

12+

НАУЧНО-ПОПУЛЯРНЫЙ ЖУРНАЛ \ № 1 (18) 2020

ХОЛОД



ЛЕДОВЫЕ
ОСОБЕННОСТИ
АКУСТИЧЕСКОЙ
И ЭЛЕКТРОМАГНИТНОЙ
ЭМИССИИ: МУЗЫКА
И ЭЛЕКТРОМУЗЫКА
ЛЬДА

стр. 30

ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ
ОБСТАНОВКА
В ЯМАЛО-НЕНЕЦКОМ
АВТОНОМНОМ ОКРУГЕ

стр. 54

МАМОНТ ИЗ ОЗЕРА
ПЕЧЕВАЛАВАТО

стр. 78

БЕЛЫЕ, ГОЛУБЫЕ
И ЗЕЛЕННЫЕ
ПРОСТРАНСТВА
АРКТИЧЕСКИХ
ГОРОДОВ

стр. 59



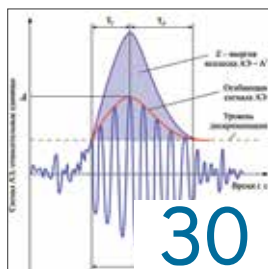
5

К юбилею Владимира Павловича Мельникова



22

Климовский И.В.
Академик, сын академика



30

ИНЬ И ЯН КРИОСФЕРЫ

Головин Ю.И., Бузник В.М.

Ледовые особенности акустической и электромагнитной эмиссии: музыка и электромузыка льда



54

Колесников Р.А.

Экологическая обстановка в Ямало-Ненецком автономном округе



48

Ананичева М.Д., Абрамов А.А.,
Лукиянычева М.А., Пакин Г.Ю.
**Корякское нагорье: полевые исследования
ледников Пылгинского хребта**

НА СИБИРСКИХ ШИРОТАХ

Эзау И., Соромотин А.В., Федоров Р.Ю.

Белые, голубые и зеленые пространства арктических городов



59



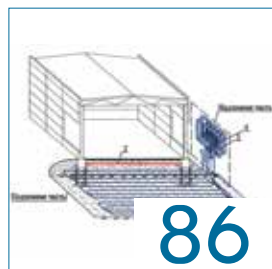
78

Константинова Т.С.
Мамонт из озера
Печевалаватто

Хомутов А.В.
Лаборатория криогенных
процессов ИКЗ ТюмНЦ
СО РАН: северные
экспедиции — 2020



81



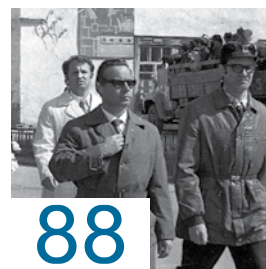
86

ИННОВАЦИОННЫЕ
РАЗРАБОТКИ
И ТЕХНОЛОГИИ

Аникин Г.В., Спасенникова К.А.
Сезонные охлаждающие
устройства, разрабатываемые
в Тюменском научном
центре СО РАН

СТРАНИЦЫ ИСТОРИИ

Климовский И.В.
Как создавался флагман
сибирской геохронологии



88



91

Солодовников К.Н.,
Нечвалода А.И.
Выше гор? Как холод
и горы изменили внешний
облик населения Алтая
периода энеолита —
ранней бронзы

УЧРЕДИТЕЛИ:

ФГБУН ФИЦ Тюменский научный центр СО РАН
ФГБОУ ВО «Тюменский индустриальный
университет»

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:

Главный редактор
В.П. Мельников, акад. РАН
Художественный редактор
А.А. Мельникова
Ответственный секретарь
Р.Ю. Федоров, к. филос. н.

РЕДАКЦИОННЫЙ СОВЕТ:

В.Р. Алексеев, д. г. н.
В.В. Баулин, д. г.-м. н.
Дж. Браун (США), проф.
А.В. Брушков, д. г.-м. н.
А.Д. Дучков, д. г.-м. н.
М.Н. Железняк, д. г.-м. н.
И.М. Ковенский, д. т. н.
В.М. Котляков, акад. РАН
М.А. Минкин, д. г.-м. н.
А.Н. Нестеров, д. х. н.
В. Романовский (США), проф.
С.К. Туренко, д. т. н.
Х.-В. Хуббертен (Германия), проф.

Дизайн и верстка Н.С. Власова.
Автор фотографий на обложках В.М. Олейник.
В журнале использованы фотоматериалы
из личных архивов авторов.

ИЗДАТЕЛЬ:

АНО «Губернская академия»
Адрес издателя, редакции: 625026, г. Тюмень, ул. Малыгина, 86,
тел./факс: +7 (3452) 688-787, e-mail: melnikov@ikz.ru
Отпечатано в ОАО «ИПП "Уральский рабочий"»,
620990, г. Екатеринбург, ул. Тургенева, 13.
Заказ № ... Тираж 1000 экз. Распространяется бесплатно.
Дата выхода в свет 17.11.2020 г.
Свидетельство о регистрации ПИ № ТУ72-01522
от 5 июня 2018 г. выдано управлением Роскомнадзора
по Тюменской области, Ханты-Мансийскому автономному
округу – Югре и Ямало-Ненецкому автономному округу.

Журнал выпускается при финансовой поддержке
Правительства Тюменской области.

Мнение авторов может не совпадать с позицией редакции.

© АНО «Губернская академия»
© ФГАОУ ВО «Тюменский государственный университет»
© ФГБУН ФИЦ Тюменский научный центр СО РАН
© ФГБОУ ВО «Тюменский индустриальный университет»

12+



К ЮБИЛЕЮ ВЛАДИМИРА ПАВЛОВИЧА МЕЛЬНИКОВА

Пятого июля 2020 года отметил свой *80-летний юбилей* известный ученый, благодаря усилиям которого в 1980-е годы Тюмень стала новым центром академической жизни в Сибири – академик Владимир Павлович Мельников. Вклад этого человека в развитие отечественной науки, изучающей холод, невозможно переоценить. В 1985 году им был организован Институт проблем освоения Севера СО АН СССР, в 1990 году образован Тюменский научный центр СО РАН, а в 1991 году – Институт криосферы Земли СО РАН, которые Владимир Павлович возглавлял на протяжении почти 25 лет. В Тюмени В.П. Мельниковым также создана и действует Губернская академия, в задачи которой входит поддержка научных направлений, имеющих приоритетное значение для региона. Академиком В.П. Мельниковым проделана огромная работа по привлечению талантливых исследователей в Тюмень из других городов, а также заложены эффективные механизмы формирования новых поколений научных кадров. Для решения этой задачи Владимир Павлович уделяет большое внимание интеграции академической науки и высшего образования. Начиная с 2001 года на базе Тюменского индустриального института при его непосредственном участии создается ряд научно-образовательных подразделений, в т.ч. академическая кафедра криологии Земли, которую он возглавляет по сей день. Для развития новой парадигмы криологии, базирующейся на последних достижениях фундаментальной науки, в 2016 году под руководством В.П. Мельникова в Тюменском государственном университете была создана кафедра криософии, которая объединила как широко признанных, так и молодых исследователей из разных стран и впоследствии получила статус Международного центра криологии и криософии.

Научные достижения и организационная деятельность В.П. Мельникова высоко оценены академическим сообществом и государством. В 1987 году он был избран членом-корреспондентом АН СССР, в 2000 году – академиком РАН. Владимир Павлович награжден рядом государственных наград, в т.ч. орденом «Знак Почета» (1986), орденом Почета (1997), орденом «За заслуги перед Отечеством» IV степени (2011), отмечен областной премией им. В.И. Муравленко в области внедрения высоких технологий в строительстве нефтяных и газовых объектов (1999), имеет звание «Почетный работник топливно-энергетического комплекса» (2000), удостоен премии Правительства Российской Федерации (2004) в области науки и техники.

В.П. Мельников является председателем Научного совета по криологии Земли РАН, членом Президиума СО РАН, членом Совета РАН по наукам о Земле, членом Объединенного ученого совета наук о Земле СО РАН. В 1997 году он выступил инициатором создания научного журнала «Криосфера Земли», ставшего основной площадкой для публикации отечественных исследований в сфере криологии. С 2005 года В.П. Мельников также является основателем и главным редактором научно-популярного журнала «ХолодОК!».

Диапазон научных интересов В.П. Мельникова всегда отличался чрезвычайной широтой. С самого начала своей научной карьеры он проявлял большой интерес к изучению ритмических закономерностей в динамике криосферы, включая низкочастотную ритмику в исследованиях вызванной поляризации, ритмику электрического состояния и электрохимической активности мерзлых пород, а также циклические фазы глобальных потеплений и похолоданий на Земле. Многообразие изучаемых В.П. Мельниковым физико-химических процессов в криолитозоне способствовало расширению сферы объектов, исследуемых криологией. Примером этого может служить получившее развитие в Институте криосферы Земли СО РАН изучение газовых гидратов, а также исследования живущих в мерзлоте микроорганизмов. Владимир Павлович внес большой вклад в пересмотр отношения к холоду, который ранее отождествлялся лишь с опасной для человека силой природы, в сторону осмысления его созидательных функций, рассматриваемых в качестве криогенных ресурсов.

Как правило, юбилей любого выдающегося ученого принято рассматривать в качестве своеобразного подведения итогов его вклада в науку. Однако В.П. Мельникова можно смело отнести к ярким исключениям из этого правила. Сегодня, несмотря на свой более чем солидный послужной список в мире науки, он больше склонен думать не о своих былых заслугах, а о расширении будущих горизонтов изучения мира холода. Ярким свидетельством этого является активно разрабатываемая им концепция криософии, которую можно рассматривать в качестве авангардистской методологической основы, призванной непрерывно дополнять образ криосферы новыми междисциплинарными знаниями и определять важнейшие приоритеты ее изучения. Поэтому нам от всей души хотелось бы пожелать юбиляру успехов во всех его новых начинаниях и чтобы окружающий мир, радуя своими яркими красками, продолжал оставаться для него источником вдохновения и новых открытий!

Коллеги и друзья



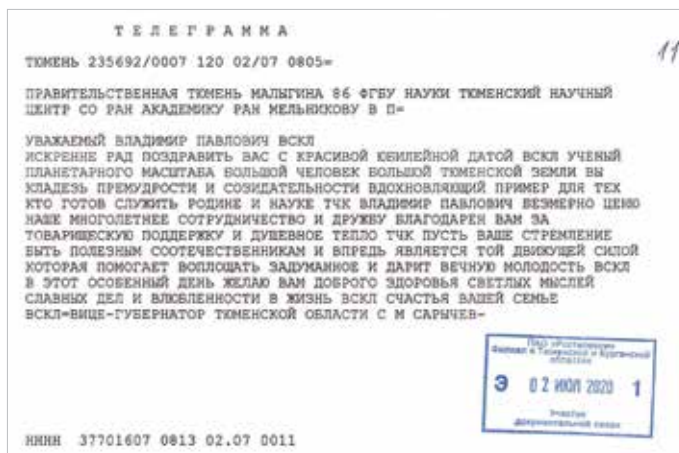
**ВАЙНО
АНТОН ЭДУАРДОВИЧ**

Руководитель Администрации
Президента Российской Федерации



**МООР
АЛЕКСАНДР ВИКТОРОВИЧ**

Губернатор Тюменской области



**САРЫЧЕВ
СЕРГЕЙ МИХАЙЛОВИЧ**

Вице-губернатор Тюменской области



ПРАВИТЕЛЬСТВЕННЫЕ ТЕЛЕГРАММЫ

ТЕЛЕГРАММА

МОСКВА 114966/01 165 2/07 0940=

20

625000 ТИМЕНЬ УЛ МАЛЫГИНА 86
ТИМЕНСКИЙ НАУЧНЫЙ ЦЕНТР СО РАН
АКАДЕМИКУ РАН МЕЛЬНИКОВУ В П=

ДОРОГОЙ ВЛАДИМИР ПАВЛОВИЧ ВСКЛ
ИСКРЕННЕ РАДЫ ПОЗДРАВИТЬ ВАС ВСЕМИРНО ИЗВЕСТНОГО ГЕОКРИОЛОГА
ЭПТ ЗАМЕЧАТЕЛЬНЫМ 80-ЛЕТИЕМ ЮБИЛЕЕМ ВСКЛ
В ОБЛАСТИ ИССЛЕДОВАНИЙ ХОЛОДА И ЛЬДА НА ПЛАНЕТЕ ВЫ-БЕЗУСЛОВНЫЙ
ЛИДЕР ТЧК ВАШИ РАБОТЫ ПО ДИНАМИКЕ АРКТИЧЕСКИХ И СУЕАРКТИЧЕСКИХ
ТЕРРИТОРИЙ В РЕЗУЛЬТАТЕ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ГЕОСФЕР И ШИРОКОГО
СПЕКТРА ВОЗДЕЙСТВИЙ ТЕХНОГЕННОГО ХАРАКТЕРА ПОЛУЧИЛИ ШИРОКУЮ
МЕЖДУНАРОДНУЮ ИЗВЕСТНОСТЬ ТЧК НЕ МЕНЬШИЙ ИНТЕРЕС ВЫЗЫВАЕТ
ПРЕДЛОЖЕННАЯ ВАМИ НОВАЯ ПАРАДИГМА КРИОЛОГИИ - КРИОСОФИЯ И
КРИОТРАСОЛОГИЯ ТЧК МЫ ОЧЕНЬ НАДЕЕМСЯ УСЛЫШАТЬ ВАШУ ЛЕКЦИЮ НА
ЭТУ ТЕМУ ТЧК
ВЫ - ВЫДАЮЩИЙСЯ ОРГАНИЗАТОР НАУКИ ЭПТ СОЗДАВШИЙ ДВА ИНСТИТУТА
ЭПТ ЖУРНАЛ И ТИМЕНСКИЙ НАУЧНЫЙ ЦЕНТР СО РАН ЭПТ ПРЕДСЕДАТЕЛЬ
МНОГИХ НАУЧНЫХ СОВЕТОВ ЭПТ ГРУПП И КОМИССИЙ НЕ ТОЛЬКО В РОССИИ
НО И ЗА РУБЕЖОМ ТЧК ВАША МНОГОЛЕТНЯЯ НАУЧНАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ
ОТМЕЧЕНА ВЫСОКИМИ ОТЕЧЕСТВЕННЫМИ И МЕЖДУНАРОДНЫМИ НАГРАДАМИ И
ЗВАНИЯМИ ТЧК ДЛЯ КОЛЛЕГ ВЫ - ДОБРЫЙ ДРУГ И ТОВАРИЩ ЭПТ КОТОРЫЙ
РЕГУЛЯРНО РАДУЕТ НАС ОРИГИНАЛЬНЫМИ СТИХОВНЫМИ ПОЗДРАВЛЕНИЯМИ
ВСКЛ ИСКРЕННЕ ЖЕЛАЕМ ВАМ КРЕПКОГО ЗДОРОВЬЯ ЭПТ ДОЛГОЛЕТИЯ И
БЛАГОПОЛУЧИЯ=

ГЛИКО ЭПТ СОКРАТОВА=

ИНИН 37701727 0954 02.07 0020

ПАО «Ростелеком»
Формат в Телерайон в Курганской области
3 02 ИЮЛ 2020 1
Учasto
документальной связи



**ГЛИКО
АЛЕКСАНДР ОЛЕГОВИЧ**

Академик-секретарь
Отделения наук о Земле РАН



**ФОРТОВ
ВЛАДИМИР ЕВГЕНЬЕВИЧ**

Экс-президент РАН,
академик РАН

ТЕЛЕГРАММА

МОСКВА 114966/02 159 2/07 1040=

22

625026 ТИМЕНЬ УЛ МАЛЫГИНА 86
ПРЕЗИДИУМ ТИМЕНСКОГО НЦ СО РАН
ДИРЕКТОРУ ИНСТИТУТА КРИОСФЕРЫ ЗЕМЛИ
АКАДЕМИКУ МЕЛЬНИКОВУ В П=

УВАЖАЕМЫЙ ВЛАДИМИР ПАВЛОВИЧ ВСКЛ
С ГЛУБОКИМ УВАЖЕНИЕМ К ВАШЕЙ МНОГОЛЕТНЕЙ ПЛОДОТВОРНОЙ
ДЕЯТЕЛЬНОСТИ НА ВЛАГО НАУКИ ПОЗДРАВЛЯЮ ВАС СО ЗНАМЕНАТЕЛЬНЫМ
ЮБИЛЕЕМ ВСКЛ
Я ЗНАЮ ВАС НЕ ТОЛЬКО КАК ТАЛАНТЛИВОГО ЭПТ БЛЕСТЯЩЕГО УЧЕНОГО
ЭПТ НО И БЕЛИКОЛЕПНОГО ОРГАНИЗАТОРА ЭПТ ВСЕ СИЛЫ ОТДАВШЕГО НА
РАЗВИТИЕ РОССИЙСКОЙ НАУКИ ТЧК ВАШ ЖИЗНЕННЫЙ ПУТЬ ЭПТ
НАПОЛНЕННЫЙ ВЕСОМЫМИ ДОСТИЖЕНИЯМИ ЭПТ ВЫЗЫВАЕТ ОГРОМНОЕ
УВАЖЕНИЕ ТЧК ВЫ ВОСПИТАЛИ НЕ ОДНО ПОКОЛЕНИЕ МОЛОДЫХ УЧЕНЫХ ЭПТ
КОТОРЫМ ЩЕДРО ПЕРЕДАВАЛИ СВОИ ЗНАНИЯ ЭПТ ВЗГЛЯД НА НАУКУ И
МИРОВОЗЗРЕНИЕ ТЧК УБЕЖДЕНЫ ЭПТ ЧТО ВАШ НЕОЦЕНИМЫЙ ОПЫТ БУДЕТ И
ВПЕРЕД СЛУЖИТЬ ЗАЛОГОМ ВАШЕГО УСПЕХА ТЧК ПУСТЬ ИСКРЕННЕЕ
ДОВЕРИЕ ВАШИХ КОЛЛЕГ И ВСЕСТОРОНЯЯ ПОДДЕРЖКА РОДНЫХ И ДРУЗЕЙ
ПРИДАЕТ ВАМ СИЛЫ ДЛЯ ДАЛЬНЕЙШЕЙ ПЛОДОТВОРНОЙ РАБОТЫ ТЧК
ДОРОГОЙ ВЛАДИМИР ПАВЛОВИЧ ВСКЛ ЖЕЛАЮ ВАМ КРЕПКОГО ЗДОРОВЬЯ ЭПТ
ВОДРОСЛИ ДУХА И ОПТИМИЗМА А ТАКЖЕ НЕИССКАЖЕМОЙ ЭНЕРГИИ ДЛЯ
НОВЫХ СВЕРШЕНИЙ ВСКЛ ДОЛГИХ ЛЕТ И НОВЫХ ЮБИЛЕЕВ ВСКЛ=

АКАДЕМИК ФОРТОВ В Е=

ИНИН 37701815 1050 02.07 0022

ПАО «Ростелеком»
Формат в Телерайон в Курганской области
3 02 ИЮЛ 2020 1
Учasto
документальной связи

АКАДЕМИК ВЛАДИМИР ПАВЛОВИЧ МЕЛЬНИКОВ

Без преувеличения можно сказать, что Владимир Павлович Мельников является одним из самых доблестных членов Академии наук. У него все получается. Удивительно, но как будто для его характеристики китайский философ (IV–III вв. до н.э.) Сюнь-Цзы написал: «Когда совершенный человек обладает большими знаниями да к тому же ежедневно проверяет себя и анализирует свое поведение, тогда он мудр и не совершает ошибки».

Владимир Павлович обладает энциклопедическими знаниями в своей научной области. Он может с такой увлеченностью рассказывать о вечной мерзлоте, об уникальных свойствах пород в таких условиях, поведении микроорганизмов. По этой причине он может втянуть в обсуждение специалистов из любой области науки.

