного покрова. За последние три года среднегодовая температура ММП на глубинах 10 м несколько стабилизировалась и дальнейшего повышения температуры пород пока не наблюдается.

Научно-исследовательский стационар «Шапкино»

Стационар Шапкино, южная тундра, прерывистое распространение ММП. Координаты: 67°34' 35,6'' сш 55°07' 21,9'' вд. Функционирует 1982-1993 гг.; 2014-2019 гг. На территории стационара расположены 3 действующие скважины глубиной 10 м и одна скважина глубиной 15 м в различных криогенных ландшафтах. Во всех обследованных скважинах стационара Шапкина в настоящее время наблюдается квазистационарный температурный режим ММП, который характерен для переходного неустойчивого состояния мерзлых толщ.

Научно-исследовательский стационар «Кашин»

Стационар «Кашин», включающий две наблюдательные площадки «Остров Кашин» и «Кумжа», расположен в южной тундре, в области островного распространения ММП. Координаты: 68°14'35,6'' сш 53°51'10,2'' вд. Функционирует в 2009-2020 гг. На территории стационара расположены две площадки наблюдения за глубиной СТС (CALM) и 10 действующих температурных скважин глубиной 3-10 м в различных криогенных ландшафтах.

Административно-управленческое подразделение



*Директор
к.т.н. М.Р. Садуртдинов*



*Учёный секретарь
к.г.-м.н. Е.В. Устинова*



*Главный бухгалтер
Е.А. Махорт*



*Кассир Т.Н Рукавишникова,
бухгалтер Ф.М. Каримова,
заместитель главного бухгалтера
З.Г. Нухова*



*Экономист
Ю.А. Аксентьева*



*Специалист по кадрам
Е.А. Бескровная*



Секретарь С.П. Уразова



*Помощник академика
В.П. Мельникова
В.И. Назарова*

Журнал «Криосфера Земли»

Издается с 1997 г.

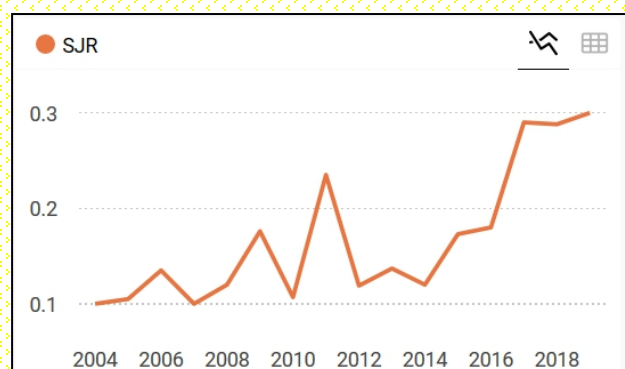
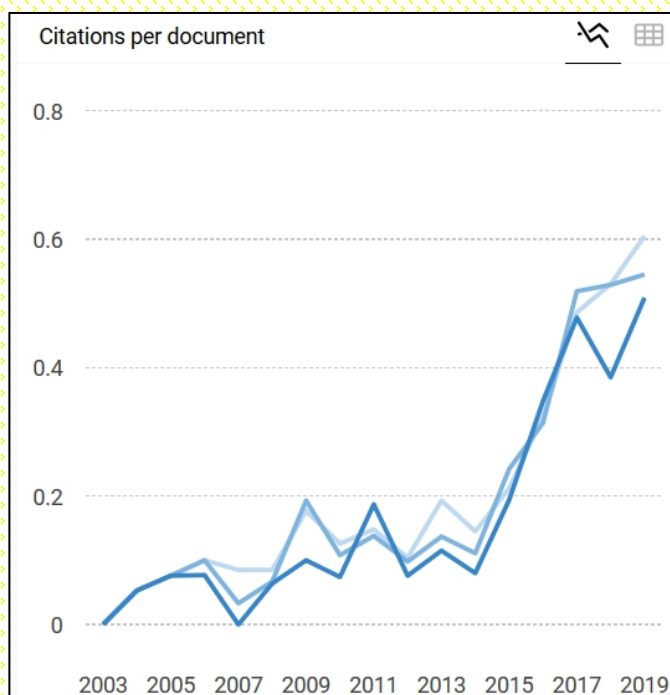
Соучредители: СО РАН, ИКЗ ТюмНЦ СО РАН