Одним из примеров такого успешного сотрудничества является изучение газовых гидратов, в которых при достижении льдоподобного состояния на единицу объема воды приходится до 160 единиц объема газа. В перспективе добыча газа из таких газовых гидратов вполне конкурентоспособна с освоением традиционных газовых месторождений. Здесь общепризнано мировое лидерство работ Владимира Павловича. Или в другом случае это эксперименты с бактериями, выделенными из древних микроорганизмов. При добавлении таких бактерий в пищу удалось получить у лабораторных мышей способность к размножению в достаточно «старческом», по мышиным меркам, возрасте.

Вполне логично выглядит решение Владимира Павловича перейти из геофизики к изучению проблем мерзлотоведения после открытия им явления отрицательной вызванной поляризации на мерзлых горных породах. Там, где другие не обращали внимания на странные явления, Владимир Павлович благодаря

своему редкому таланту исследователя доходил до самой сути и становился автором открытия.

Удивительной способностью Владимира Павловича является критическое отношение к своим результатам. Это демонстрирует такой факт. Он написал кандидатскую диссертацию, научный руководитель настаивает на ее представлении к защите. Но только из-за того, что один из выводов не укладывается в общую канву, проверяются результаты полевых исследований, положенных в основу диссертации, и дается им новое оригинальное объяснение. Представленный на суд коллег принципиально новый вариант диссертации получил блестящую оценку и, по существу, дал возможность развития нового направления.

Важной чертой в характере Владимира Павловича является ответственность за порученное дело и выполнение его без эмоций, контроль за своим поведением при принятии сложных решений. Достаточно вспомнить, что когда Владимир Павлович написал заявление с просьбой освободить его от руководства Тюменским научным центром СО РАН и в течение года решался вопрос о поиске кандидатур на пост председателя Президиума Тюменского научного центра СО РАН, он продолжал с полной отдачей сил работать. Естественно, общее собрание СО РАН утвердило его на новый срок руководить научным центром в Тюмени. Владимир Павлович почти четверть века оставался бессменным председателем Президиума Тюменского научного центра СО РАН.

В тяжелый период развала СССР Владимиру Павловичу удалось сохранить научный потенциал (кадры). В советское время большую роль в организации прикладных научных исследований играли отделы по науке при областных обкомах КПСС. Владимир Павлович настолько успешно боролся за их сохранение, что ему отдали не только помещение отдела по науке, но и кабинет первого секретаря обкома на 3 месяца и потом кабинет второго секретаря – на 2 года.



ШАБАНОВ ВАСИЛИЙ ФИЛИППОВИЧ

Академик РАН,
научный руководитель ФИЦ КНЦ СО РАН

«*Души прекрасные порывы*» – название поэтической сборника, автором которого является академик В.П. Мельников. Эти замечательные слова с полным правом можно отнести ко всему жизненному пути Владимира Павловича.



АРТЮХОВ АНДРЕЙ ВИКТОРОВИЧ

Первый заместитель председателя
Тюменской областной Думы

Уважаемый Владимир Павлович!

От всей души поздравляю Вас с юбилеем! Искренне горжусь тем, что знаком с Вами уже много лет! Восхищаюсь Вашей энергией, деловыми качествами и умением достигать результата в самых разных сферах.

Я не стану в моем кратком поздравлении писать о Ваших научных достижениях, так как об этом убедительно говорят Ваши научные труды, государственные награды, Ваши ученики и авторитет среди научного сообщества. Но хочу особо отметить Вашу общественную деятельность в недавнем прошлом как руководителя регионального отделения общероссийского народного фронта. Вам успешно удавалось координировать деятельность очень активных людей, представляющих самые разные общественные организации.

И еще об одном Вашем удивительном таланте. Когда в 2019 году я начал активно продвигать тему сказки Петра Павловича Ершова «Конек-Горбунок» как привлекательного туристического бренда Тюменской области, мне было очень приятно получить от Вас замечательное стихотворение, посвященное этой сказке. Я рад, что 5 лет назад, накануне Вашего прошлого юбилея, внес свой скромный вклад в издание Вашей сборника стихотворений «Не ставя точки в равнодушной строчке...»

С юбилеем, Владимир Павлович! Крепкого здоровья, семейного счастья и успехов в делах!



**МАЖАРОВ
АЛЕКСАНДР ВИКТОРОВИЧ**

Заместитель губернатора ЯНАО,
директор департамента внешних связей

Пожалуй, никто не знает так хорошо холодный мир и его ресурсы, как академик Владимир Павлович Мельников.

Блестящий эрудит, талантливый ученый и педагог, Владимир Павлович с нуля создал первый в Тюменской области академический институт, сформировал новую научную школу криософии и сегодня делится своими знаниями с будущими инженерами-геокриологами – студентами Тюменского индустриального университета. На протяжении многих лет, что мы знакомы, искренне не устаю удивляться работоспособности Владимира Павловича, его интеллектуальному творчеству и жизнелюбию. Очень горжусь дружбой с ним и ценю огромный вклад, который он внес как ученый в развитие арктической науки.

Сотрудники Института криосферы Земли ТюмНЦ СО РАН под руководством Владимира Павловича более 30 лет изучают криогенные процессы на Ямале. Собрали обширный фактический материал об эволюции и динамике криолитозоны, создали новые материалы и технологии. Их достижения соответствуют высоким мировым стандартам, а наше сотрудничество с институтом, реализация совместных проектов способствовали закреплению за Ямалом статуса одного из важных центров научного и гуманитарного сотрудничества в Арктике.

Десятая Международная конференция по мерзлотоведению «Ресурсы и риски регионов с вечной мерзлотой в меняющемся мире», которую мы провели совместно в 2012 году в Салехарде, собрала более 500 ученых со всего мира, стала одним из самых масштабных научных событий в циркумполярном регионе. Следующий такой форум мы планируем провести в 2021 году. Уверен, он будет не менее представительным и продуктивным для мирового научного сообщества.

Еще одним знаковым итогом нашего сотрудничества стало создание Некоммерческого партнерства «Российский центр освоения Арктики», демонстрирующего большие успехи в реализации экологических проектов, организации и проведении научно-исследовательских экспедиций. Мы продолжаем тесно работать в рамках большого проекта Западно-Сибирского межрегионального научно-образовательного центра, объединившего ученых Тюмени и Ямала в изучении деградации многолетней мерзлоты и создании технологии автоматизированного контроля несущей способности грунтов.

Благодарен судьбе за знакомство с Вами, уважаемый Владимир Павлович. В Ваш юбилей хочу пожелать Вам крепкого здоровья и активного долголетия. Счастья, мира и добра Вам и всей Вашей замечательной семье!

*Уважаемый Владимир Павлович!
Примите мои самые теплые и сердечные поздравления с юбилеем –
80-летием со дня рождения!*

Талантливый ученый с мировым именем, Вы внесли поистине неоценимый вклад в изучение природных криогенных систем, физики и геофизики криолитозоны, мерзлотоведения и геоэкологии. Ваши научные разработки и инициативы способствовали успешному развитию Западной Сибири, укреплению экономики этого важного для страны региона.

Ваш труд признан и востребован не только Россией, но и мировым научным сообществом. Отрадно, что помимо научной работы много сил Вы отдаете общественной деятельности.

Ваше участие в проводимых в Салехарде и на Ямале конференциях, форумах, Ваши научные работы – ценный вклад в развитие научной мысли. Ваш богатейший профессиональный опыт востребован молодыми учеными и специалистами.

Для меня Вы – надежный и близкий друг, помощник и мудрый наставник. Ваши советы для меня значимы и важны, они очень помогают мне в жизни и в делах.

Пусть все, что сделано Вами, получит достойное продолжение, удача и успех сопутствуют всем Вашим делам и начинаниям, а жизненный оптимизм и хорошее настроение никогда не покидают Вас.

От всей души поздравляю Вас с этим замечательным днем! Искренне желаю крепкого здоровья, долгих и счастливых лет в кругу родных и близких, надежных друзей рядом.



**ТИТОВСКИЙ
АЛЕКСЕЙ ЛЕОНИДОВИЧ**

Глава муниципального образования
г. Салехард



ПАРМОН ВАЛЕНТИН НИКОЛАЕВИЧ

Вице-президент РАН,
председатель СО РАН,
академик РАН

Вовсе не холодный!

Для Сибирского отделения РАН имя академика Владимира Павловича Мельникова нарицательное и по всем направлениям ассоциируется с арктическим холодом и вечной мерзлотой. Действительно, Владимир Павлович является представителем династии ученых-мерзловедов, которые поставили науку о мерзлоте на один уровень с другими важнейшими направлениями в отечественной Академии наук (ныне РАН). Отцом Владимира Павловича Павлом Ивановичем Мельниковым создан единственный в стране Институт мерзлотоведения, находящийся в далекой холодной Якутии и ныне носящий имя своего основателя. Да и сам В.П. в 1985 г. в Тюмени создал Институт проблем освоения Севера СО АН СССР. Благодаря его усилиям в 1990 году был образован Тюменский научный центр, а в 1991 – Институт криосферы Земли СО РАН, которые Владимир Павлович возглавлял на протяжении 26 лет. Таким образом, куда ни повернись, для академического сообщества имя В.П. Мельникова и арктический холод – это близнецы-братья.

Компетентность, энергия и рассудительность В.П. по вопросам настоящего и, что очень важно, будущего наших «северов» проявилась и в этом году. В научном сообществе произошел ожесточенный спор между специалистами-«алармистами», считающими, что в связи с очевидным потеплением климата началось и катастрофически быстрое разрушение подводной мерзлоты на нашем арктическом шельфе, и специалистами-практиками, десятилетиями экспериментально изучающими состояние этого важнейшего, насыщенного метаном объекта Арктики.

В споре победила уравновешенная позиция В.П.: да, за состоянием подводной мерзлоты надо внимательно следить,

но ее устойчивость на глубинах более 100 метров настолько велика, что в ближайшие десятилетия бить тревогу по поводу состояния подводной мерзлоты заведомо не придется.

Тем не менее в настоящей заметке мне хотелось бы сказать несколько слов не о «холодной» профессиональной деятельности В.П., а о В.П. как человеке, который излучает тепло. Действительно, впервые мне довелось близко познакомиться с В.П. не в связи с проблемами холода, а в связи с активностью созданной им Губернской академии и Академического собрания, являющегося местом встречи наиболее активной части интеллигенции Тюменской области и, по моему мнению, до мельчайших подробностей копирующего существовавшие в давние времена губернские дворянские и купеческие собрания. Я, в тот момент еще молодой директор Института катализа, был приглашен на заседание этого собрания, чтобы рассказать серьезной и искушенной во многих делах многолюдной аудитории о том, что сибирские академические химики могли бы сделать полезного для главной нефтяной и газовой нивы нашей страны. Вопрос, понятно, очень непростой и вызывающий не только позитивные отклики. Поэтому, безусловно, без внимания и такта со стороны В.П., как главного дирижера собрания, поднявшего настроение, и уходить-то не хотелось.

А потом я был радушно принят в домашнем кругу В.П. и с удивлением узнал, насколько важной для В.П. является семья, с какой теплотой и заботой он относится к каждому члену семьи, как гордится успехами супруги на поприще архитектуры, с какой любовью рассказывает о каждой написанной супругой картине (многие из них украшают их большой тюменский дом). И как В.П. гордится своими маленькими детьми – об этом можно было бы написать отдельную повесть.

В дальнейшем мне посчастливилось еще несколько раз повстречаться с семьей В.П., тоже в неформальной обстановке, но уже не в Тюмени, а на берегу Байкала и в Москве. И мои первые наблюдения о В.П. как о искреннем и излучающем тепло человеке только подтвердились и стали еще прочнее.

А еще хотелось бы отметить и то, что человеческое радушие и теплота присущи не только самому Владимиру Павловичу, но и его ближайшим родственникам, прежде всего сестре Татьяне Павловне Мельниковой. Ведь каждому приезжающему из Сибирского отделения Академии наук в Москву хорошо известно, что Татьяна Павловна уже долгие годы является ангелом-хранителем сибиряков в огромном президиуме РАН, поддерживая уют и порядок в официальном офисе Сибирского отделения РАН на Ленинском, 32 – в нашем маленьком сибирском доме в огромной Москве. И попавший в этот дом не только получит мудрый совет и необходимую помощь, но и не сможет выбраться из офиса, как и из тюменского дома В.П., не будучи основательно накормленным и согретым теплом и улыбкой. А у пишущего эти строки любовь к Татьяне Павловне особая, потому что именно она выхаживала меня в московской больнице, куда я нечаянно попал в бурные 90-е годы.

Вот такие у нас Мельниковы из, вероятно, самой «холодной» династии российских ученых!



ШАФРАНИК ЮРИЙ КОНСТАНТИНОВИЧ

Председатель Совета Союза
нефтегазопромышленников России

Дорогой Владимир Павлович!

Ваш вклад в мировое научное познание всех граней мерзловедения не подлежит никакому сравнению. Сейчас, при пристальном изучении проблем Арктики, состояния вечной мерзлоты и изменения климата, этот вклад практически бесценен.

Но в этот день мне прежде всего хочется еще раз поблагодарить судьбу за то, что 30 лет назад она свела нас в Тюмени. Все эти годы дорожу нашими деловыми и дружескими отношениями.

Мне, тогда руководителю Тюменской области, Вы оказали огромную помощь в экономическом развитии региона, поскольку кроме колоссальных фундаментальных и прикладных знаний обладаете невероятными организаторскими способностями. По Вашей инициативе было организовано обучение наших сельскохозяйственных специалистов в Голландии и Германии, а впоследствии с фирмами этих стран реализовано несколько совместных проектов. Организованная Вами поездка в Канаду позволила мне ознакомиться с цивилизованной государственной практикой недропользования, что уже в 1992 году определило суть Закона РФ «О недрах». С вашим участием было подписано много договоров о сотрудничестве администрации области с партнерами из ЕС, включая представителей руководства и бизнеса Германии.

Конечно, позже, на посту министра топлива и энергетики, я значительно расширил круг зарубежного делового общения, но импульс этому процессу задали именно Вы.

Всегда заряжался и заряжаюсь от Вас многогранной человеческой энергией. Желаю многих лет жизни ради процветания избранной науки и России! Всего самого доброго, благополучия Вам и Вашей семье!



**БОНДУР
ВАЛЕРИЙ ГРИГОРЬЕВИЧ**

**Вице-президент РАН,
академик РАН**

Глубокоуважаемый Владимир Павлович!

От имени Российской академии наук сердечно поздравляю Вас, выдающегося ученого, человека многогранного таланта и незаурядных личных качеств, с замечательным юбилеем!

Ваш жизненный путь – это путь честного, целеустремленного, талантливого человека, целиком посвятившего себя выбранному делу и служению науке. Вы являетесь выдающимся специалистом в области геофизиологии и принадлежите к замечательной плеяде ученых, чья деятельность определяет состояние современной фундаментальной науки.

Вам присущ уникальный сплав качеств ученого и организатора науки. Вы академик Российской академии наук, член Президиума Сибирского отделения РАН, руководитель Международного центра криологии и криософии, многие годы были директором Института криосферы Земли Сибирского отделения РАН, председателем Тюменского научного центра СО РАН.

Ваша научная деятельность, посвященная криософии, криоразнообразию, криогенным ресурсам и криотрассологии, а также исследованию природных и природно-антропогенных систем, системообразующими факторами которых являются криогенные условия, процессы и образования, широко известна и признана среди научной общественности в России и за рубежом. Вы являетесь автором более 300 актуальных научных работ в отечественных и международных изданиях.

Вы ведете активную редакционно-издательскую деятельность, являясь главным редактором журнала «Криосфера Земли»; членом редколлегии журналов «География и природные ресурсы», «Арктика», а также главным редактором научно-популярного журнала «ХолодОК!».

Ваши научные достижения и важнейший вклад как ученого и гражданина отмечены различными наградами, среди которых орден «Знак Почета», орден Почета, премия Правительства Российской Федерации в области науки и техники, орден «За заслуги перед Отечеством» IV степени и другие.

Мы высоко ценим Вас не только как выдающегося ученого и организатора науки, но и как замечательного человека, общение с которым поднимает настроение и вдохновляет.

В этот знаменательный день желаю Вам, дорогой Владимир Павлович, крепкого здоровья, счастья, удачи, личного благополучия, реализации самых смелых творческих планов в Вашей многогранной деятельности.



**АЛЕКСЕЕНКО
ВЛАДИМИР ТРОФИМОВИЧ**

Начальник УМТС СО РАН

Глубокоуважаемый Владимир Павлович!

*От всего сердца примите поздравления от меня
и всего нашего коллектива
с замечательным 80-летним юбилеем – с днем рождения!*

Желаем самого главного и необходимого: счастья, крепкого здоровья, успехов во всем и большой удачи.

Мы искренне благодарны Вам за Вашу помощь и внимание к нам. Ваша бескорыстная помощь в Тюменском арбитражном суде, когда были проблемы УМТС с недобропорядочной организацией ООО «Соляная компания» и суд над «ГУП УВ» (на тот момент руководителем был В.Б. Любашевский, судился с московской солидной фирмой, никогда не знавшей поражения), – это был триумф Вашего уважения в судебном органе города Тюмени и поддержки Ваших друзей в Москве.

Я с большой теплотой вспоминаю наши встречи в Вашем уютном доме, натуральные молочные продукты питания от Ваших животных, наши песни под караок, особенно очаровательной маленькой Татьяны, и Ваши песни, Владимир Павлович, военных лет – «В землянке», «Темная ночь» и др.

Для меня поездки в город Тюмень были трогательными, как к родному брату.

Пусть рядом с Вами всегда будут надежные друзья, а любовь и поддержка родных и близких придают Вам силы для новых свершений и успехов во всех направлениях Вашей деятельности.

Мы искренне желаем Вам и Вашей большой семье дальнейшего благополучия, удачи, любви и взаимопонимания.

г. Новосибирск



МОЛОДИН ВЯЧЕСЛАВ ИВАНОВИЧ

Академик РАН,
заведующий отделом,
советник директора Института
археологии и этнографии СО РАН

ПОКОРИТЕЛЬ МЕРЗЛОТЫ

Пятого июля академик Мельников отмечает очередной юбилей... Пишу эти строки, смотрю на портрет Владимира Павловича и ловлю себя на мысли, что этого не может быть! Да дело и не в фотографии. Я много лет знаю В.П. Мельникова и всегда поражаюсь его непроходящей энергии, молодости и жизнелюбию. Был в моей биографии период, когда волею обстоятельств я более 10 лет работал заместителем председателя СО РАН и по должности курировал деятельность научных центров. Тогда-то мы и познакомились. Владимир Павлович руководил, по существу, созданным им Тюменским научным центром. Сегодня, с позиции прошедшего двадцатилетия, можно уверенно говорить о выдающейся роли, которую сыграл академик Мельников в становлении Тюменского центра и его научно-исследовательских институтов. К моменту нашего знакомства Владимир Павлович имел уже значительный опыт административной работы в научной сфере. С 1984 года он занимал должность заместителя директора одного из крупнейших институтов Академии наук СССР – института геологии и геофизики СО АН СССР. В то время в институте работали настоящие корифеи в обла-

сти геологии и геофизики во главе с легендарным Трофимуком. Поэтому для приехавшего из Якутска молодого завлаба школа была по-настоящему великолепной. А затем уже была Тюмень, где Мельников возглавил не только молодой научный центр в стратегическом для России регионе, но и сначала Институт проблем освоения Севера, а затем с 1991 по 2015 год был директором Института криосферы Земли СО РАН. Если же иметь в виду, что 65 % территории нашей страны непосредственно связана с мерзлотой, то значимость научных исследований проблем освоения Севера в России, да и вообще во всем мире, переоценить невозможно.

Одним словом, к моменту нашего знакомства Владимир Павлович был опытным и успешным администратором, я же в этих вопросах был откровенным новичком. Однако в нашем многочасовом общении Мельников ни разу не продемонстрировал своего превосходства по ряду вопросов, но, напротив, всячески подчеркивал значимость юного начальника. За более чем десятилетнюю совместную деятельность в Президиуме Сибирского отделения Владимир Павлович всегда помогал мне дельными советами, за что я ему остаюсь благодарным по сегодняшний день.

В это время нашли мы и точки соприкосновения в области науки. В силу своих природных качеств, воспитания и самообразования Владимир Павлович всегда остается равнодушным к гуманитарной сфере. Он прекрасно знает философию, пишет замечательные стихи, и к моим археологическим делам он всегда был равнодушен. В начале 2000-х я с моим коллегой и другом германским профессором Германом Парцингером задумал проект по поиску и раскопкам курганов с мерзлотой на территории Северо-Западной Монголии. Геофизический мониторинг блестяще произвел мой давний партнер по геофизическим исследованиям на археологических объектах – академик М.И. Эпов. К слову сказать, со своей задачей он справился блестяще, предложив нам для раскопок три объекта, в каждом из которых оказалась мерзлота. Однако нам нужно было получить подтверждение теории результатами практических исследований, обоснование роли криогенных процессов и образований и трансформации их в погребениях курганов пазырыкской культуры в Северо-Западном районе Монголии. Основной целью геокриологических исследований являлась попытка оценить роль антропогенного фактора в динамике мерзлоты и воздействия криогенных процессов на трансформацию геологической среды, в которой расположены курганы. Задача была во многом новаторская, и я обратился за помощью к В.П. Мельникову.

Владимир Павлович отнесся к моей просьбе с огромным энтузиазмом. Он отправил с нами в Монголию сотрудницу своего института Е.А. Сла-

году, которая блестяще провела необходимые полевые изыскания, а в аналитической оценке принял участие и сам Мельников. В результате мы получили уникальную разработку, отвечающую на ряд вопросов, связанных с образованием мерзлоты в курганах. Кроме того, исследователи реконструировали климатические особенности района в раннем голоцене, криогенные условия на южном склоне Сайлюгенского хребта и еще многое другое. Для нас, археологов, было особенно важно, что предложены модели формирования ледяных линз в курганах пазырыкской культуры Северо-Западной Монголии. И в итоговой монографии «Замерзшие погребальные комплексы пазырыкской культуры на южных склонах Сайлюгема (Монгольский Алтай)» (М., 2012) разработка команды Мельникова заняла достойное место. В этом эпизоде для меня отчетливо проявилась еще одна черта, характерная для Мельникова, – умение подбирать команду единомышленников и эффективно работать с ней. Вообще институт для Владимира Павловича – это всегда родной дом, со всеми печальями и радостями. И такой подход к делу для меня особенно привлекателен и созвучен с моим видением.

Занимая много лет в Тюмени ключевую должность организатора науки, академик Мельников всегда пользовался и пользуется непрерываемым авторитетом и уважением. И по праву. Здесь, конечно, играет роль его высокий рейтинг ученого-геолога, геофизика, мерзлотоведа, признанного у нас в стране и за ее пределами (свидетельством чему является и его звание академика РАН и члена-корреспондента Королевской академии наук Бельгии). Владимир Павлович всегда тесно сотрудничал с образовательной сферой. Здесь особо следует отметить его взаимодействие с Тюменским индустриальным университетом. Деятельность Владимира Павловича всегда была направлена на интеграцию достижений различных наук в единую систему знаний – криологию, обеспечивающую России мировое лидерство в науке о криосфере. Не случайно его деятельность отмечена престижной премией им. В.И. Муравленко в области внедрения высоких технологий в строительство нефтяных и газовых объектов. Наверное, самое главное, что вклад Мельникова в развитие научного потенциала Тюменской области определяется созданием и развитием академической научной инфраструктуры как базовой основы для формирования в регионе инновационной экономики. Его талант нашел заметное применение и в бизнесе — казалось бы, занятия, не вполне сочетающиеся с наукой. Владимир Павлович наглядно продемонстрировал всем нам, что можно заниматься бизнесом во благо развития экономики своей Родины, во благо своей семьи и своих детей, но и, может быть самое главное, – бизнес (по утверждению самого Мельникова) дает ему воз-

мжность работать по своему призванию, если хотите, быть по-настоящему свободным человеком.

Одними из важнейших и привлекательных для меня черт нашего юбиляра являются его истинный патриотизм, любовь к Родине, унаследованные от родителей. Говорю об этом столь уверенно, поскольку дружен с сестрой Мельникова Татьяной Павловной, которая воспитана в аналогичных традициях. Пожалуй, это чувство даже не воспитывается, точнее сказать – не только воспитывается, а передается генетически.

Герой Социалистического Труда, академик, именем которого назван созданный в Якутске Институт мерзлотоведения СО РАН, Павел Иванович Мельников и прошедшая с ним рука об руку по нелегким просторам Полярного Севера Елена Устиновна генетически передали своим детям эти высокие чувства, как и любовь к науке, к Академии наук, к Северу и, самое главное, любовь к людям. Владимир Павлович писал: другим фактором в сложении личности «были примеры из жизни коллег моего отца. С ранних лет я наблюдал подготовку к экспедициям, возвращения из них. Возвращаясь, они проходили через наш дом с рассказами, которые во многом формировали мои представления о жизни геологов, о предмете научных исследований. Таким образом, на мое взросление оказали большое влияние героизм людей, прошедших войну, и героика геологического поиска».

Не случайно поэтому трепетное отношение к прошлому нашей страны, где переплетаются гордость за победы и страдания, за те утраты, которые пришлось перенести соотечественникам в таком нелегком, но таком героическом XX веке, в полной мере характерно для характера нашего героя. Не случайно, что он не покинул Россию, несмотря на лестные предложения, в не менее тяжелые, чем военные, 1990-е годы и не собирается этого делать.

Вместе с тем Мельников никогда не стал бы тем Мельниковым, которого мы знаем сегодня, если бы не выработал в себе четкой жизненной позиции, жизненной философии и неукоснительно ей следовал. В ее основу входит постоянная работа над собой (и в интеллектуальном, и в физическом плане!). К 70 годам, когда многие из нас подводят итоги пройденному, Владимир Павлович вышел на новый жизненный виток. Его супруга Елена – редкая красавица и умница – подарила ему двух дочек и сына, и, как говорит сам Мельников, еще не вечер! И они счастливы! И они все живут интересами друг друга! Вот как сам формулирует свою жизненную позицию Владимир Павлович: «Когда ты себе каждый день ставишь новые цели, новые задачи, ты не оглядываешься на свой возраст, ухаживая за молодыми женщина-

ми, ты наслаждаешься путешествиями – это есть процесс самопроизвольного торможения старения. Это доказала наука». И далее: «... всю жизнь я был нацелен не на фиксацию своего возраста, а на фиксацию своих достижений».

И, согласитесь, у него здорово получается!

Как принято в подобного рода очерках, несколько слов нужно сказать и о достижениях нашего юбиляра, хотя, если следовать философскому жизненному кредо Мельникова, о котором я уже писал выше, это лишь промежуточный финиш!

Итак, если говорить емко, то научная деятельность Владимира Павловича в целом, как я уже отмечал выше, направлена на интеграцию достижения различных наук в единую систему научных знаний – криологию, обеспечивающую России лидирующие позиции в науке о криосфере. Мельников достиг безусловных вершин в мировой науке в области мерзлотоведения, геофизики криолитозоны и геоэкологии, он признанный лидер в получении фундаментальных знаний, внесший весомый вклад в экологическое развитие северных территорий России.

Он автор более десятилетия научных монографий, свыше 300 статей и более 20 изобретений. Не могу особо не отметить, что его перу принадлежит сборник талантливых стихов, искренних и самобытных, лишний раз подчеркивающих незаурядность нашего героя.

Авторитет Мельникова в области криологии непререкаем. Он член многих всевозможных советов, как международных, так и академических; многолетний член Президиума СО РАН; главный редактор журнала «Криосфера Земли»; член-корреспондент Королевской академии Бельгии.

Владимир Павлович – лауреат премии Правительства РФ в области науки и техники, кавалер многих орденов СССР и России, среди которых я бы особо выделил орден «За заслуги перед Отечеством» IV степени. Перечисление наград, премий, знаков отличий государственных и региональных можно продолжать и продолжать. И я уверен, что и в этом отношении у нашего юбиляра еще не вечер! Уверен в этом, потому что творческая жизнь с каждым днем продолжается и нелегкие научные проблемы, которые ставит перед Мельниковым жизнь, требуют решения. А решение очень часто становится новым открытием.

Дорогой Владимир Павлович! Я счастлив, что жизнь подарила возможность общаться с Вами, внимать житейской мудрости, любоваться Вашим замечательным семейством, читать Ваши научные работы, получать в подарок трогательные стихи. Мы все, конечно, под Богом, однако почему-то я уверен, что через 20 лет мы будем отмечать Ваш очередной юбилей. И мне будет что рассказать нашим читателям!



ШУМНЫЙ ВЛАДИМИР КОНСТАНТИНОВИЧ

Академик РАН

***Дорогой, уважаемый
Владимир Павлович!***

Искренне и сердечно поздравляю с юбилеем с добрыми пожеланиями здоровья, успехов, оптимизма в будущем.

Добро пожаловать в стаю старейшин, которым 80+. Это весьма серьезные личности, которым уже нечего терять. Мы высоко ценим Ваш вклад в науку о вечной мерзлоте, основанную Вашим отцом в Сибири. От генов никуда не денешься, и Вы по максимуму использовали преемственность поколений. «Наука Мельниковых» будет всегда на пользу человека, так как территория России не обделена вечной мерзлотой.

Дорогой Владимир Павлович!

Мы любим Вас за многостаночность. Когда читаешь Ваши письма, поздравления, на душе становится теплее. В них Вы писатель, поэт, гуманист и вообще эмоционально возвышенный человек. И так держать! Опять же, куда от генов спрячешься. Ваша интеллектуальная мощь, ее эмоциональная душевная огранка, доброта и мудрость старейшины являются хорошим примером для всех нас, Ваших друзей. Здравствуйте еще многие лета на радость нашу.

*С почетом,
В.К. Шумный*



**ЗАЛИХАНОВ
МИХАИЛ ЧОККАЕВИЧ**

Академик РАН,
Герой Социалистического Труда

*От всей души поздравляю
с 80-летним юбилеем, дорогой Володя!*

Широко образованный человек, любитель и ценитель всего прекрасного. Разносторонне одаренный от природы человек, еще в молодом возрасте достигший больших научных высот, исключительного уважения и почтения, Вы всеобщий любимец, унаследовавший красоту и безграничное жизнелюбие матери в прекрасном сочетании с доставшимся в наследство от отца талантом ученого.

С удовольствием отмечу, что Вы – достойный сын одного из самых замечательных людей, с которыми меня столкнула жизнь, Павла Ивановича Мельникова, и продолжаете вместе с прекрасной сестрой Татьяной и его учениками претворять в жизнь многие идеи Павла Ивановича. И это лучшая память о великом ученом и человеке – выдающемся специалисте в области мерзлотоведения, который всегда умел нацеливать свои поистине фундаментальные научные исследования на решение практических задач. Масштаб исследований, проведенных

под его руководством, начиная с Якутской научно-исследовательской станции и до Института мерзлотоведения СО РАН, поражает. Открытый под его руководством Якутский артезианский водный бассейн с 1944 года снабжает прекрасной подземной водой значительную часть населения Якутии. Это и программы, связанные со строительством БАМа, трасс магистральных газопроводов в Западной Сибири и Якутии, со строительством первой в мире ГЭС на вечной мерзлоте в Вилюйске, с освоением крупнейших месторождений золота, олова и меди, со строительством подземных хранилищ для продуктов; уникальная карта мерзлотно-гидрогеологического районирования Восточной Сибири, геотермическая модель Сибирской платформы и карта внутриземного теплового потока, устанавливающая связь между глубиной промерзания и тепловым состоянием земных недр, и т.д. и т.п. И, бесспорно, главное направление – разработка эффективных методов строительства на вечной мерзлоте – буроопускные железобетонные сваи, существенно повышающие устойчивость сооружений; также методы «лечения» фундаментов, возведенных без учета эффектов вечной мерзлоты.

И сегодня Вы не только успешно продолжаете практически во всех областях дело своего отца, став директором академического института, академиком, ученым с мировым именем, но и стали выдающимся ученым в целом ряде новых направлений науки, начиная от основного направления – криологии – с исследованиями по ее новой парадигме: система представлений о холодном мире (криософия), криогенные явления, процессы и образования как важнейший фактор эволюции живого и косного вещества (криоразнообразие и криогенные ресурсы), изучение истории Земли по следам, оставленным холодом (криотрасология), а также исследование природных и природно-антропогенных систем, системобразующими факторами которых являются криогенные условия, процессы и образования.

Развиваемый ресурсный подход в криологии Земли и инициированные Вами работы по газогидратам существенно расширили современные представления об объекте исследования и получили международное признание. Особую актуальность приобре-

ли исследования воздействия бактерий из древних мерзлых пород на современные биосистемы и работы по динамике арктических и субарктических территорий в результате взаимодействия геосфер и широкого спектра воздействий техногенного характера.

Бесценно, что **Вы всегда выступаете с твердой гражданской и независимой научной позиций, что, как известно, не только доставляет неудобства ученому, но подчас и опасно – отрицаете глобальное потепление и др.**

Это исключительно характеризует Вас как **ученого, руководствующегося в своей деятельности принципами высокой научной этики**, и является одной из причин отнесения Вас к когорте ученых, имеющих неизменное признание профессионального научного сообщества в России и за рубежом.

Важно и то, что Вы унаследовали одно из главных качеств Вашего отца – неизменную заботу о людях. Особенно важно, что человек, который всю жизнь занимается таким «холодным» предметом, как вечная мерзлота, сам не только не заледенел душой, а, наоборот, всегда отличался огромным душевным теплом, доброжелательностью, приветливостью.

И конечно же, дорогой Володя, не откажу себе в удовольствии достойно ответить тебе как большому любителю доброй шутки, имеющему привычку поздравлять своих близких стихами и писать на них эпиграммы.

Как говорят у нас на Кавказе, через два года ты преодолеешь возраст юноши, и приказываю Вам, дорогой Владимир Павлович, до достижения 102-летнего возраста только мудреть и крепчать, а дальше – как пожелаете, но всегда здравствовать и чарки с нами поднимать!

*Искренний друг Вас и Вашей семьи,
тоже молодой акъсакъл –
от седого Эльбруса, академик
Михаил Залиханов*



ЛИНКОВ АЛЕКСАНДР СОЛОМОНОВИЧ

Кандидат экономических наук

ГЛУБОКОУВАЖАЕМЫЙ ВЛАДИМИР ПАВЛОВИЧ!

В преддверии Вашего юбилея выражаю свое искреннее восхищение Вами и Вашими достижениями в большой Науке, практике и личной жизни.

Воистину люди, одаренные Творцом, как правило, одарены во многом, что прямо выходит за рамки их основного предназначения. Это утверждение в полной мере следует отнести и к Вам. Говорят, академиком может стать каждый. Только одному для этого требуется 30 лет, а другому 300, просто не все успевают. Ваши знания и умения наряду с другими достоинствами, полученными от Ваших родителей, позволили Вам добиться этого высокого звания и занять соответствующее положение в научной элите России и за рубежом.

Широкий спектр научных интересов, в котором помимо гео-криологии находят свое место философия (криософия): системная методология, системный анализ, управление социальными процессами и многое-многое другое, – является Вашей характерной чертой.

Ваша удивительная способность видеть перспективу и стратегическое мышление позволяют Вам с завидной легкостью создавать новые научные направления, формулировать наиболее важные проблемы и цели исследований. Ярким подтверждением тому является созданная с Вашим непосредственным участием «общая теория графического структурирования и представления знаний», послужившая основой создания новой информационной технологии, которой еще предстоит завоевать свое достойное место в сфере искусственного интеллекта и инженерии знаний.

Моя работа под Вашим научным руководством, начавшаяся с момента создания ИПОС в городе Тюмени в далеком 1984 году, сыграла решающую роль в моем профессиональном становлении, впрочем, как я уверен, и множества Ваших учеников, состоявших как классные специалисты.

Искренне желаю Вам крепкого здоровья, эффективного творческого долголетия, счастья всему Вашему замечательному семейному очагу.

Всегда Ваш А.С. Линков (Израиль)

**Дорогой наш Владимир Павлович!
Замечательный наш Вова!**

«Русский очевидец» из Парижа многие годы наблюдает за жизнью на Тюменщине и в особенности за деятельностью ее главного героя, единственного на этой земле академика-мерзлотоведа, продолжателя дела отца, академика П.И. Мельникова, выдающегося ученого, поэта-философа, главы большого семейства, то есть за тобой, родной наш В.П.!

Что такое вечная мерзлота, в теплом Париже понять практически невозможно. Но, по счастью, некоторые члены нашей команды имели возможность пожить на Севере и теперь со знанием дела объясняют нежным французам, что такое -60 по Цельсию.

Но Франция и Тюмень каким-то необъяснимым образом пересеклись в одной точке, а именно в твоём гостеприимном поместье. Его хозяин-франкофил, посвятивший жизнь Сибири, – на самом деле отличный сюжет для закрученного романа.

«Русский очевидец» не раз брал у тебя интервью. Благодаря твоим подробным, содержательным рассказам наши читатели узнали о криосфере Земли, о проблемах в Арктике, о том, что 65 % территории России заняты вечной мерзлотой и что на нашей планете этого «вечного льда» еще не так много по сравнению с другими небесными телами.

Редакция вместе с интернавтами дивилась на твои заявления о том, что лед является регулятором климата, что тот же лед – вещество с водородной связью – более древнее образование, чем вода и даже что стрекоза старше динозавра.

А вот еще любопытный пассаж из интервью 2012 года: «Существуют громадные риски, которые сопровождают строителей, освоителей Крайнего Севера. Эти люди не столь вооружены знаниями, как ученые, и потому зачастую продолжают проектировать свои объекты так, как будто там нет мерзлоты» («Русский очевидец», «Арктика и углероды», 31 мая 2012 г.).

Звучит как никогда актуально.

Кажется, мы только отмечали другую круглую дату. Тогда еще половины твоих отпрысков не было и, может, даже и не предполагалось. А вот уж 20 лет промелькнули, и ты разбогател еще на половину потомства и томик новых стихов и поэм.

Промчатся незаметно еще 20 лет, и мы отметим твой совсем круглый юбилей.

Будут новые научные поиски, гипотезы и открытия. Без них твоя жизнь просто немислима.

Мы желаем тебе обретать все новые удивительные знания и с их помощью становиться сильнее и могучее!

А Сибирь и сибирское здоровье обязаны помочь!



ЯКУНИНА ЕЛЕНА ЕГОРОВНА

Основатель и главный редактор
газеты «Русский очевидец» (Франция),
журналист

*Поздравляем, обнимаем, целуем, любим!
Редакция «Русского очевидца» и все Якунины*

*Уважаемый господин Академик,
дорогой Владимир Павлович!*

С Юбилеем!

*Прими поздравления и пожелания всего самого
хорошего, светлого, радостного
из давнего, но, верим, не забытого тобой
прекрасного прошлого –
из дней нашей общей юности.*

Долгия лета тебе, Вовуля!

05.07.2020

*Девочки РФ-57-2: Таня Данилова,
Света Войтеха,
Гуля Диярова,
Галка Максимова
и примкнувшая к ним Н.Тимофеева*



*Старый МГРИ на Моховой
будет всегда стоять!*

*Владимир Павлович Мельников – звучит
сильно, звучит монументально, звучит гордо!
Но при этом вызывает улыбку.*

Я еще принадлежу к старому формату людей советской школы интеллигенции, которые ценят возможность общаться с учеными людьми, которые знают, что такое уважение, признание заслуг, почитание человеческих и жизненных принципов, достоинств, что такое ответственность, возможность быть в чем-то полезным.

Кто для меня Владимир Павлович? В-первых, учитель, учитель не в научной сфере, а в жизни, в житейских делах, если хотите, человек, который своим примером показывает, как нужно работать, любить свое дело и относиться к жизни: немного несерьезно, «легко-мысленно». Как нужно жить и планировать, чем ты будешь заниматься после 100 лет.