и ИМЗ им. П.И. Мельникова СО РАН

Издается на русском и англ. языках

Входит в БД Scopus

6 выпусков в год



Редакционная группа журнала «Криосфера Земли»:
к.г.-м.н. В.Е.Тумской, О.В. Левочкина, к.г.-м.н. О.М. Лисицына, Н.В. Арутюнян,
к.г.н. Н.Г. Белова, к.г.-м.н. Г.В. Облогов

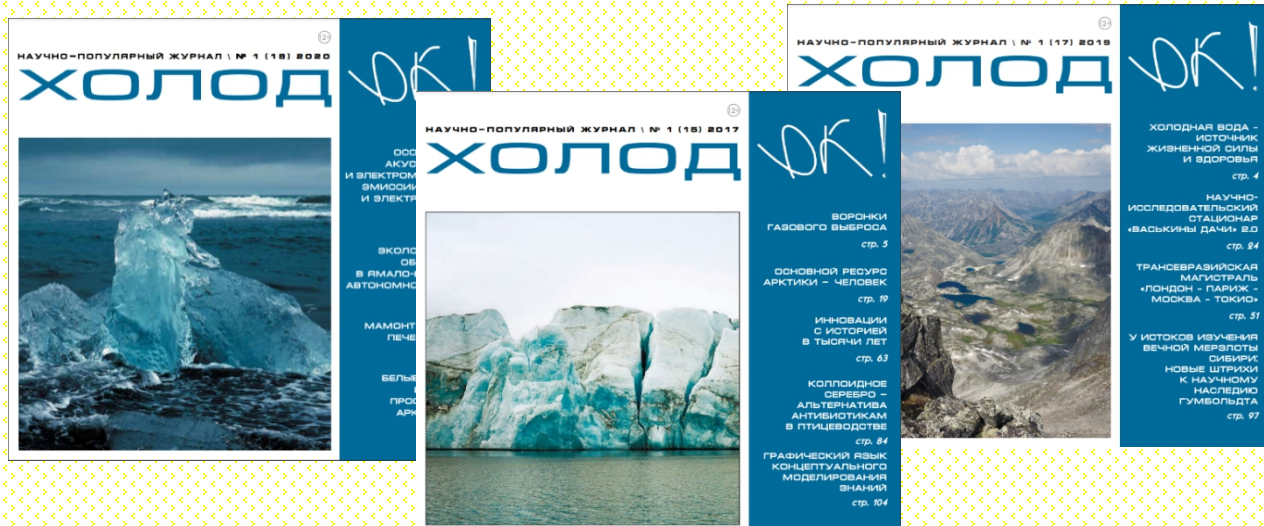
Научно-популярный журнал «ХолодОК!».

Издается с 2005 г.

Соучредители: ТюмНЦ СО РАН и Тюменский индустриальный университет

Периодичность: 1-2 выпуска в год.

Журнал «ХолодОК!» является единственным в мире научно-популярным изданием, увлекательно рассказывающим о разных гранях холодного мира. Из него вы можете узнать много нового об истории криологических исследований, о современных открытиях ученых, изучающих мир вечной мерзлоты, о практических проблемах инженерной геофизиологии и об историко-культурном наследии северных регионов.