Когда он рассказывает истории из своей биографии, время удлиняется на несколько часов. И эти истории у него не заканчиваются. Каждый раз ты удивляешься открывшимся новым событиям в жизни этого удивительного человека.

Помните фильм «Форрест Гамп»: человек, сидящий на скамейке и ожидавший автобуса, на самом деле поучаствовал в величайших моментах мировой истории. Вот это про Мельникова. Каждый раз удивляешься, что он был сопричастен к одному, второму, третьему событию в истории страны.

Что я ценю и чему учусь у Владимира Павловича? Это оптимизм, неукротимая любовь к жизни во всех ее проявлениях, любовь к творчеству, созиданию прекрасного, путешествиям, языкам, открытиям.

Второе погружение в свое детище, сопереживание за труд, за дело, которому посвятил не одну жизнь, за науку, которая переживает не самые лучшие времена, за будущее поколений, за страну.

Знакомство с В.П. – это знаковое событие в моей жизни, я искренне ценю наше общение и желаю ему быть для нас примером ближайшие 20 лет, чувствовать себя бодро и молодо. Потом встретимся и разберем, какие дела он запланировал на после ста.

*Директор филиала инвестиционно-
управляющей компании QBF в Тюмени
Дмитрий Рыков,
почитатель стихов В.П. Мельникова*

К юбилею академика В.П. Мельникова

Моя первая встреча с Владимиром Павловичем была в конце мая 2000 года в Москве во время общего собрания Отделения наук о Земле РАН. Я тогда неудачно участвовал в выборах в члены-корреспонденты по вакансии Сибирского отделения, а Владимир Павлович на тех выборах был избран академиком. Я уже не помню точно, кто нас тогда познакомил, но помню, что у нас был короткий разговор о работе в арктической зоне Канады, куда я собирался отправиться для продолжения работ на открытом нами месторождении алмазов с нестандартной геометрией рудного тела. Потом у нас были другие короткие встречи и в Москве, и в Новосибирске, Владимир Павлович был интересен мне своеобразием подхода к актуальным тогда проблемам и вопросам жизни внутри академии и Сибирского отделения, интерпретацией вариантов их решения.

Ближе и сошлись мы, и подружились в 2010 году, когда мы вдвоем с В.Д. Ермаковым приехали к Владимиру Павловичу в Тюмень на его 70-летний юбилей. Скажу честно, у меня был тогда совсем непростой период: закончился третий год на позиции директора Института геологии и минералогии СО РАН, а двумя годами раньше перед институтом резко обозначилась проблема поисков значительных объемов дополнительных средств – они нужны были для решения целого ряда насущных задач: ремонт обветшавших корпусов и находящегося в них оборудования, острая необходимость обновления вконец изношенного парка экспедиционного транспорта... Для этих целей нужны десятки миллионов на каждый год. Возможность решения проблемы я увидел в вовлечении института в выполнение масштабных госконтрактов по проектам Роснедр РФ. Мы последовательно выиграли конкурсы на два крупных проекта, и деньги в институт пошли, но вместе с ними пошла и критика авторитетных академиков нашего института, упрекавших меня в переводе академического института на платформу отраслевого. С одной стороны, научные показатели и финансовые возможности института заметно росли, с другой – примерно четверть сотрудников организации была плотно задействована в выполнении госконтрактов, что и было основанием критики в мой адрес. Вот этими проблемами я и поделился с Владимиром Павловичем. Он одним махом обрубил мои сомнения: развитие фундаментальных направлений, судя по показателям, не страдает, институт внешне и внутренне хорошо оборудован и оснащение обновляется – вот это главный результат, а то, что часть коллектива института, не слишком занятая в выполнении фундаментальных программ, нашла свое применение в выполнении важных и нужных для геологической отрасли страны проектов, приносящих пользу и институту, и участникам этих работ, – это здорово! Далее Владимир Павлович повез меня на предприятие, созданное по его инициативе и при участии Тюменского центра СО РАН. На этом предприятии были реализованы промышленные технологии строительства объектов нефте- и газодобычи, созданные



ПОХИЛЕНКО НИКОЛАЙ ПЕТРОВИЧ

**Научный руководитель Института геологии
и минералогии им. В.С. Соболева СО РАН,
заместитель председателя Сибирского отделения РАН,
академик РАН**

на основе фундаментальных результатов, полученных под его руководством по направлению закономерностей изменений в криосфере Земли при разнообразном техногенном воздействии на нее в широком диапазоне климатических условий. Он сказал тогда: «Ты то же самое делаешь – используешь полученные в институте новые результаты фундаментального характера в качестве базы развития и повышения надежности прогнозно-поисковых работ, и если не мы, получившие эти результаты, то кто другой сможет лучше сделать эту работу за нас?» Его позиция тогда была весьма серьезной поддержкой, и я ему за это тогда, да и сейчас благодарен, он здорово помог отогнать мои сомнения своим отношением к этой проблеме... Дальше, вплоть до сегодняшнего дня, наши нечастые встречи в Москве и Новосибирске давали возможность сверки позиций по волнующим нас вопросам на текущее время и простого дружеского общения, которое не только поднимало настроение, но и помогало упрощать отдельные проблемы нашей нынешней, совсем непростой жизни...



ГАНОПОЛЬСКИЙ МИХАИЛ ГРИГОРЬЕВИЧ

**Доктор философских наук,
главный научный сотрудник Института проблем освоения Севера ТюмНЦ СО РАН**

*Нас разделяет ведь всего пять лет –
так пусть подольше будем жить вдвогонку.
А коль счастливый вытащим билет,
то пить коньяк и даже самогонку.*

*Тогда не заржавеет наша мысль,
а сердца жар растопит криосферу.
Так что, Владимир Павлович, держись
и будь всегда в науке пионером!*

Волею судеб славный юбилей академика Владимира Павловича Мельникова совпал с празднованием в России 75-летия Победы в Великой Отечественной войне. На телевизионном канале «Культура» звучат стихи Константина Симонова «Жди меня», а в моей памяти всплывают воспоминания Владимира Павловича, как этот знаменитый советский поэт и писатель «приложил руку» к судьбе будущего ученого.

Отец юбиляра – выдающийся ученый, один из основателей общего и инженерного мерзлотоведения России, будущий академик Павел Иванович Мельников – обосновался в Якутии с 1940 года в связи с назначением руководителем Якутской научно-исследовательской мерзлотной станции Института мерзлотоведения им. В.А. Обручева АН СССР (впоследствии Институт мерзлотоведения СО АН СССР). Первая научная организация Академии наук СССР в Якутске и хлебосольная семья ее руководителя (в части хлебосольства ведущую роль играла мама юбиляра Елена Устиновна) привлекали многих знаменитых людей. Не миновал ее и Константин Симонов. Волей случая он был гостем Мельниковых в Якутске, когда решался вопрос, куда поступить Володе, только что получившему аттестат зрелости. Опытным взглядом оценил он отрока и рекомендовал отцу послать Володю в Москву: «Пусть он пробует свои силы в Москве и завтра же полетит со мной в столицу».

Младший Мельников реализовал выпавший ему шанс в полной мере: поступление, учеба, успешная аспирантура с защитой кандидатской диссертации в Московском геологоразведочном институте, работа там же в должности младшего, затем старшего научного сотрудника. Владимир Павлович блестяще использовал и дополнительные возможности повышения квалификации – полуторжественную стажировку по французскому языку в одном из лучших университетов на юге Франции – Монпелье и последовавшую двухлетнюю работу в Алжире преподавателем. В Якутск В.П. Мельников вернулся в 1973 году состоявшимся исследователем-геофизиком мирового класса, которому было что предъявить Ученому совету Института мерзлотоведения при назначении его на должность заведующего лабораторией.

Свой высокий научный уровень Владимир Павлович подтвердил в 1978 году блестящей защитой докторской диссертации. Со временем, однако, амбициозному ученому по ряду причин стало тесновато в родном учреждении, в т.ч. и потому, что институтом руководил его отец. Хотелось крупного самостоятельного дела. Именно таким делом в 1984 году стала организация Тюменского научного центра СО АН СССР, которую поручили возглавить молодому доктору наук руководителю Сибирского отделения академики В.А. Коптюг и А.А. Трофимук.

К тому времени, в соответствии с лаврентьевскими планами, было в основном завершено строительство в Новосибирске и заработал в полную силу первый академгородок. Сибирское отделение АН в соответствии с постановлением Правительства СССР возглавило суперпрограмму по комплексному освоению природных ресурсов и развитию производительных сил Сибири – программу «Сибирь». Для успешной реализации этой программы Президиум СО АН считал необходимым усилить филиалы отделения новыми институтами и создать на этой базе сеть периферийных научных центров во всех областных и краевых городах Сибири. Председатель Президиума Сибирского отделения АН СССР академик В.А. Коптюг считал эту задачу настолько важной, что сразу после своего вступления в должность (1 января 1980 г.) ввел в аппарате специальную должность ученого секретаря по периферическим научным центрам.

В важной для страны (а значит, и для Сибирского отделения АН) Тюменской области была сложная обстановка. Там работал целый ряд крупных отрас-

левых подразделений Мингео, Миннефтегазпрома и других союзных и республиканских ведомств и числился только один представитель Академии наук – замечательный ученый член-корреспондент АН СССР И.И. Нестеров, который возглавлял крупный отраслевой геологический институт. Тогдашнее высшее партийное руководство области в принципе считало излишним присутствие на Тюменской земле академической науки «... с ее теоретическими измышлениями!»

Академик А.А. Трофимук раз за разом организовывал визиты в Тюмень крупного научного начальства из Москвы и Новосибирска, но только академик В.А. Коптюг с его системной логикой и после «глубокого погружения» в проблемы нефтегазового Севера в 1984 году сумел убедить Г.П. Богомякова изменить отношение к академической науке. Посоветовавшись с Иваном Ивановичем Нестеровым, решили не отрывать его от успешно работающего трехтысячного коллектива геологов. Нужна была «свежая научная струя», имею в виду не просто хорошего ученого с широкими взглядами, но также успешного организатора и своего рода научного дипломата, умеющего убедить и настаивать, стать своим в сложном коллективе Тюменской администрации и Западно-Сибирского нефтегазового комплекса.

Таким человеком оказался руководству СО РАН молодой доктор наук из Института мерзлотоведения Владимир Павлович Мельников с хорошей научной и преподавательской родословной и биографией. Его отец Павел Иванович Мельников после некоторого раздумья согласился отпустить перспективного специалиста в Тюмень.

Академик А.А. Трофимук постарался обеспечить «посланцу» крепкие стартовые позиции: для начала в Тюмени было организовано выносное отделение Института геологии и геофизики СО АН СССР, а д. г.-м. н. В.П. Мельников был назначен его заведующим и заместителем директора ИГиГ по науке (т.е. самого академика А.А. Трофимука). Председатель Сибирского отделения академик В.А. Коптюг, в свою очередь, посоветовал Владимиру Павловичу при формировании научных подразделений руководствоваться принципами академика М.А. Лаврентьева: брать не человека под идею, а формировать подразделения под людей с идеями. При этом пообещал не ограничивать выделение ставок для ценных кадров.

Сейчас история становления и развития Тюменского научного центра хорошо известна. К сожалению, она писалась в сложный период нарастающего политического и экономического кризиса советской системы, ее развала и полукриминального становления нового капиталистического мира. Поэтому только В.А. Коптюгу и В.П. Мельникову было известно, какие сложные и рискованные решения приходилось иногда принимать для становления материально-технической базы научного центра. Вместе с тем Владимир Павлович, глубоко прочувствовав перспективность идей междисциплинарности,



**ЕРМИКОВ
ВАЛЕРИЙ ДМИТРИЕВИЧ**

**Консультант Института
геологии и минералогии
им. В.С. Соболева СО РАН**

соответствующим образом формировал научный коллектив вначале материнского Института проблем освоения Севера, а затем и других институтов Тюменского научного центра – Института криосферы Земли, Института механики многофазных систем (сегодня Тюменский филиал Института теоретической и прикладной механики им. С.А. Христиановича). Чуть позже к ним прибавился юридический отдел во главе с членом-корреспондентом М.И. Клеандровым (многие годы являвшимся судьей Конституционного суда РФ).

В результате в рекордно короткие сроки сложился успешно работающий компактный мультидисциплинарный научный коллектив, достойно представляющий академическую науку в ряду из 9 региональных научных центров СО РАН. Настолько достойно, что администрация области во времена губернаторства Л.Ю. Рокецкого организовала свою – Губернскую академию наук, президентом которой стал академик В.П. Мельников. К этому следует добавить, что Тюменский научный центр СО АН дал российской науке двух действительных членов АН СССР – РАН и двух членов-корреспондентов. Не плохой коэффициент эффективности.

Соответствующим образом развивалась и наука, которая лично интересовала В.П. Мельникова. Позволю себе привести несколько цитат из «Википедии»:

«... Основное направление научной деятельности – криология и исследования по новой парадигме криологии: криософия (система представлений о холодном мире)...

... Особую актуальность приобрели работы по динамике арктических и субарктических территорий в результате взаимодействия геосфер и широкого спектра воздействий техногенного характера.

Развиваемый В.П. Мельниковым ресурсный подход в криологии Земли и инициированные им работы по газогидратам существенно расширили современные представления об объекте исследования и получили международное признание. Особой страницей в междисциплинарных исследованиях стали криогенные регистраторы событий при археологических раскопках древних курганов Горного Алтая и Монголии.

Под руководством В.П. Мельникова проводятся исследования воздействия бактерий из древних мерзлых пород на современные биосистемы. Исследования показали позитивную роль холода и палеомикробиоты на укрепление иммунной системы и продолжительность жизни.

В.П. Мельниковым сформулированы основные принципы междисциплинарной системы представлений о холодном мире криософии: принцип криоразнообразия и криогенных ресурсов (явления, процессы и образования как важнейший фактор эволюции живого и костного вещества), принцип актуальности криосферы Земли».

Увидим, как приживется термин «криософия», но вполне очевидно, что плодами труда младшего академика в династии выдающихся ученых Мельниковых научная область мерзлотоведение, проходящая по разделу «география», стала междисциплинарной наукой, существенной составляющей криологии Земли.

Я рад поздравить Владимира Павловича со славным юбилеем! Я рад за него, за то, что он встречает этот юбилей в полном здравии и в хорошей научной форме. Рад за его симпатичное и многочисленное семейство!

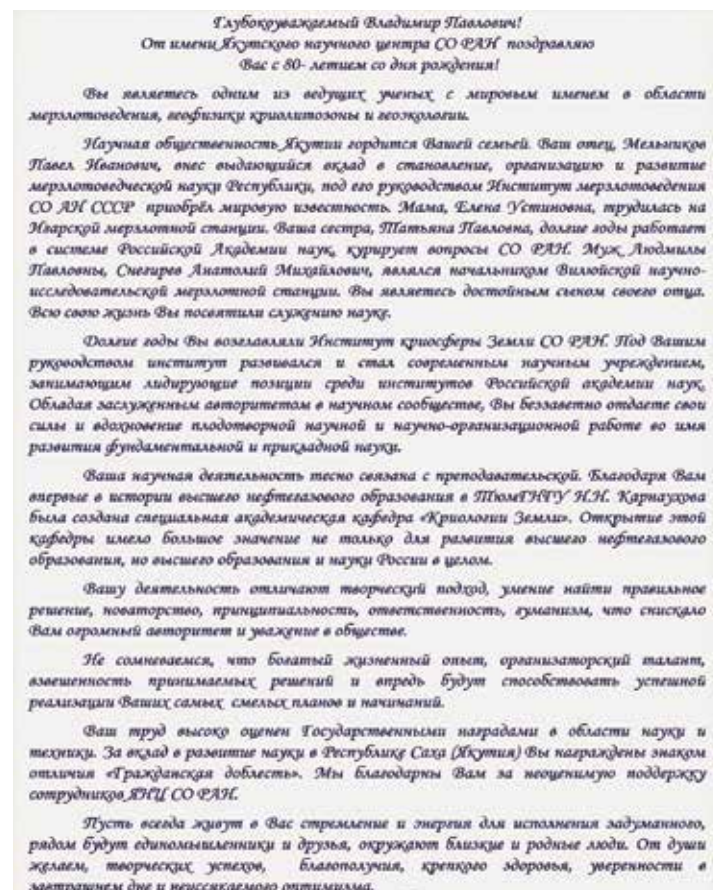
Я был знаком с его родителями Павлом Ивановичем и милой Еленой Устиновной. Много лет – с 1980 года – я проработал в творческом содружестве с Татьяной Павловной Мельниковой – легендарным представителем Сибирского отделения в Москве, «сестрой», «матерью» всех командировочных сибиряков, много сделавшей для Сибирского отделения АН в целом и для многих из нас лично.

Я глубоко благодарен судьбе за годы, которые довелось работать и дружить с семейством Мельниковых. Искренне считаю это счастьем моей жизни.



ЛЕБЕДЕВ МИХАИЛ ПЕТРОВИЧ

Председатель ЯНЦ СО РАН, член-корреспондент РАН





ФОМИН ВАСИЛИЙ МИХАЙЛОВИЧ

Академик РАН,
научный руководитель ИПТМ СО РАН,
заместитель председателя
Президиума СО РАН

В.П. Мельникову с любовью!

Академик В.П. Мельников – это фундаментальная наука в Тюмени.

И вот я в Тюмени. В центре нефтяной житницы нашей страны. Удивляет все: стремительное изменение к лучшему в самом городе, но это не самое сильное удивление, т.к. за последние годы все города Сибири существенно похорошели и превратились в современные города с большими проспектами, лесопарковыми зонами и хорошими домами, но это не основное. Главное – дух нового, что принесла в город фундаментальная наука и современная промышленность, а это передать сложно. Это лекции школьникам и студентам, взаимодействие с промышленностью и даже обычные беседы и обмен мнениями, к которым привыкла наука. Все это стало развиваться с организацией первого в Тюменской области академического института мультидисциплинарного профиля. Институту и городу Тюмени повезло, что директором был назначен тогда молодой, талантливый ученый Владимир Павлович Мельников. Рос институт, рождались новые научные подразделения, создавались новые и модернизировались кафедры в университетах города. Появился научный дух в городе, что нельзя измерить никакими показателями. Он есть или его нет. Это все деятельность В.П. Мельникова и его сподвижников. Академия наук страны деятельность ученого В.П. Мельникова высоко оценила, выбрав его сна-

чала членом-корреспондентом, а затем академиком Российской академии наук.

Стоит немного поговорить о жизни, как она создавалась. Если на нее посмотреть сейчас, то может показаться, что все было просто и легко. А это на самом деле не так. Была борьба за становление своих взглядов на развитие науки о холоде и других смежных направлений. Все это необходимо отстаивать в высоких кабинетах власти, психология которых была проста: мы богатые и можем все купить, а заводить своих «умников» всегда много хлопот и проблем. Слабый человек поступил бы проще – остался в институте под крылом известного ученого отца и затем через некоторое время занял его место. История не знает сслагательных наклонений, и судьбу В.П. Мельникова решил другой великий человек СО РАН – академик В.А. Коптюг. Я думаю, что он прекрасно понимал, что двух талантливых ученых нужно развести и дать творить самостоятельно на пользу страны. В это время промышленность страны научилась бурить скважины, строить дома и города на вечной мерзлоте, но жизнь выдвигала новые проблемы, для которых необходимы новая наука и молодые исполнители. Россия – одно из государств, жизнедеятельность которого происходит в условиях криосферы Земли, когда по термодинамическим условиям среда может находиться сразу в трех агрегатных состояниях: твердом (льды, газогидраты), жидком и газообразном. Поэтому проблемы природопользования нашей страны в условиях криосферы – специфика отечественной науки и всей жизни Севера.

Итак, В.А. Коптюг предложил молодому ученому возглавить сначала филиал института геологии и геофизики в городе Тюмени с последующим преобразованием в институт. В Тюмени отделение не имело ни одного квадратного метра площади, а делиться своей никто не желал. Так начиналась жизнь, пока в 1985 году не вышло постановление ЦК КПСС и Совета Министров СССР о создании в Тюмени первого академического института. Дальше все стало чуть легче, но трудностей не убавилось, т.к. существенно увеличились и проблемы. Сегодня молодые ученые думают, что раньше все было просто и легко, но это, как мы видим, не так. Все давалось большим трудом руководителя, тогда еще не академика В.П. Мельникова.

Вот уже более трети века В.П. Мельников успешно занимается организацией академической деятельности в Тюменской области. Может показаться, что он чиновник, а не ученый. Но это совершенно не так. Хороший ученый всегда может быть хорошим чиновником, а вот хороший (исполнительный) чиновник не всегда может

быть хорошим ученым. Сочетание этих двух качеств – это дар божий, который имеет Владимир Павлович, и не всем он дан. Хороший чиновник, когда приходит во власть (на любом уровне), должен приходить со своей идеей, которую он и пытается осуществить, приобретая при этом друзей, поддерживающих его идею, или врагов, несогласных с идеей и всеми силами мешающих ее осуществлению. Это было и будет всегда, иначе движение остановится. Таким образом, чиновник без идеи – это просто исполнитель, и часто плохой. Как мы видим, академик В.П. Мельников пришел в Тюмень с идеей – обособование и развитие концепции криосферы Земли как среды жизнеобеспечения не только в нашей стране, но и во всем мире, где есть вечная мерзлота. Это междисциплинарные исследования, объединяющие многие науки от естественных до гуманитарных. Как это удалось сделать В.П. Мельникову, мы видим на развитии академической науки в Тюмени как базового элемента процесса формирования инновационной экономики в области. Особой заслугой В.П. Мельникова является создание условий для научного творчества сотрудников. Стали появляться молодые доктора наук, а это штучный продукт, и он просто так не появляется, для этого нужны хорошие условия и хорошая наука.

Перечислять все регалии, которые имеет академик В.П. Мельников, нет смысла, но вот от общения с Владимиром Павловичем всегда приобретаешь что-то новое, что требует дальнейших осмысливаний. Это могут быть лед, вода в различных ее проявлениях, газогидраты, и как они формируются, и как их разрабатывать в промышленных масштабах, не «обижая» при этом микроорганизмы, и многое другое. С ним всегда есть о чем поговорить, будь то научные проблемы или обычные жизненные, а иногда и просто бытовые. В своей жизни он видел много и пережил несколько эпох от Советского Союза до современной России, и ему есть что сравнивать, что критиковать, а что ценить. Во все времена он был увлечен работой и наукой, что позволило ему иметь и отстаивать свое мнение, которое, как показала история, было правильным.

Итак, Владимиру Павловичу сейчас исполняется 80 лет, которые он встречает полным сил и энергии, созидательного трудолюбия в сочетании с активной творческой энергией, целеустремленностью и настойчивостью в достижении поставленных целей. От всей души желаю благополучия, успехов в реализации всех планов на благо Тюменской области, своих близких и дорогих Вам людей. Доброго Вам здоровья, счастья, радости в этой непростой жизни и новых стихов, которыми Вы радуете душу.

У Вас, Владимир Павлович, в саду цветут жасмины – цари кустарников. По изяществу, форме, окраске прекрасные воздушные цветы с чистыми и яркими тонами, с безграничными оттенками могут сравниться лишь с розами. Кажется, что цветочки заглядывают в глаза восхищенных людей, как бы спрашивая: «Хороши ли мы?», и, найдя ответ, удовлетворенно покачивают своими лепестками, издавая тонкие и нежные звуки. Сливаясь и сочетаясь между собой, эти звуки создают музыку цветка, которую не сразу услышишь и поймешь. Удивительно, как много может быть дано природой одному растению!

Точно так же, как жасмин, те слова, которые Вы, Владимир Павлович, умело и талантливо сочетаете, превращаются в прекрасную музыку стихов. Стихи – то грустные, с нотами трагичности, то веселые, сказочные или забавные, с элементами игры, но обязательно талантливые и неповторимые – будоражат ум и сердце, заставляют то задуматься, затосковать, вспомнить что-то свое, сокровенное, а то улыбнуться или обрадоваться...

Мы узнали Вас изначально как Поэта, как мужа моей подруги, хотя нет... мы, конечно, знали,

что Владимир Павлович академик и имеет огромное признание в научном сообществе, но в жизни Вы совсем другой... очень простой в своих размышлениях о жизни и тем самым интересный, и Ваш шарм и талант собеседника не отпускают, а, наоборот, уведоют в самые разные темы. Это как путешествие в мир глубокого и непознанного океана. Мы много провели разговоров за бокалом красного вина, встречая даже рассветы нашими семьями.

Прочитав раз, возвращаясь к Вашим стихам снова и снова, каждый раз находя что-то новое, незамеченное ранее, при этом восторг, который испытываешь, сравним по эмоциональной силе с чарующими звуками волшебной музыки.

Можно ли, полюбив стихи Поэта, остаться равнодушным к нему самому, к его личности? Думаю, что нет. Когда знакомишься с мыслями, переживаниями, которыми Вы делитесь в своих стихах, воображение рисует образ, сначала зыбкий и нечеткий, но затем все более наполняемый определенными чертами. Образ-мечта, образ-фантазия, который иногда бывает весьма далек от реальности, но так привлекателен, что его трудно не полюбить.

Можно ли понять внутренний мир самого Поэта через его стихи? А можно ли понять шаровую молнию, которая, не тронув одного, оставив целым и невредимым, другого опалит, сожжет, разбросает его чувства, мысли, а потом вновь соберет все по частям? И вот на мир уже смотришь иными глазами, глазами Поэта, видишь то, на что раньше не обращал внимания.

Нужны ли Поэту слова признания, слова восхваления? Думаем, что да!

Но если Поэт не будет знать, нравятся ли его стихи, востребованы ли они, то есть если не будет обратной связи с нами, с читателями, как творить Поэту, для кого и зачем?

Спасибо Вам, дорогой наш Владимир Павлович, за Ваше слово, за Вашу душу, за Ваш пронзительный ум, за тонкое чувство юмора, за юношеское хулиганство, за простоту и за незримое величие, за то, что Вы есть в нашей жизни!!!

*С глубоким уважением,
Дроздовы, Гуцины, Раковы, Беляевы*

НАГРАДЫ



АКАДЕМИК, СЫН АКАДЕМИКА

Климовский И.В.
к. г. н., ветеран СО РАН,
ведущий научный сотрудник
Института мерзлотоведения
СО РАН им. П.И. Мельникова

Научная общественность России в декабре текущего года будет отмечать 60-летие одного из самых молодых институтов в системе геолого-географических наук – Института мерзлотоведения им. П.И. Мельникова СО РАН, созданного на базе Северо-Восточного отделения института мерзлотоведения АН СССР им. В.А. Обручева в связи с его реорганизацией, а точнее – ликвидацией. Таким образом, в силу сложившихся обстоятельств Якутия стала историческим местом рождения в Сибири будущего флагмана отечественного мерзлотоведения. Директором был назначен к. г.-м. н. П.И. Мельников – его создатель, будущий (1981) действительный член АН СССР.

Так сложились обстоятельства, что сын Павла Ивановича Владимир, 80-летний юбилей которого отмечается тоже в 2020 году, появился в утробе Елены Устиновны Мельниковой в год принятия решения о создании первого института мерзлотоведения имени Обручева (1939) в Москве, когда еще был жив основоположник мерзлотоведения Михаил Иванович Сумгин. Редкое совпадение, но Владимир Павлович оказался ровесником официальной институтизированной академической науки мерзлотоведения и юным современником практически большинства ее

основателей: В.И. Вернадского, В.А. Обручева, М.И. Сумгина, В. Кудрявцева, В. Яновского, П.И. Колоскова, П.Ф. Швецова, Шумского, И.А. Тютюнова, Н.А. Цытович и некоторых других – могучей кучки, заложившей основы нашей науки. Многих из них юный Вовка «подслушивал» во время их застольных разговоров, заряжаясь мыслями из дискуссий и академическим духом.



*В.П. Мельников, звеньевой
в пионерском лагере. Артек, 1951 г.*

Являясь реальным участником и свидетелем многих мероприятий «времен давно минувших», хочу поделиться своими воспоминаниями и впечатлениями поры становления геолого-географической науки, в которой самое активное участие принимали В.П. Мельников и молодые специалисты, пришедшие в науку по «Мельниковскому призыву» [Климовский, 2010].

Прежде всего, приятно осознавать, что мы с ним – «единоверцы», якутяне. Владимир Павлович появился в Якутске

в шестилетнем возрасте в окрестностях южной пригородной части урочища Сергелях, там, где сейчас находится научный городок ИМЗ СО РАН. В далеком 1940 году здесь располагалось несколько деревянных строений Якутской научно-исследовательской базы. Местом же появления на свет меня (1934) было урочище Хатынг-Юрях в северо-западной части пригорода. В общем, мы оба аборигены, поклонники прекраснейшей природы долины реки Лены с романтическим названием Туймаада. Места наших обитаний разделяли всего 10 километров, но преодолеть их в детстве при полном отсутствии общественного транспорта было невозможно. Мое детство прошло в среде сверстников якутов (сах). В городе преобладало население титульной национальности. У Володи количественно детское сообщество было очень скромным. Чаще всего игры, развлечения и приключения на природе он разделял с детьми первого из народов саха мерзлотоведа Г.О. Лукина, ученика и одного из первых аспирантов М.И. Сумгина.

Мерзлотная станция располагала подземной лабораторией, расположенной в мерзлых горных породах на глубине около 10 метров и буквально в шагах от дома семьи П.И. Мельникова. Безусловно, любознательный Володя посещал ее регулярно, спускаясь по хозяйственным делам. В отдельных камерах в подземке хранились запасы питьевого льда и некоторые продукты. Таким образом, еще школьником Володя имел общие представления о вечной мерзло-

те, уникальном природном явлении, названным Вельминой «сибирским сфинксом». Его холодное дыхание Владимир ощутил впервые в 1946 году.

Мое знакомство с вечной мерзлотой состоялось к совершеннолетию, в 1952 году.

По окончании 8-го и 9-го классов в летние месяцы я работал вожатым в пионерском лагере «Дружба», расположенном недалеко от мерзлотной станции. В 1950 году мною для ребят была организована экскурсия к ученым. Нас встретил и провел популярную беседу инженер Г.О. Лукин, сосед семьи Мельниковых по проживанию. Встретиться с будущим академиком не посчастливилось! Встреча состоялась только в начале лета 1956 года во время работ Вилуйской комплексной экспедиции ИМЗ АН СССР, в составе которой трудились и сотрудники Якутской мерзлотной станции. Как поощрение за хорошее окончание 9-го класса и получение паспорта родители «наградили» его участием в работе экспедиции. Так Владимир оказался на ее базе в поселке Мухтуя (ныне город Ленск). Туда прибыли и московские сотрудники; их значительную часть составили студенты-практиканты различных вузов Москвы (большинство – МГУшники). В числе их оказался я и еще четыре моих сокурсника с разных кафедр географического факультета. Один из них, Г.Ф. Гравис, по окончании университета (1957) был распределен в систему АН СССР и оказался в Якутске. Так исторически были определены место и время нашего знакомства, изменить которые было уже нельзя.

В составе экспедиции было несколько небольших отрядов и лабораторных групп, работающих по основ-

ным проблемам и темам внутреннего плана научно-исследовательских работ и конкретных заданий проектно-изыскательских организаций. С Владимиром мы попали в разные отряды: я в инженерно-геологический на трассу по просеке дороги поселок Ленск – поселок Новый. Он попал в теплофизический отряд, в программу которого входили и геофизические исследования (в основном изучение электрофизических свойств мерзлых горных пород). Эти исследования были сосредоточены на опытных полигонах в пределах речных террас и пойм рек Иреляха и Малая Ботуобия, аллювиальные отложения которых разведывались и опробовались в первую очередь.

Следует отметить, что после открытия алмазной трубки «Мир» в 1955 году наша экспедиция была первой академической, параллельно проводившей изыскания под строительство поселка, затем ставшего городом Мирным.

По окончании полевых работ (сентябрь месяц) мы оба отправились в Якутск. Володя возвращался домой, а я – на побывку к матушке, которая не видела меня уже три года. Поездка на родину была обозначена начальником экспедиции И.А. Тютюновым как поощрение за «хорошую работу».

В следующем, 1957 году, сдав вступительные экзамены, В.П. Мельников стал студентом МГРИ (Московского геологоразведочного института) – одного из престижных вузов страны геологического профиля, а я, осилив досрочно экзамены очередной сессии, уже в мае отправился на дипломную практику в составе геологической экспедиции Мингео СССР в Арктическую Якутию (Булунский район на арктическом побережье с базой в поселке Тикси).

В 1958 году по окончании обучения в университете, по приглашению АН СССР я стал сотрудником ЯНИМС, а Владимир до 1962 года продолжал грызть гранит науки во МГРИ. В Якутии он объявился только в 1969 году, уже кандидатом технических наук, где проводил хоздоговорные работы с ИМЗ, создав стационарные установки вертикального электрического зондирования для изучения изменчивости физических свойств мерзлоты в течение года (кстати, эти результаты раскрыли некоторые тайны для геофизиков, не подозревавших, что подобная изменчивость существует в экваториальной части планеты в зоне муссонного климата).

После защиты кандидатской диссертации ректор МГРИ Лобанов пригласил Володю на разговор по поводу намерений направить его на преподавательскую работу в вуз Алжира или Гвинеи, с которыми у МГРИ уже были подписаны соглашения о сотрудничестве. Поинтересовавшись тем, дружит ли претендент с французским языком, и получив отрицательный ответ, он подписал приказ об освобождении Мельникова от работы на кафедре геофизики в связи с направлением его на 10-месячные курсы французского языка в Институт иностранных языков им. Мориса Тореза.

Перед отъездом из Якутска он со своим отрядом провел исследования в верховьях реки Татты, по которым вскоре появилась интересная публикация по оконтуриванию и параметрам полигонально-жильных льдов. Позднее там продолжились геофизические работы с «магниткой», «гравийкой» его аспирантом А. Лобановым и защищена кандидатская диссертация (А. Лобанов вместе с В.П. тоже преподавал в Алжире).



Полевые работы, 1974 г.



Конференция в Ямбурге, 1989 г.



*Молодой П.И. Мельников.
Экспедиция, Забайкалье, 1932 г.*



*Прогулка по р. Лене
во время конференции.
Якутск, 1973 г.*



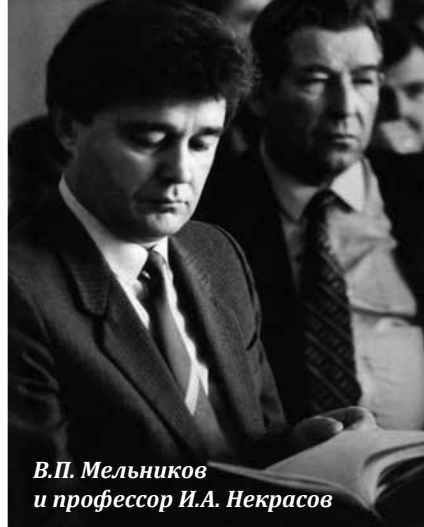
Конференция в Ямбурге, 1989 г.



Л.М. Альпин в экспедиции в Якутии, 1970 г.



Целина. Кустанайская область, 1958 г.



*В.П. Мельников
и профессор И.А. Некрасов*



Ежегодная Пушкинская конференция, 1990-е гг.



*Н.И. Толстихин, М.И. Сумгин
с коллегами, 1930-е гг.*



*Академики Н.В. Черский,
П.И. Мельников и Ю.А. Косыгин, 1980-е гг.*



*С Павлом Ивановичем.
Новосибирск, СО РАН, 1986 г.*



*Выездная сессия секции наук о Земле, Хорог.
Горно-Бадахшанская АО Таджикской ССР, 1988 г.*

В начале 80-х годов СО РАН обратило внимание на состояние науки в Западной Сибири, особенно в районах развития нефтегазовой промышленности в Тюменской области: отмечалось заметное расширение научной инфраструктуры, создание научно-производственных баз и стационаров. В 1984 году в Тюмени был создан Институт проблем освоения Севера (ИПОС). Возглавить новое «детище» был приглашен молодой д. г-м. н. В.П. Мельников, который в это время уже более 12 лет занимался в институте мерзлотоведения СО РАН серьезными проблемами в геофизических поисковых направлениях в созданной им лаборатории. За короткий срок он сумел развернуть лабораторные и полевые экспериментальные исследования, часть из них проводилась на специально оборудованных стационарах творческими группами.

Активно Владимир Павлович курировал исследования по геофизической тематике на Вилуйской мерзлотной станции. Работы геофизиков до сих пор являются одним из основных направлений в Чернышевске.

Коллективу института трудно было расставаться с Владимиром Павловичем, который так органично, легко и энергично влился в его состав, был принят с душевной теплотой, словом – пришелся ко двору в хорошем смысле этого народного, философского, мудрого изречения.

Вот уже более 35 лет Владимир Павлович возглавляет геокриологические исследования в Западной Сибири. Но руководит ими и по всей России, т.к. возглавляет Научный совет по криологии Земли при РАН и принимает самое активное участие в организации и проведении совместных с зарубежны-

ми коллегами исследований по многим международным программам и двухсторонним соглашениям.

За годы работы в Тюмени В.П. Мельников показал себя не только как ведущий ученый-геокриолог, лидер науки, но и как талантливый и опытный стратег – организатор научного процесса. Он является создателем целого ряда научных структурных подразделений в нескольких академических институтах, а также в крупных ведомственных и производственных организациях и университетах Тюмени.

Время быстротечно. Шестьдесят четыре года отделяют меня от того памятного момента, когда в солнечный день на берегу великой сибирской реки Лены крепким мужским рукопожатием я и Владимир Павлович зафиксировали факт начала нашего дружеского общения и творческого содружества в деле, в которое мы влюблены и которому преданы до сих пор. Заканчивая свои воспоминания о коллеге, мне хочется сказать о нем несколько слов как о простом, обыкновенном человеке и гражданине.

Удивительная научная карьера, напряженный, ответственный труд не изменили отношения Владимира Павловича к критериям и принципам организации самой жизни и осуществлению с энтузиазмом и с романтическим настроем профессиональной деятельности.

Следует отметить, что за прошедшие десятилетия в нем сохранились все общечеловеческие достоинства в их гражданском понимании: доброта и внимание, толерантность, способность оперативно реагировать на просьбы и проблемы окружающих его соотечественников.

Ретроспективно перебирая в памяти годы совместного существования

в профессиональной деятельности, семьях, жилищно-бытовых условиях, особенно в первые годы проживания в Якутии, следует сказать, что мы преодолевали их с юношеским максимализмом, беспредельным энтузиазмом и боевым задором. Ведь тогда нам было всего чуть больше 30 лет. Мы так умело и рационально распределяли свое время, что каждый из нас ухитрялся выкроить время для отдыха и проводить его с пользой для семьи. Многие имели личное хобби (огороды, дачи, автомобили). Большая часть мужской молодежи отдавала предпочтение сезонной охоте. Мы с Владимиром Павловичем всегда включались в бригады охотников-любителей и в отведенное сезоном время (весна, осень) пропадали 10–12 дней в тайге в долине реки Кенкеме, где охотились на боровую дичь, уток и зайцев. Иногда удавалось приобретать лицензии на отстрел копытных: лося и косуль. Я лично, говоря откровенно, был заядлым охотником, но как стрелок считался середнячком, т.к. на охоте добывал дичь на уровне среднего балла – чуть меньше, чуть больше. Вот Владимир Павлович отличался меткостью стрельбы и входил в тройку «снайперов», особенно по летающим, живым мишеням (водоплавающим).

Обычно мы охотились на междуречье реки Лены и ее левых притоков. Но иногда, в зависимости от природных условий, охоту приходилось переносить на острова реки Лены и ее крупнейшего притока – Алдана. В таких случаях охота совмещалась с рыбалкой.