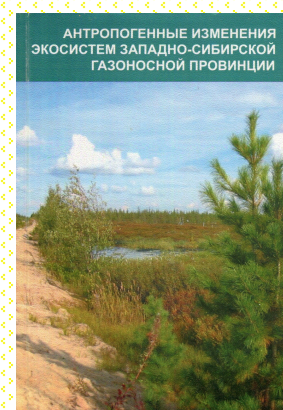
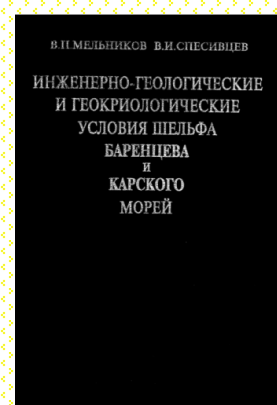
Главный редактор,
академик РАН В.П. Мельников



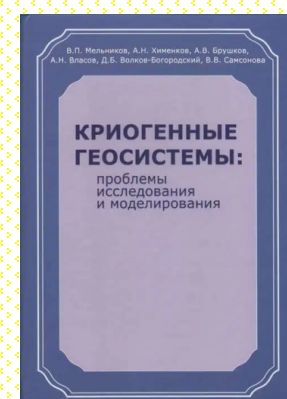
Ответственный секретарь,
к.ф.н. Р.Ю. Федоров

Опубликованные монографии при участии сотрудников лаборатории

1. Смутьский И.И. Аэродинамика и процессы в вихревых камерах. - Новосибирск: ВО "Наука". - 1992. - 301 с.
2. Смутьский И.И. Электромагнитное и гравитационное воздействия (нерелятивистские трактаты). - Новосибирск: Наука. -1994. - 225с.
3. Мельников В.П., Спесивцев В.И. Инженерно-геологические и геокриологические условия шельфа Баренцева и Карского морей. Новосибирск, Наука, 1995. -195 с.
4. Шавлов А.В. Лед при структурных превращениях. Новосибирск: Наука. 1996, 182с.
5. Смутьский И. И. Теория взаимодействия. - Новосибирск: Из-во Новосибирского ун-та, НИЦ ОИГГМ СО РАН. - 1999. - 294с.
6. Мельников В.П., Спесивцев В.И. Криогенные образования в литосфере Земли (изобразительная версия). Новосибирск, НИЦ ОИГГМ СО РАН, Изд-во СО РАН, 2000, 343стр.
7. Гладышев В. Н. Динамическая сирена. Теория. Эксперимент. Приложения. Новосибирск, Академ. Изд-во ГЕО, 2000 178 с.
8. Горелик Я.Б., Колунин В.С. Физика и моделирование криогенных процессов в литосфере // Новосибирск, Наука, 2002, 317 с.
9. Мельников Е.С., Москаленко Н.Г., Дроздов Д.С., Малкова Г.В. и др. Вечная мерзлота и освоение нефтегазоносных районов. М., ГЕОС, 2002, 402 с.
10. Слагода Е.А. Криолитогенные отложения приморской равнины моря лаптевых: Литология и микроморфология Рос. акад. наук, Сиб. отд-ние, Ин-т криосферы Земли. Тюмень, 2004, 120 с.
11. Павлов А.В., Малкова Г.В. Современные изменения климата на севере России. Новосибирск, Академ. Изд-во ГЕО, 2005, 56 с.
12. Москаленко Н.Г., Васильев А. А., Пономарева О.Е. Устинова Е.В и др. Антропогенные изменения экосистем Западно-Сибирской газоносной провинции. М. 2006. С.358.
13. Фундаментальные исследования океанов и морей (в 2 кн.), гл. ред. Н.П. Лаверов. М., Наука, 2006, кн.1 - 307с, кн. 2 - 535с.
14. Лейбман М.О., Кизяков А.И. Криогенные оползни Ямала и Югорского полуострова. Типография Россельхозакадемии, М. - 2007. - 206 с.
15. Якимов А.С., Дёмкин В.А., Алексеев А.О. Природные условия степей Нижнего Поволжья в эпоху средневековья (VIII - XIV вв. н.э.). - М.: НИА-Природа, Фонд «Инфосфера», 2007. - 228с.
16. Павлов А.В. Мониторинг криолитлзоны. Новосибирск, Академ. Изд-во ГЕО, 2008 229.