Быт на отдыхе был организован по принципу коммуны. Строго соблюдался режим мероприятий каждого дня. Исполнение бытовых забот (обеспечение топливом, водой и самое главное – организация двух-трехразового питания).

Мы всегда с нетерпением ждали дня, когда же наступит день дежурства Владимира Павловича. Он великолепно готовил и первые, и вторые блюда. Он ухитрялся из нырковой породы уток (как известно, они всегда имеют запах протухшей рыбы) готовить отменный гуляш, жаркое и рагу. Пальчики оближешь. Невероятный вкус, и никакого запаха! Однако рецепта приготовления великолепного по вкусу блюда будущий академик не раскрывал. Он только уведомлял проголодавшихся охотников, что чаще всего в приготовлении мясных блюд он предпочитает гагару и крохалю, т.к. они крупнее других. Если бы Владимир Павлович не стал академиком, он вполне мог избрать профессию «общепита» и стать шеф-поваром высшего разряда в пятизвездочном ресторане «Прага» или «Метрополь».

Однако он пошел по пути отца, достиг выдающихся результатов в науке – организационной деятельности в области отечественного мерзлотоведения, пока еще относящегося к категории естественных наук, и оказался вторым академиком-мерзлотоведом с фамилией Мельников.

Оба академика (отец и сын) прошли долгий путь с самых низов научного творчества до высокого уровня в стране, которая на протяжении их жизни пережила чрезвычайно сложные, противоречивые государственно-структурные, политические и экономические перемены и трансформации. Внутренняя ситуация в стране многие годы в отдельные периоды осложнялась и внешнеполитическими факторами (обычно экономического и военного фактора).

Просмотр приведенных выше сведений показывает, что Мельников (младший) резвее преодолевал ступени на тернистом пути восхождения к вершинам науки. Павел Иванович в организации науки находился в поиске до последнего дня своей активной жизни (86 лет; умер 21 июля 1994 года). Четверть века науку геокриологию возглавляет В.П. Мельников, который занимается ею уже 48 лет. Прилагая огромные усилия и энергию, базируясь на опыте своих предшественников, он сумел в труднейший период перестройки и трансформации всей внутривнутриполитической и экономической структуры нашего общества сохранить науку, дать ее развитию новый серьезный импульс!

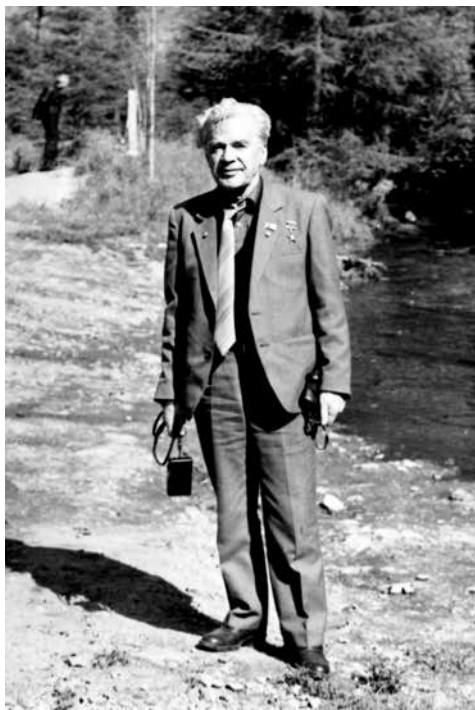
Вспоминая пути к вершинам науки и восхождение на ее олимп двух академиков Мельниковых: старшего (Павла Ивановича) и младшего (Владимира Павловича), я постарался просмотреть эти пути по временным отметкам основных событий и важных свершений. И вот что получилось:

Мельников П.И. (старший)

- 1927 (19 лет) – окончил Ленинградское военно-морское училище.
- 1935 (27 лет) – окончил Ленинградский горный институт и принят сотрудником в систему «Главсевморпути» (Игарка).
- 1939 (31 год) – переведен в научные сотрудники АН СССР из «Главсевморпути».
- 1947 (39 лет) – защитил кандидатскую диссертацию по геолого-минералогическим наукам.
- 1964 (56 лет) – защитил докторскую диссертацию по геолого-минералогическим наукам.



Встреча во время проведения реформы сельского хозяйства в Заводоуковском районе Тюменской области, 1991 г.



П.И. Мельников.
Хорог, Горно-Бадахшанская АО
Таджикской ССР, 1988 г.



Алма-Ата, 1980-е гг.

- 1968 (60 лет) – избран членом-корреспондентом АН СССР по отделению наук о Земле по специальности «геофизика».
- 1981 (73 года) – избран действительным членом АН СССР по отделению океанологии, физики атмосферы и географии; специализация: геология, геокриология, геофизика.

Мельников В.П. (младший)

- 1956 (16 лет) – школьник 9-го класса участвовал в работах Виллюйской экспедиции (Якутия) от АН СССР).
- 1962 (22 года) – окончил МГРИ. Московский геолого-разведочный институт с дипломом инженера-геофизика.
- 1967 (27 лет) – защитил кандидатскую диссертацию (технические науки).
- 1978 (38 лет) – защитил докторскую диссертацию (геолого-минералогические науки).
- 1987 (47 лет) – избран членом-корреспондентом АН СССР по отделению наук о Земле; специализация: геокриология, геофизика криолитозоны.
- 2000 (59 лет) – избран действительным членом РАН по отделению наук о Земле; специализация: география, мерзлотоведение.

К настоящему времени в науке геокриологии за всю ее историю два действительных члена. Их могло быть больше на одного. В 2011 году ушел из жизни член-корреспондент АН РАН Вениамин Тихонович Балабаев – известный ученый-мерзлотовед один из ли-

деров теплофизического направления геофизических наук. Его научные труды известны не только в нашей стране, но и за рубежом, предоставляли серьезные обоснования для рекомендации его кандидатом на очередных выборах академиков.

Мне посчастливилось быть знакомым с многочисленной семьей двух академиков. Я с ними общался в Якутске, Москве, Тюмени. Могу ответственно заверить, что многие из них в той или иной степени участвовали в работах в системе учреждений Академии наук в разные периоды.

Прежде всего в списке ближайших родственников следует назвать дочь Татьяну Павловну – ветерана академической науки. Вот уже более 50 лет

она трудится в отдельных структурных подразделениях Аппарата Президиума РАН.

В коллективах ИМЗ СО РАН в разное время в лабораториях, на стационарах и даже в экспедициях трудились старшая дочь Людмила Павловна, ее муж А.М. Снегирёв и сын Андрей. Сестра Павла Ивановича Тамара и племянница Майя работали в Алдане в поселке Чернышевском и Якутске. Можно смело назвать их всех династией Мельниковых, которая в «услужении» науке уже 90 лет – почти век!

В ряде естественных наук нашей страны за многовековую историю ее существования сформировались многие семейные династии. Например, Обручевы. Думается, что со временем род

Мельниковых будет одной из достойнейших династий России.

Заканчивая свое повествование о юбиларе, хочу сказать, что в обычной жизни Владимир Павлович являет собой образец личности достойной, интеллектуальной, великолепно организованной во всех сферах деятельности человечества – гражданина и патриота нашей родной России!

Несмотря на огромную занятость в научно-практической деятельности, участие в работе многочисленных общественных организаций в России и в зарубежных странах, Владимир Павлович ухитряется найти время для активного отдыха и даже для общения с музой поэзии, которая довольно часто посещает его обитель в Москве, Тюмени

и даже зарубежных странах. Его стихи большей частью лирического и гражданского звучания. Можно выделить стихи, написанные в стиле глубоких философских рассуждений. Значительная часть стихов поэта-лирика посвящена ученым по случаю их юбилейных и знаменательных событий! Многие из стихов написаны в стиле приемов гениальных сочинителей од Г.Р. Державина и М.В. Ломоносова; по содержанию все они профессионально ориентированы, но пропитаны легким юмором и веселой искренностью!

О Владимире Павловиче можно писать много, т.к. он в науке крупного масштаба. В юбилейный год он выглядит намного моложе, чем по официальной дате в паспорте. Это значит, что физическое, эмоциональное и психологическое состояние его «генома» в полном порядке. Он еще многие годы может возглавлять науку геофизику, оставаясь по-прежнему энтузиастом с юношеским задором, преданным и верным одной науке и постоянно влюбляющимся и влюбленным в саму жизнь со всеми ее составляющими компонентами.

Информация, изложенная в нашей публикации, лишний раз подтверждает глубокий философский смысл народного изречения (поговорки): «Яблоко от яблони недалеко падает».

ЛИТЕРАТУРА

1. Климовский И.В. «Мельниковский призыв». Якутская геофизическая научная школа (сфера исследований, результаты, люди) / И.В. Климовский; отв. ред. Р.В. Чжан, В.В. Шепелёв; Рос. акад. наук, Сиб. отд-ние, Институт мерзлотоведения им. П.И. Мельникова. Новосибирск: Гео, 2010. 236 с.



Торжественный вечер в филармонии, посвященный 70-летию Победы

ЛЕДОВЫЕ ОСОБЕННОСТИ АКУСТИЧЕСКОЙ И ЭЛЕКТРОМАГНИТНОЙ ЭМИССИИ: МУЗЫКА И ЭЛЕКТРОМУЗЫКА ЛЬДА

Головин Ю.И.

д. ф.-м. н., профессор,
заслуженный деятель науки РФ,
профессор химического факультета
МГУ им. М.В. Ломоносова,
директор Института
нанотехнологий и наноматериалов
Тамбовского государственного
университета им. Г.Р. Державина

Бузник В.М.

д. х. н., академик РАН, советник
генерального директора ВИАМ,
профессор Томского
государственного университета

Вы что-нибудь слышали о «шепчущих», «поющих», «кричащих» льдах? Речь в статье пойдет о собственном акустическом и электромагнитном излучении кристаллизующегося из воды, плавящегося, деформируемого и разрушающегося льда и возможностях использования этих пока недостаточно изученных явлений в диагностике его структуры и состояния, в мониторинге и оценке вероятности внезапного разрушения естественных и искусственных ледовых объектов.

О льде написаны десятки, если не сотни серьезных монографий, тысячи статей и еще больше популярных заметок и репортажей из Арктики, Антарктики, с высокогорных ледников, север-

ных озер и рек. Но знаем ли мы о нем достаточно, чтобы считать эти сведения исчерпывающими? Несмотря на то что лед – один из самых распространенных и доступных объектов в природе (он в больших количествах существует на Земле, есть и в телах Солнечной системы, и в космосе), он многолик, в нем таится еще много загадок, а его роль в жизни людей и потенциал в хозяйственной деятельности раскрыты и оценены не в полной мере [1–3].

Лед – это собирательное понятие, охватывающее громадное разнообразие субстанций и еще больше связанных с ними процессов. Лед может быть пресным и соленым, кристаллическим (само слово «кристалл» в греческом языке первоначально обозначало лед) и аморфным, сплошным монокристаллическим и пористым поликристаллическим, образовавшимся из воды или в процессе рекристаллизации снега, химически чистым или примесным, стерильным или содержащим различную биоту и т.д. Его структура и свойства в сильной степени зависят от происхождения, возраста и всей предыстории.

В отношении чистого льда и воды существует ряд физических вопросов, связанных с особенностями порядка/беспорядка в атомной структуре и полиморфизмом – многообразием возможного атомного строения. К настоящему времени одних только кристаллических фаз во льду обнаружено 18 и еще 3 – аморфных. На первый взгляд,

существование нескольких аморфных состояний кажется невозможным – каким образом могут реализовываться разные виды беспорядка? Но оказалось, что вследствие специфики устройства молекулы воды могут. При атмосферном давлении и температурах, которые встречаются в условиях Арктики, термодинамически равновесной является только одна из кристаллических фаз – гексагональный лед I_h (крайне малое количество кубического льда I_c присутствует в верхних слоях атмосферы, а лед XI в небольших количествах обнаружен в Антарктиде). Остальные фазы равновесны или при очень низких температурах, или при высоких давлениях, практически не встречающихся на поверхности Земли в естественных условиях. Однако это не препятствует возникновению и длительному существованию множества метастабильных состояний льда (например, в быстро переохлажденной воде, газовых гидратах и т.д.). В кристаллическом состоянии упорядоченными и образующими кристаллическую решетку являются только атомы кислорода, а атомы водорода – разупорядочены, но именно они и образуют водородные связи, формирующие атомарную структуру льда. Лед – единственное твердое тело, сформированное только водородными связями. В этом смысле он тоже уникальный материал. Следствием такого атомного строения являются не вполне

обычные термодинамические, электрические и оптические свойства этих структур [4–7].

Помимо природных объектов (морского и речного льда, ледников, айсбергов и др.) лед может создаваться искусственно и применяться как конструкционный материал. Он использовался многие столетия северными народами (эскимосами, якутами) при строительстве жилых и подсобных помещений. В настоящее время он применяется при строительстве: дорог-зимников; ледовых переправ; взлетно-посадочных полос; разгрузочных площадок; помещений (от складских ангаров и фортификационных сооружений до ледовых отелей); спортивных сооружений (катков, санно-бобслейных трасс); ледовых причалов и доков для ремонта судов; искусственных ледовых островов для буровых работ и др. Его роль в освоении арктических и холодных территорий возрастает в силу возможности его производства в местах эксплуатации, а потому исключается логистический фактор, требующий привоза материала из других регионов. При этом природа обеспечила северные регионы и сырьем (водой), и необходимой энергетикой (природный холод). В обычной жизни ко льду зачастую относятся как к злу, приводящему к оледенению поверхностей дорог и тротуаров (гололед) и технических сооружений, что может приводить к техногенным катастрофам и личным неприятностям. Очень важным для физики льда и особенно для практики является то, что в природных условиях он всегда находится при предплавильной температуре, лишь на единицы или доли процентов ниже точки плавления (в кельвинах), где все свойства становятся сильно зависимыми от температуры. Это очень

специфическая ситуация, редко встречающаяся в материаловедении других твердых материалов, используемых человеком (металлов, сплавов, керамик, полимеров, композитов) [8].

Морской лед в природе – это практически всегда композит, в котором сосуществуют в тех или иных пропорциях сам лед, твердые минеральные и органические примеси, а также жидкая и газообразная фазы. Вмороженные в лед примеси, пузырьки воздуха, элементы биоты в ледовом покрове Антарктиды подобны записывающему устройству, хранящему память об условиях на Земле сотни и тысячи лет тому назад. Анализ структуры и состава кернов льда с разной глубины, добытых при бурении ледников в Антарктиде, дает информацию об изменении климата на Земле и глобальных катастрофах на протяжении многих веков.

Подход к упрочнению льда путем армирования известен давно и, более того, использовался на практике. К примеру, до постройки Транссиба зимой в лед озера Байкал вмораживали деревянные шпалы, на них укладывали рельсы, по которым двигались вагоны. Во время Второй мировой войны изучалось упрочнение льда древесными опилками для создания плавучих взлетно-посадочных полос для авиации, зданий и других сооружений. Но реально композит, именуемый пайкеритом в честь инициатора исследований Джеффри Пайка, получил практическое применение лишь при сооружении ледового отеля в Финляндии и ледовых фигур в Китае. В последнее время опробованы новые армирующие материалы и способы их «вживления» в лед [9, 10] с целью выявления перспективных вариантов.

При всех достоинствах льда, он как конструкционный материал имеет и огра-

ничения, главное из которых – низкие прочностные показатели и хрупкость, ведущие к ненадежности и аварийности ледовых объектов. В этой связи необходимо углубленное изучение природы прочности и механизмов разрушения льда, поиск способов повышения его физико-механических свойств и постоянный мониторинг состояния ледовых сооружений.

Поскольку невозможно охватить в одной статье все многообразные проблемы, связанные с физикой, механикой и практикой использования льда и композитов на его основе, сосредоточимся лишь на некоторых достаточно изученных (хотя и не полностью) его свойствах и эффектах, которые могут помочь в реализации существующих планов практического освоения Арктики [11]. Речь пойдет о явлениях генерации акустических и электромагнитных волн в процессах кристаллизации льда из воды, таяния, пластической деформации при внешних нагрузках, зарождения и роста трещин в нем. Эти явления получили название акустической и электромагнитной эмиссии (АЭ и ЭМЭ соответственно) и начали интенсивно изучаться после Второй мировой войны.

Имея в виду тему настоящей статьи, можно вспомнить о некоторых легендах и историях в духе барона Мюнхгаузена, в частности, о возможности замораживания звуков давних героических событий (битв викингов, эпизодов охоты и т.п.) во льдах Арктики и последующего их прослушивания при оттаивании льда. В более близкое к нам время опубликован ряд серьезных статей, анализирующих акустические шумы тающих айсбергов и ледяных полей [12–14]. Существует даже музыкальное сообщество, призывающее загружать записи

этих шумов на специальный сайт [15], который призван напоминать людям о проблемах Арктики, а музыкантам давать творческий импульс и природную звуковую палитру для написания соответствующих экспериментальных музыкальных произведений.

Так что же в действительности можно узнать, регистрируя современными техническими средствами волны различной природы, испускаемые льдами при изменении их состояния под действием тех или иных факторов? И какую практическую пользу из этого можно извлечь?

Немного истории

Первые упоминания в научной литературе о «потрескивании» льда, регистрируемом «невооруженным ухом» при механических испытаниях, относятся к 1926 году, они описаны канадцем Брауном в техническом отчете физической лаборатории в Оттаве. В Мюнхене в конце 1940-х годов И. Кайзер применил для регистрации упругих волн, испускаемых нагруженным образцом, пьезодатчики и соответствующую электронную аппаратуру. Это позволило сделать анализ акустической эмиссии (АЭ) количественным инструментом исследования динамических процессов в нагруженных твердых телах. В 1960 году другой исследователь из Канады – Голд – впервые применил метод АЭ для регистрации акустических эффектов в деформируемом льду. В СССР первая книга по акустической эмиссии и ее разнообразным применениям [16] была подготовлена в 1976 году большими энтузиастами метода АЭ В.А. Грешниковым и Ю.Б. Дроботом (Хабаровский филиал ВНИИФТРИ). Ими были проведены первые систематические исследования АЭ в металлах и было налажено мелкосерийное про-

изводство необходимой специализированной аппаратуры. Так началась история изучения акустической эмиссии в различных материалах, искусственных и природных объектах, в т.ч. и ледовых. Впоследствии АЭ во льду и других материалах в России исследовали Ю.И. Болотин с соавторами (Институт горного дела ДВО РАН, Хабаровский федеральный исследовательский центр), В.П. Епифанов с соавторами (Институт проблем механики им. А.Ю. Ишлинского РАН), В.И. Соломатин, П.В. Чистяков с соавторами (МГУ им. М.В. Ломоносова), А.В. Марченко и Е.Б. Карулин с соавторами (Крыловский государственный научный центр в Санкт-Петербурге) и др.

Главные темы

К основным особенностям метода АЭ, которые отличают его от других подходов к неразрушающему контролю и привлекают специалистов различных отраслей, можно отнести: 1) отсутствие дополнительных средств активации излучения, кроме основной испытательной/эксплуатационной/естественной механической или тепловой нагрузки (т.е., с некоторой долей условности, регистрацию и анализ АЭ можно отнести к пассивным методам неразрушающего контроля); 2) в излучении упругих волн принимают участие не все дефекты, а только наиболее опасные для прочности – эволюционирующие, динамические; 3) источниками излучения/информации являются локальные области материала, окружающие развивающиеся дефекты, а не весь материал образца, что облегчает их обнаружение и оценку степени опасности. По мере того как развивались физические представления об источниках АЭ, совершенствовалась техника регистрации и обработки сигналов, накапливался объем осоз-

нанной и физически интерпретируемой информации об этих явлениях, увеличивалась и их информационная ценность. Со временем методы АЭ были включены в ГОСТы [17–19] и начали активно применяться для исследования динамики микроструктуры льда, как монокристаллического, полученного в лабораторных условиях [20], так и природного поликристаллического, пресноводного и морского льда [21–24].

На динамические электрические процессы с участием льда впервые обратили внимание Воркман и Рейнольдс, обнаружившие так называемый потенциал замерзания на межфазной границе вода/лед при кристаллизации последнего из переохлажденной воды [25]. В некоторых условиях роста кристаллов льда разность потенциалов на межфазной границе вода/лед может достигать нескольких десятков и даже сотен вольт! Всегда имеющиеся флуктуации формы фронта и скорости роста приводят к генерации переменного электромагнитного поля в пространстве вокруг растущего (а позже было обнаружено, что и плавящегося) льда. Электрические эффекты при деформации и разрушении льда в различных условиях были зарегистрированы и описаны в [26–29].

Итак, основные темы обзора – современное состояние исследований АЭ и ЭМЭ и возможности их развития для полезного использования в задачах освоения Арктики. Помимо прагматических целей, регистрация и анализ полифонической, мультиспектральной симфонии, исполняемой природными материалами и процессами на множестве инструментов, способны доставить и эстетическое удовольствие.

Природа и общие принципы регистрации акустической и электромагнитной эмиссии

Возможные источники АЭ и ЭМЭ во льду. Деформирование любых твердых тел сопровождается аккумулярованием внутренней энергии. На упругом участке ее плотность пропорциональна модулю Юнга и квадрату накопленной деформации. Таким образом, любая нагруженная система имеет повышенный термодинамический потенциал и непрерывно «ищет» способ его понизить. Препятствуют этому потенциальные барьеры той или иной природы, а способствуют релаксации упругой энергии тепловые флуктуации, вибрации, микросейсмика, облучение, локальный или общий нагрев.

По мере роста деформации и приближения к пределу текучести увеличивается вероятность зарождения и развития структурных дефектов (дислокаций, полос скольжения, двойников, пор, микротрещин), обеспечивающих частичную релаксацию упругой энергии. В реальных материалах и условиях структурные дефекты начинают образовываться задолго до наступления макроскопического предела текучести (что обычно называют микропластичностью). Существующие теоретические модели динамики дислокаций, двойников, микротрещин утверждают, что релаксационные явления с их участием имеют, как правило, скачкообразный характер вследствие образования лавин элементарных структурных дефектов, объединяющихся в микротрещины. Взаимодействие микротрещин приводит к их слиянию и образованию магистральной трещины, разрушающей объект. Эти сложные быстротекущие коллективные процессы в объеме

материала (их характерные времена лежат в очень широком диапазоне от 10^{-12} до 10^{-1} с) трудны для изучения и описания на физическом уровне. Однако их результаты вполне обнаружимы на поверхности объекта и легко могут быть зарегистрированы оптическими, тепловыми, радиотехническими, акустическими методами. Поскольку при этом в деформируемом образце генерируются всплески упругих волн, они легко могут быть зафиксированы с помощью пьезоэлектрических датчиков, записаны в память компьютера и впоследствии проанализированы (при наличии соответствующих математических моделей и программного обеспечения). Это явление, напоминающее землетрясение в масштабе лабораторного образца, и получило название акустической эмиссии (АЭ). Оно может служить источником информации о напряженном состоянии образца и происходящих в нем процессах дефектообразования, динамике роста микро- и макротрещин. В перспективе после тщательного изучения АЭ методы, использующие ее регистрацию и анализ, могут быть включены в комплекс средств прогнозирования деформационного поведения льда, его прочности и несущей способности.

Техника регистрации АЭ. В качестве первичных преобразователей упругих колебаний в тестируемом объекте в электрический сигнал используют пьезоэлектрические датчики той или иной конструкции. Датчики иного принципа действия используются очень редко ввиду более низкой чувствительности, сложности применения и т.д. Однако за высокую чувствительность приходится платить потерей качества и информативности сигнала. Как обычно, недостатки есть продолжение достоинств.

Основные трудности в использовании АЭ и пьезопреобразователей для характеристики материалов лежат в плоскости анализа и интерпретации акустических сигналов в терминах динамики и природы элементарных источников излучения. Откликом на единичное событие в объекте, которому отвечает одиночный упругий импульс, является цуг колебаний на основной резонансной частоте пьезодатчика (рис. 1).

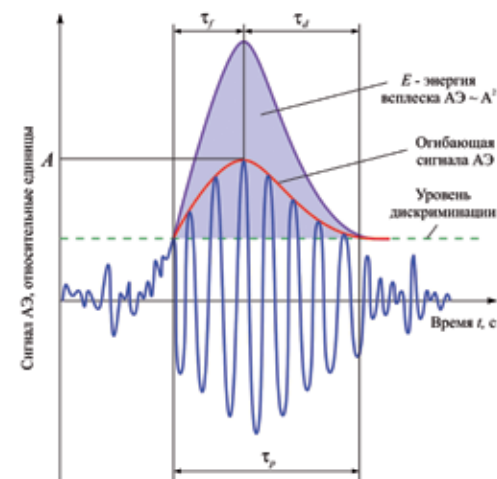


Рис. 1. Схематическое изображение типичного сигнала АЭ. A – амплитуда, E – энергия, τ_f , τ_d и τ_p – длительности фронта, спада и всплеска АЭ соответственно, t – текущее время

В первом приближении амплитуду сигнала АЭ можно считать пропорциональной ускорению участка поверхности, на котором установлен пьезодатчик. Однако сильные искажения, претерпеваемые упругой волной по пути от места генерирования до регистратора, лишают возможности надежно идентифицировать излучающие дефекты структуры и судить об их динамике по форме импульсов АЭ и их амплитудно-частотному спектру. Даже простой подсчет числа

условных импульсов АЭ и определение их амплитуды наталкиваются на значительные трудности. При большой частоте следования сигналов АЭ, когда паузы между отдельными всплесками становятся сопоставимыми или меньшими, чем длительность волнового пакета τ_p , возникает проблема разделения и корректного учета числа импульсов, решаемая достаточно произвольно путем назначения уровня «отсечения» шума и «мертвого времени», в течение которого аппаратура делается нечувствительной к входному сигналу. В хорошем концертном зале оптимально сформированная реверберация звука (затухающее эхо) смягчает его, делает более сочным. Но при большом времени реверберации появляется излишняя гулкость, начинает ухудшаться разборчивость, четкость мелодии. Это так же актуально по отношению к регистрации и анализу АЭ, поскольку упругие колебания распространяются и отражаются не в воздухе, а в твердом теле с гораздо меньшим коэффициентом затухания. При большой частоте следования всплесков АЭ целесообразно переходить к измерению среднего уровня сигнала в некотором временном окне.

Из сказанного выше следует, что судить по сигналам АЭ о природе и динамике дефектов в материале приходится по косвенным показателям. Причем они отражают не только свойства дефектной структуры образца, но и в сильной степени зависят от его геометрии, расположения датчиков, их характеристик и в еще большей – от настроек приемного тракта, в частности, установленного порогового уровня чувствительности аппаратуры и способа выделения отдельных импульсов или определения среднего уровня сигнала в заданном временном домене.

Теперь выскажем несколько предварительных соображений о происхождении электрических эффектов во льдах. Гексагональный лед I_h не является классическим пьезоэлектриком ввиду centrosymmetrichной элементарной кристаллической ячейки. Однако при наличии примесных атомов и образовании собственных решеточных дефектов эта симметрия локально утрачивается. Если структурные дефекты (отдельные дислокации, их скопления, микротрещины) несут электрический заряд, то их зарождение и неравномерное движение вызывает локальную динамическую поляризацию – псевдопьезоэлектрический эффект и электромагнитную эмиссию (ЭМЭ) в широкой полосе частот. Во льду все структурные дефекты и вновь образующиеся поверхности (при росте кристаллов, деформации, разрушении) обладают электрической активностью, как и в большинстве других диэлектрических кристаллов, полимеров и композитов. Эволюция и перемещение дефектов структуры по кристаллу вызывают образование сложного динамического мультиполя в объеме и соответствующие вариации электрического поля в окружающем пространстве, что может быть использовано для мониторинга состояния льда.

Помимо зарождающихся и эволюционирующих электрически активных дефектов электромагнитное излучение могут вызвать многие другие динамические процессы при деформировании льда. На внутренних и внешних границах раздела диэлектриков и полупроводников (границах зерен, фаз) формируется двойной электрический слой. При наличии температурного градиента, который всегда присутствует в природном льду, он исходно поляризован

вследствие термоэлектрического эффекта. Образование трещин создает условия для трения их берегов друг о друга, что тоже способно привести к электризации их поверхностей. Во многих природных минералах присутствуют включения пьезоэлектрических материалов (например, кварца). Следовательно, их деформация при нагружении матрицы способна вызвать появление зарядов на межфазных границах. Наконец, трение и разрушение сопровождаются эмиссией заряженных частиц, вследствие чего образуется зарядовая мозаика на поверхности материала. Таким образом, электрическая активность диэлектрических материалов может быть следствием большой совокупности причин, а любые динамические смещения в объеме и на поверхности образца также должны приводить к генерированию нестационарного электрического поля в окружающем пространстве. Соотношения между перечисленными механизмами электрической активности льда зависят от многих факторов, как внутренних (микроструктура, пористость, соленость), так и внешних (температурное поле, окружающая среда), и практически не изучены.

Несмотря на все перечисленные трудности в интерпретации, вот уже более полувека во льду регистрируют инструментальными методами акустическую и электромагнитную эмиссии (иногда и обе вместе) и исследуют их закономерности, имея в виду две цели. Первая заключается в оценке перспективы использования АЭ и ЭМЭ в качестве источника информации о состоянии льда и создания методов практической диагностики в полевых условиях. Вторая – в выявлении закономерностей роста кристаллов, динамики дислокаций и трещин *in situ* в лабора-

торных условиях (зачастую регистрацию эмиссии проводили синхронизированно с другими независимыми каналами информации – деформационно-силовым и оптическим).

Обычная техника исследования и использования АЭ в практических целях заключается в установке на объект пьезоэлектрических датчиков – преобразователей малоамплитудных смещений поверхности в электрический сигнал, усилении и последующем анализе его характеристик. При этом необходимо обеспечить определенную ориентацию его чувствительной оси по отношению к направлениям распространения и поляризации акустической волны и хороший акустический контакт датчика с поверхностью. В профессиональных системах в одном корпусе с пьезодатчиком устанавливают предусилитель сигнала, а иногда и энергонезависимую систему питания, использующую энергию поглощаемого света.

Целью анализа АЭ обычно является выяснение природы, динамики и расположения источников акустического излучения, их связи с макроскопическим состоянием объекта и предсказание критической нагрузки разрушения. Наиболее часто для этого определяют амплитудно-частотный спектр сигнала, интегральную излученную энергию, суммарное число и частоту следования отдельных импульсов, их форму, длительность и распределение по амплитудам. Как уже упоминалось, связь этих характеристик АЭ с элементарными динамическими событиями в структуре твердого тела очень непростая и неоднозначная, поэтому обычно для интерпретации полученной информации пользуются эмпирическими закономерностями и калибровками аппаратуры на эталонных источниках сигнала.

Техника регистрации ЭМЭ. Сигналы ЭМЭ чаще всего регистрируют с помощью емкостных антенн, подключенных к широкополосному или селективному усилителю с высокоомным дифференциальным входом [30–32]. Поскольку емкость таких антенн составляет единицы – десятки пикофард, высокое входное сопротивление предусилителя необходимо во избежание дифференцирования сигнала на низких частотах (при необходимости их сохранения в спектре). В лабораторных условиях емкостные датчики находятся в ближней зоне от излучателей вплоть до гигагерцовых частот и бесконтактно измеряют потенциал квазистационарного электрического поля, создаваемого образцом. Попытки измерять и магнитную компоненту ЭМЭ описаны в обзоре [33], но большого успеха они не имели и постепенно сошли на нет. Возможно, на более высоких частотах и оптимизированных приемниках эти сигналы могут быть обнаружены.

Электромагнитный сигнал искажается диэлектрической средой и первичным преобразователем намного меньше, чем акустический, а сквозная амплитудно-частотная характеристика электромагнитного приемного тракта может быть гораздо шире и равномернее. Поэтому сигнал ЭМЭ несет дополнительную независимую информацию, позволяющую более объективно и обоснованно судить о природе и динамике структурных дефектов. Большая разница в скорости распространения упругих и электромагнитных волн дает возможность определять расстояние до места их зарождения по запаздыванию прихода в точку наблюдения без триангуляции [34].

Сравнение особенностей двух рассматриваемых подходов к неразрушающему контролю (табл. 1) показывает, что по большинству свойств и характеристик ЭМЭ имеет преимущества перед АЭ.

Таблица 1

Сравнение подходов, использующих акустическую и электромагнитную эмиссию

Характеристики подхода	АЭ	ЭМЭ
Тип используемых волн	Упругие (ультразвуковые)	Электромагнитные
Тип используемых приемников	Контактные (пьезоэлектрические)	Бесконтактные (электромагнитные антенны)
Контролируемые материалы	Любые	Любые, кроме металлических
Доступная полоса частот	Узкая ($\sim 10^4 - 10^6$ Гц)	Очень широкая ($\sim 10^2 - 10^{11}$ Гц)
Чувствительность	Высокая	Средняя
Затухание волны в среде	Сильное	Слабое
Дисперсия волны в среде	Сильная	Слабая
Роль отражений от поверхностей раздела	Очень большая	Практически отсутствует
Искажение первичного сигнала от источника	Очень большое	Практически отсутствует

Кроме того, при одновременной регистрации они дают независимую и взаимодополняющую информацию о состоянии материала и динамике дефектов в нем.

Достоинством обоих подходов является чувствительность только к развивающимся дефектам, т.е. наиболее опасным, и возможность диагностики *in situ*, а не *post factum*, как в большинстве других видов неразрушающего контроля.

Экспериментальные исследования акустической эмиссии

По АЭ во льду имеется обширная информация в литературе (раннюю см., например, в [20, 21], а более позднюю – в [22–24, 35–38]). В этих публикациях представлены методы и результаты анализа сигналов АЭ как в лабораторных, так и в полевых условиях.

Механическая стимуляция АЭ. В качестве примера лабораторных исследований АЭ приведем данные, описанные в [36]. Испытывали образцы синтетического пресноводного льда диаметром 30 мм и высотой 60 мм на осевое сжатие в интервале температур от $-0,15^{\circ}\text{C}$ до -60°C и скоростях нагружения от $2,5 \cdot 10^{-6}$ до $2,5 \cdot 10^{-1} \text{ c}^{-1}$. На рисунке 2 представлены результаты регистрации АЭ, свидетельствующие о корреляции между ростом затухания упругих волн в деформируемом образце и интенсивностью АЭ. Эта корреляция обусловлена накоплением дефектов по мере роста деформации. Вблизи максимума деформирующей силы F наблюдали наиболее интенсивное акустическое излучение. Спектрограммы АЭ на рисунке 3 отражают изменение динамики дефектообразования по мере роста деформации.

Интересные данные по АЭ морского льда, полученные в фьорде на Шпицбергене интернациональным коллективом из Англии и Норвегии, приведены в [23]. Соленость воды составляла 35 ppt, а льда – 4,4 ppt, температура льда $-2,4^{\circ}\text{C}$, а воздуха -10°C . Образцы формировали в плавающем льду толщиной около 600 мм путем создания пропилов специальной формы (рис. 4), а контролируемую испытательную нагрузку создавали с помощью гидроцилиндров, устанавливаемых «враспор» в подготовленные полости. АЭ регистрировали в полосе частот $f = 100\text{--}180 \text{ кГц}$ с помощью нескольких одинаковых пьезодатчиков, установленных в разных позициях относительно образца.

Часть обширных результатов этих экспериментов представлена на рисунках 5 и 6. При испытании на растяжение (рис. 4а) задавали три цикла нагружения

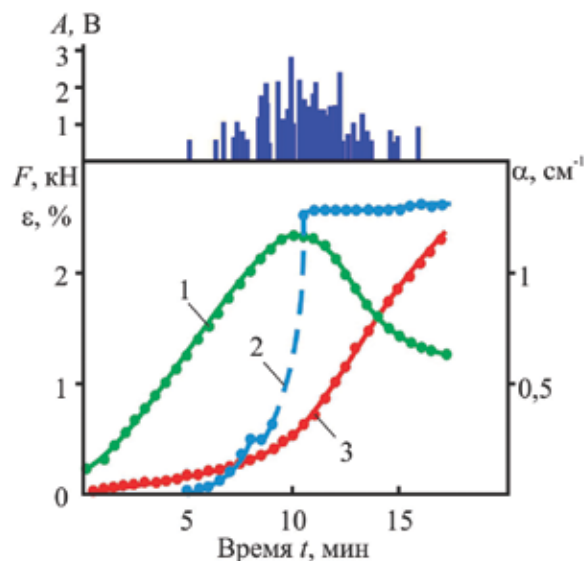


Рис. 2. Зависимости осевой силы F (1), коэффициента поглощения ультразвука α (2), продольной деформации ϵ (3) и амплитуды сигналов акустической эмиссии A от времени t при испытании пресноводного льда на одноосное сжатие [36]

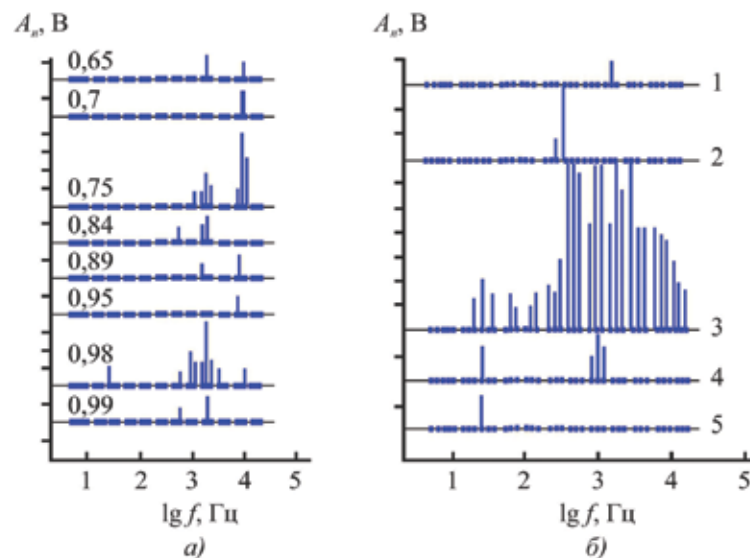


Рис. 3. Спектрограммы сигналов акустической эмиссии: а) в некоторые моменты нагружения (цифры на спектрах обозначают отношение текущего времени к полному времени испытания); б) на разных стадиях (с 1 по 5) роста магистральной трещины [36].

A_n – амплитуда n -й гармоники сигнала АЭ, f – частота

Рис. 4. Схемы полевых экспериментов по регистрации АЭ в природном морском льде: а) на растяжение, б) на сдвиг.

F – сила, приложенная к образцу гидравлическим домкратом.