17. Мельников В.П., Смульский И.И. «Астрономическая теория ледниковых периодов: новые приближения. Решенные и нерешенные проблемы», монография. // Новосибирск, академическое издательство «Гео», 2009 г.
18. Мельников В. П., Хименков А.Н., Брушков А.В., Власов А.Н., Волков-Богородский Д.В., Самсонова В.В.. Криогенные геосистемы: проблемы исследования и моделирования/Рос.акад.наук, Сиб.отделение, Институт криосферы Земли. – Новосибирск: Академическое издательство «Гео», 2010. – 392 с. – 31,6 п.л.-ISBN 978-5-904682-36-1
19. Дроздов Д.С., Васильев А.А., Малкова Г.В., Москаленко Н.Г., Орехов П.Т., Украинцева Н.Г. Изменения температуры многолетнемерзлых пород западного сектора Российской Арктики в связи с изменениями климата // раздел коллективной монографии «Полярная криосфера и воды суши» – М.:Paulsen, 2011 - 320 с. (153-170)
20. Анисимов О. А., Анохин Ю. А., Лавров С. А., Малкова Г. В., Мяч Л.Т., Павлов А. В., Романовский В. Е., Стрелецкий Д. А., Холодов А. Л., Шикломанов Н. И. Континентальная многолетняя мерзлота // раздел коллективной монографии «Методы оценки последствий изменения климата для физических и биологических систем», М.: Росгидромет, 2012, с. 301-359.
21. Kurchatova A.N., Opokina O.L., Slagoda E.A. Ground Ice of the Marre-Sale Cape (West Yamal). TICOP Excursion Guidebook. TICOP: Resources and Risks of Permafrost Areas in a Changing World. Tyumen: Pechatnik, 2012. 42 p.
22. Leibman, M.O., Gubarkov, A.A., Khomutov, A.V. 2012. Research station Vaskiny Dachi. Excursion guidebook. Tenth International Conference on Permafrost, Salekhard, Russia, June 25-29, 2012. Tyumen: Pechatnik, 50 pp.
23. Второй оценочный доклад Росгидромета об изменениях климата и их последствиях на территории Российской Федерации. Общее резюме. Коллектив авторов, в том числе Малкова Г.В. Росгидромет, 2014 г. с. 61.
Электронный ресурс
http://downloads.igce.ru/publications/OD_2_2014/v2014/pdf/resume_ob.pdf
24. Второй оценочный доклад Росгидромета об изменениях климата и их последствиях на территории Российской Федерации. Техническое резюме. Коллектив авторов, в том числе Малкова Г.В. Росгидромет, 2014 г. с. 94. Электронный ресурс
http://downloads.igce.ru/publications/OD_2_2014/v2014/pdf/resume_teh.pdf
25. Малкова Г.В. (ведущий автор), Лейбман М.О., Дроздов, Д.С., Хомутов А.В., Губарьков А.А., Шерстюков А.Б. Многолетняя мерзлота //раздел 4: "Воздействие изменений климата на природные системы суши" в коллективной монографии "Второй оценочный доклад Росгидромета об изменениях климата и их



последствиях на территории Российской Федерации" М., Росгидромет, 2014 г., с. 410-458 (вся монография 1008 с.)
Электронный ресурс
http://downloads.igce.ru/publications/OD_2_2014/v2014/htm/

26. Streletskiy D., Anisimov O. and Vasiliev A. Permafrost Degradation. In: Snow and Ice-Related Hazards, Risks and Disasters. NY, Elsevier, 2014, pp 303-343.
27. Смутьский И.И. Электродинамика движущихся тел. Определение сил и расчет движений. Saarbrucken, Germany: "Palmarium Academic Publishing", 2014. 324 с. ISBN 978-3-659-98421-1.
28. Смутьский И.И. Эволюция оси Земли и палеоклимата за 200 тысяч лет. Saarbrucken, Germany: "LAP Lambert Academic Publishing", 2016. 228 с. ISBN 978-3-659-95633-1.
29. Дроздов Д.С., Лаухин С.А., Спиридонов Д.В. Пространственно-временная изменчивость техногенно-переотложенных пород: Назаровский угольный разрез, юг Сибири. – Франкфурт: LAP LAMBERT Academic Publishing RU, 2017. – 59 с.
30. Национальный атлас Арктики / Ред. Н.С.Касимов. – М.: Роскартография, 2017. – 496 с. //Дроздов Д.С., Малкова Г.В., Коростелёв Ю.В., Гравис А.Г., Бердников Н.М. Мерзлота // Национальный атлас Арктики / Ред. Н.С. Касимов. – М.: Роскартография, 2017, с.254-260
31. Romanovskiy V.E., Isaksen K., Drozdov D. Anisimov O., Instanes A. Leibman M., McGuire D., Shiklomanov N, Smth S., Walker D., Grosse G., Jones B., Jorgensen T., Kanevskiy M., Kizyakov A., Lewkowicz A., Malkova G., Marchenko S., Nicolsky D., Streletskiy D., Westermann S. 2017. Changing Permafrost and its Impacts. Snow, Water, Ice and Permafrost in the Arctic (SWIPA): Climate Change and the Cryosphere. Arctic Monitoring and Assessment Programme (AMAP), Oslo, Norway, 65-102. <https://clck.ru/RYSGt>
32. Смутьский И.И. Новая Астрономическая теория ледниковых периодов. "LAP LAMBERT Academic Publishing, Riga, Latvia, 2018. 132 с. ISBN 978-613-9-86853-7.
33. Smulsky J.J. Future Space Problems and Their Solutions. Nova Science Publishers, New York, 2018, 269 p. ISBN: 978-1-53613-739-2.



МЫ ПОМНИМ

- **Ан Виктор Владимирович** – старший научный сотрудник, работал в Институте криосферы Земли с 1991 г.
- **Геннадий Борис Исаакович** – главный научный сотрудник, работал в Институте криосферы Земли с 1991 г.
- **Гладышев Вадим Николаевич** – старший научный сотрудник, работал в Институте криосферы Земли с 1998 г.
- **Гречищев Станислав Евгеньевич** – главный научный сотрудник, работал в Институте криосферы Земли с 1991 г.
- **Гравис Гунар Феликсович** – ведущий научный сотрудник, работал в Институте криосферы Земли с 1995 г.
- **Девяткин Виктор Николаевич** – старший научный сотрудник, работал в Институте криосферы Земли с 1991 г.
- **Дзик Михаил Иванович** – научный сотрудник, работал в Институте криосферы Земли с 1991 г.
- **Колесова Валентина Яковлевна** – заведующая отдела кадров, работала в Институте криосферы Земли с 1991 г.
- **Лаухин Станислав Алексеевич** – главный научный сотрудник, работал в Институте криосферы Земли с 2012 г.
- **Мельников Евгений Сергеевич** – работал в Институте криосферы Земли с 1995 г.
- **Москаленко Наталия Георгиевна** – главный научный сотрудник, работала в Институте криосферы Земли с 1995 г.
- **Павлов Александр Владимирович** - главный научный сотрудник
- **Сморыгин Геннадий Иванович** – ведущий научный сотрудник, работал в ИКЗ с 1991 г.
- **Соловьева Людмила Николаевна** – старший научный сотрудник, работал в Институте Криосферы Земли с 1991 г.
- **Спесивцев Валентин Ионович** – старший научный сотрудник, работал в Институте криосферы Земли с 1994 г.
- **Суховой Геннадий Федорович** – научный сотрудник, работал в Институте криосферы Земли с 1996 г.
- **Украинцева Наталия Георгиевна** – ведущий научный сотрудник, работала в Институте криосферы Земли с 2008 г.
- **Фартышев Александр Илларионович** – старший научный сотрудник, работал в Институте криосферы Земли с 1991 г.
- **Феклистов Владимир Николаевич** – старший научный сотрудник, работал в Институте криосферы Земли с 1991 г.
- **Фотиев Сергей Михайлович** – главный научный сотрудник, был ответственным редактором научного журнала «Криосфера Земли».
- **Шушков Геннадий Андреевич** - младший научный сотрудник, работал в Институте криосферы Земли с 1991 г.