Цифрами с 1 по 6 обозначены позиции пьезоакустических датчиков во время испытания [23]

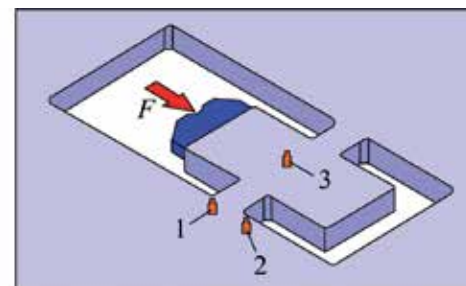
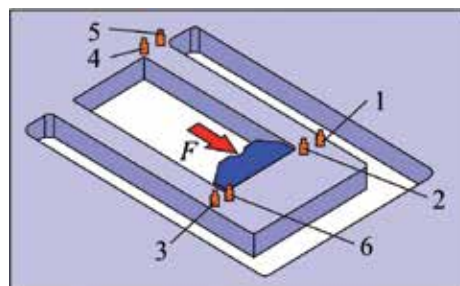


Рис. 5. Зависимости амплитуды АЭ в различных каналах регистрации (обозначены цифрами с 1 по 4, см. рис. 4а) и испытательной нагрузки F от текущего времени t [23]

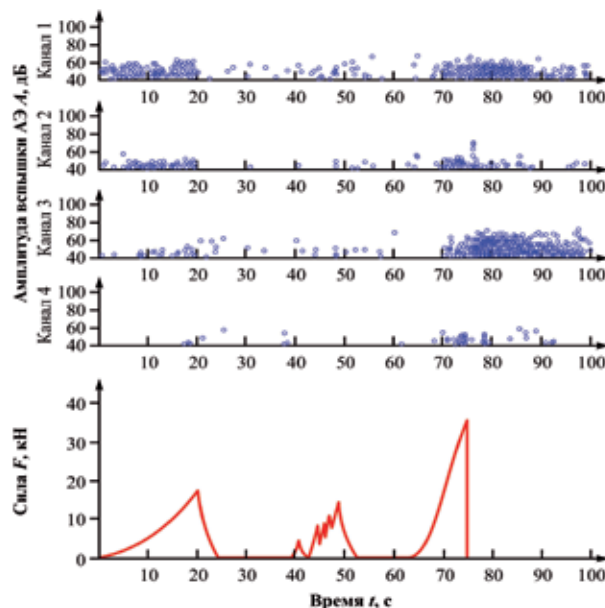
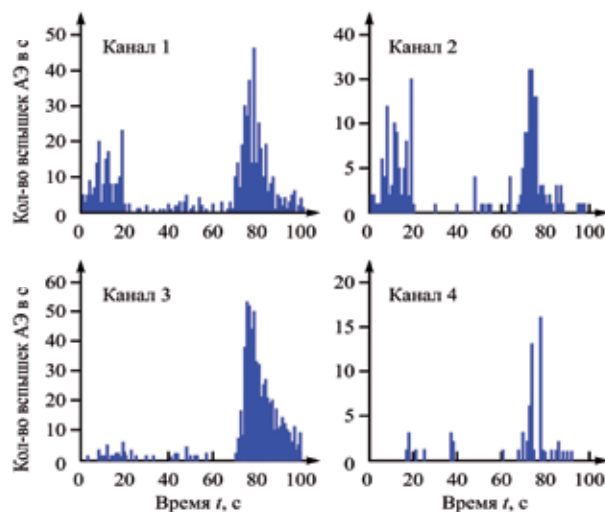


Рис. 6. Интенсивность АЭ в каждом из четырех каналов (см. рис. 4а) в функции времени t [23]



(рис. 5). В первых двух величина силы F в максимуме была одинаковой. Интенсивность АЭ во втором цикле нагружения была существенно ниже, чем в первом, что ранее наблюдалось в лабораторных опытах и на других материалах. Такое поведение АЭ называется эффектом Кайзера. В третьем цикле нагружения с большей максимальной силой интенсивность АЭ сильно увеличивалась. Количество и амплитуда сигналов в первых трех каналах регистрации АЭ была заметно выше, чем в четвертом (рис. 6), что, по-видимому, обусловлено большей концентрацией напряжений в области контакта краев нагружающей траверсы со льдом. Разгрузка после третьего цикла нагружения не приводила к синхронному исчезновению АЭ. Интенсивность АЭ медленно спадала на протяжении более 25 с после полного снятия нагрузки (рис. 5).

В [24] в тех же условиях, что и в [23], исследовали АЭ в морском льду при одноосном сжатии и индентировании (рис. 7). Остальные условия экспериментов были подобны приведенным в [23] и описанным выше. В процессе индентирования прикладывали как монотонно нарастающую, так и осциллирующую нагрузку. Интенсивность и амплитуда сигналов АЭ при индентировании в среднем были выше, чем при одноосном сжатии монотонно растущей и тем более осциллирующей нагрузкой.

Амплитуда и количество импульсов АЭ зависели от расположения пьезодатчиков относительно места приложения и направления действия локальной силы F (рис. 8).

На рисунке 9а представлена типичная осциллограмма сигнала АЭ, а на 9б – его частотный спектр, имеющий максимум в области 110 кГц, соответствующий первой гармонике собственных колебаний пьезоприемника [24]. Из этих рисунков видно, насколько условна информация о числе всплесков АЭ и их спектре.

Следует отметить, что во всех типах испытаний после уменьшения нагрузки до нуля проявлялся постэффект – постепенно затухающее испускание упругих волн разгруженным образцом. Это свидетельствует о происходящей релаксации внутренних напряжений и частичном заживлении повреждений. Интересный эффект заживления дефектов и самого отпечатка во льду после снятия

нагрузки при микроиндентировании наблюдали в [39] микроскопическими методами. Таким образом, предплавильная температура способствует раскрытию большого потенциала самозалечивания льда при снижении или снятии нагрузки.

В [40] предложена концепция создания системы контроля конструкций из бетона с помощью «всенаправленных» сферических пьезодатчиков с радиально-симметричной поляризацией, которые помещают в будущее изделие перед заливкой в форму. Они могут использоваться как активные элементы для генерирования ультразвука и как пассивные для его регистрации во время эксплуатации. Эти multifunctionальные системы способны реагировать на импульсные нагрузки (например, при землетрясениях, взрывах, движении транспортных средств), на постепенную деградацию структуры материала (по изменению скорости ульт-

развука), на АЭ, создаваемую растущими трещинами, и др. [41–43]. Ничто не мешает вмораживать такие multifunctionальные элементы и в ледяные поля, и в искусственные сооружения из льда и композитов на его основе для контроля состояния и динамических событий в окружающей среде.

Похожие по идеологии системы контроля существуют и на оптоволоконных датчиках. Они эксплуатируют чувствительность оптических характеристик встроенного в изделие оптоволоконного к деформациям при эксплуатации или испытаниях материала. Первоначально они использовались для контроля армированных полимерных композитов аэрокосмического назначения, а затем стали применяться для контроля конструкций из железобетона и льда [44].

Термическая стимуляция АЭ. Теперь совершим переход к излучению АЭ льда, вызываемому изменением температуры, что не менее важно в динами-

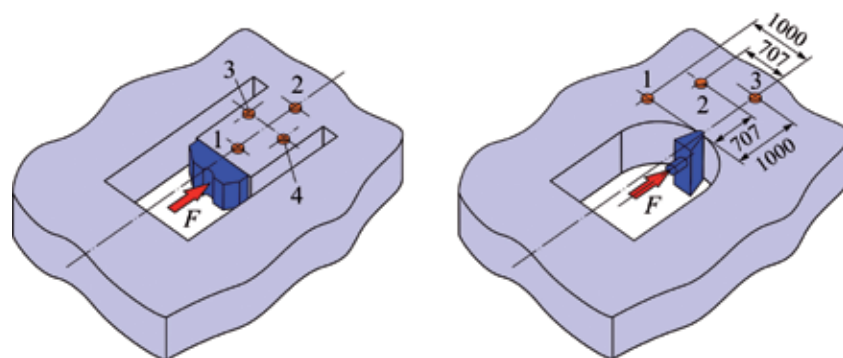


Рис. 7. Схема полевых экспериментов по регистрации АЭ при локальном нагружении (индентировании притупленной призмой) природного морского льда. Цифрами с 1 по 4 обозначено положение пьезоэлектрических датчиков относительно точки приложения испытательной силы F [24]

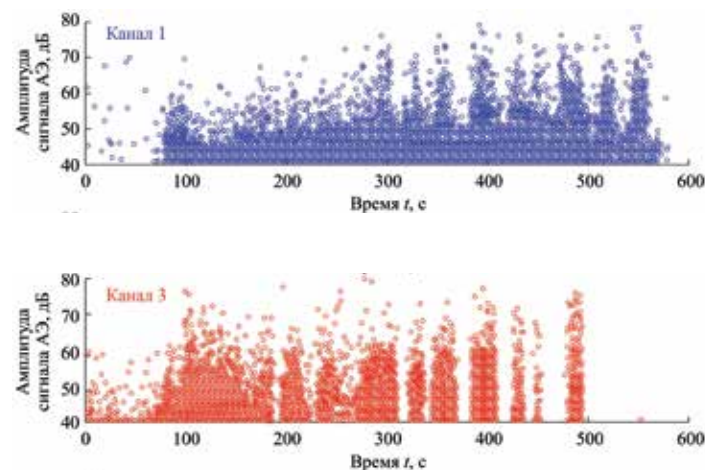


Рис. 8. Зависимость амплитуды АЭ сигналов с датчиков 1 и 2 от времени t при индентировании (сила F , приложенная к образцу, росла линейно во времени) [24]

ке льдов, чем действие сил. Экспериментально установлено, что акустическая эмиссия может быть стимулирована короткой вспышкой лазера, теплообменом с твердым телом, жидкостью или газом, которые обладают температурой, отличающейся от объекта интереса. В больших масштабах подобная стимуляция АЭ может быть обусловлена суточными и сезонными вариациями температуры окружающей среды, резкой сменой погоды, солнечной освещенности и т.п., а в лабораторных экспериментах – подогревом или быстрым охлаждением воды, в которой плавает лед. Чаще всего такие акустические шумы регистрируют гидрофонами, погруженными в воду под нижней кромкой льда [45]. Особый интерес представляют долговременные изменения АЭ в океане в присутствии льдов в связи с их сезонной динамикой [46]. В более определенных и контролируемых лабораторных условиях АЭ при плавлении

льда изучали в [47]. Анализ АЭ позволяет также определять порог лазерного повреждения оптически прозрачных материалов [48] и, по-видимому, может быть применен и для оценки состояния льда. Для этого короткий импульс лазерного облучения фокусируют в области под поверхностью материала и контактными пьезодатчиками или бесконтактными микрофонами регистрируют акустический отклик. Во втором случае метод может быть полностью бесконтактным.

Резюмируя, констатируем: метод АЭ привлекает специалистов самых различных профилей – океанологов, гляциологов, сейсмологов, геофизиков, строителей, материаловедов, инженеров-механиков и т.д. Трудноразрешимые проблемы интерпретации экспериментальных результатов во многих практических приложениях компенсирует его простота и доступность. Несмотря на то, что метод АЭ до сих пор является

эмпирическим и не связанным напрямую с какими динамическими и деформационно-прочностными параметрами системы, он остается полезным для решения простых утилитарных задач мониторинга состояния ледовых объектов в силу простоты и способности адаптироваться к условиям, в которых применение других методов невозможно.

Электромагнитная эмиссия

Лед. В 70-е годы прошлого века сначала в СССР [26, 28, 49–51], а затем и за рубежом [27, 33, 52] стали появляться работы, посвященные изучению ЭМЭ в геофизических объектах. Со временем возникло понимание, что необходимо идентифицировать структуры, ответственные за излучение, обследовать их динамику и корреляции с поведением источников радиоизлучения. Используя в тот период методики преимущественно регистрировали радиочастотные ($f > 100$ кГц) компоненты

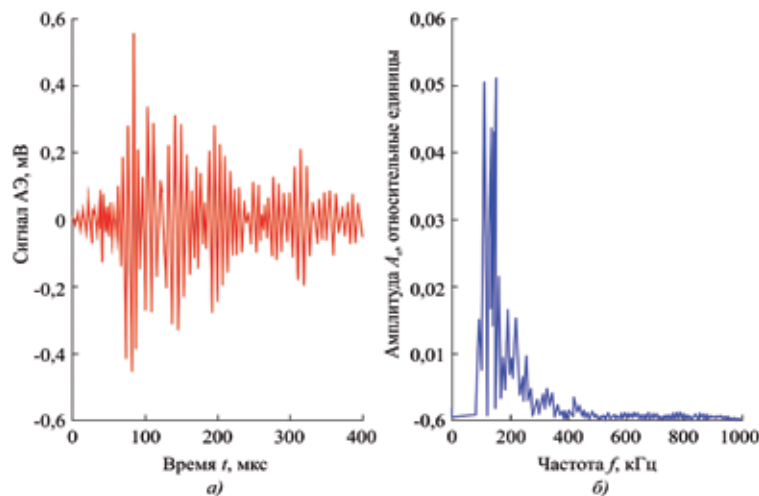


Рис. 9. Типичная осциллограмма сигнала АЭ на пьезодатчике (а) и его амплитудно-частотный спектр (б), полученный путем быстрого разложения Фурье, при локальном нагружении (см. рис. 7б).

A_n – амплитуда n -й гармоники сигнала АЭ, f – частота [24]

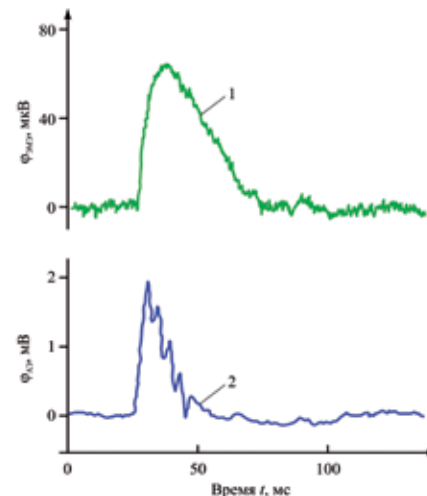


Рис. 10. Осциллограммы импульсов электромагнитной (1) и акустической (2) эмиссии, сопровождающих стадию роста единичной ледяной пластины в капле дистиллированной воды, переохлажденной до -25°C [55].

Φ_{Σ} и Φ_{Σ} – сигналы на пьезодатчике и емкостной антенне соответственно

излучения [51] или ультранизкочастотные вариации ЭМ поля в диапазоне $f = 0,01\text{--}10$ Гц [33]. Отсутствовал независимый контроль за динамикой дефектов с достаточным пространственно-временным разрешением. В целях преодоления этих недостатков, ограничивающих возможности метода ЭМЭ, была разработана и применялась в различных задачах исследования льда комплексная методика, включающая высокоскоростное кинофильмирование образцов (с частотой до 10^5 кадров/с) в проходящем плоскополяризованном свете [53–56]. Это обеспечивало независимый канал наблюдения за динамикой и морфологией микрорекристаллов растущего льда, а также зарождением и распространением полос скольжения и микротрещин при деформировании макрообразцов льда.

В работах [53–56] исследовали ЭМЭ, возникающую при зарождении и росте кристаллов льда в переохлажденной до 250 К бидистиллированной воде, а также при одноосной деформации сжатием с постоянной скоростью нагружения поликристаллических образцов высокочистого льда [57, 58]. ЭМЭ регистрировали бесконтактно парой емкостных антенн, подключенных к дифференциальному входу широкополосного электрометрического усилителя с полосой пропускания 10 Гц – 1 МГц. Одновременно с регистрацией ЭМИ и АЭ осуществляли киносъемку образца в плоскополяризованном свете с помощью высокоскоростных видеокамер, что обеспечивало синхронизацию оптического, акустического, электромагнитного и деформационно-механического каналов информации.

Из рисунка 10 видно, что при относительно медленном развитии процесса кристаллизации (в условиях экспери-

мента типичная скорость перемещения межфазной границы составляла 0,1–10 мм/с при разной величине переохлаждения бидистиллята воды) огибающие сигналов АЭ и ЭМЭ были похожи и фиксировались практически синхронно. Установлены зависимости их амплитуд от величины переохлаждения и скорости роста твердой фазы.

При одноосном деформировании в абсолютно мягкой машине, задававшей постоянную скорость нагружения $\sigma = 5$ кПа/с при помощи сосуда, заполняемого водой через регулируемый вентиль, картина АЭ и ЭМЭ была более сложной (рис. 11). Сигналы ЭМЭ имели вид одиночных импульсов, а АЭ – более многочисленных волновых пакетов. Количество в единицу времени и тех, и других сильно возрастало по достижению нагрузки в 85–90 % от разрушающей.

Форма отдельных импульсов ЭМЭ имела вид скачков с той или иной длительностью фронта τ_f . Они были синхронизированы со скачками деформации и зарождения полос скольжения (рис. 12а) или микротрещин, наблюдавшихся в поляризованном свете (рис. 12б). Для полос скольжения типичная величина τ_f составляла $\sim 1\text{--}10$ мс, а для микротрещин – на 1–2 порядка величины меньше. Это позволяло легко различать эти процессы по одной только форме сигнала ЭМЭ и их частотному спектру. Спад сигнала с постоянной времени на несколько десятков миллисекунд (рис. 12, кривая 4) обусловлен дифференцированием сигнала на входном сопротивлении предусилителя. Синхронная регистрация нескольких параметров позволяет однозначно идентифицировать и «привязать» сигналы ЭМЭ разного типа к определенным событиям в структуре кристалла льда.

По результатам систематического тестирования процессов кристаллизации, деформации и разрушения [57, 58] был собран альбом типичных электромагнитных образов, отвечающих элементарным физическим процессам, которые сопровождают рост монокристаллической ледяной иглы, зарождение и движение дислокационного скопления, его блокировку и прорыв через границы зерен, транскристаллитное и межкристаллитное распространение трещин и др. Часть этого альбома показана в виде таблицы 2. Эти данные, наряду с фундаментальными представлениями о природе электрических свойств дефектов во льду [6, 27, 59], дают возможность идентифицировать деформационные процессы, анализировать динамику структурных дефектов, кинетику их накопления. Созданный атлас «электромагнитных образов» позволяет не только идентифицировать дефекты и динамические процессы при росте, деформировании и разрушении льда, но и более обоснованно предсказывать вероятность катастрофических разрушений ледовых конструкций и природных объектов.

Методы ЭМЭ, как и АЭ, находят применение в изучении строения и мониторинга динамических процессов не только во льду, но и во многих твердотельных материалах: в модельных ионных кристаллах – для изучения динамики дислокаций и трещин [30, 31, 59], что важно для кристаллографии и физики твердого тела; в углях – для повышения безопасности в шахтах и выяснения природы электрических эффектов на микро- и наномасштабах [60]; в литосферных объектах – для получения информации о фазовых переходах и структурной релаксации в них [61–63]. В строительных материалах и важных

Рис. 11. Электромагнитная и акустическая эмиссия при деформировании пресноводного поликристаллического льда одноосным сжатием линейно нарастающей нагрузкой: 1 – кривая деформирования с постоянной скоростью роста напряжения $\dot{\sigma} = 5$ кПа/с, 2 – сигнал ЭМЭ, 3 – сигнал АЭ. На врезках представлены типичные сигналы ЭМЭ и АЭ на начальной и конечной стадиях деформирования. $\Phi_{\text{АЭ}}$ и $\Phi_{\text{ЭМЭ}}$ – сигналы на пьезодатчике и емкостной антенне соответственно, ε – относительная деформация при одноосном сжатии, σ – напряжение сжатия [57]

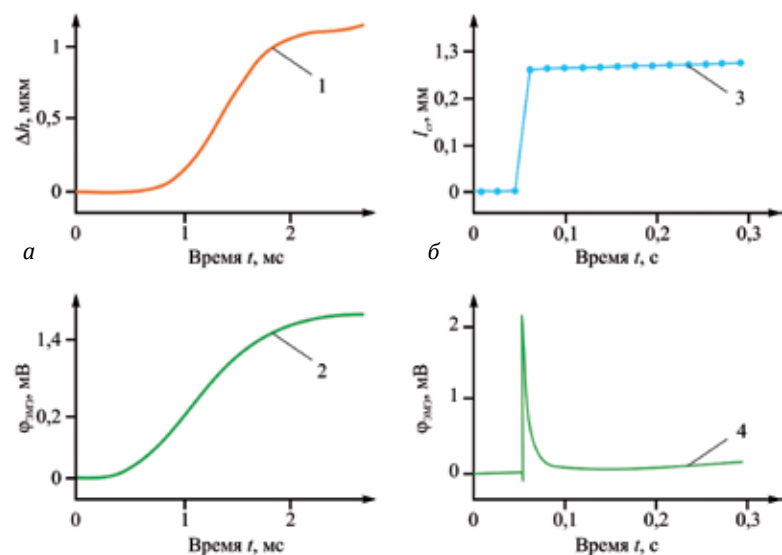
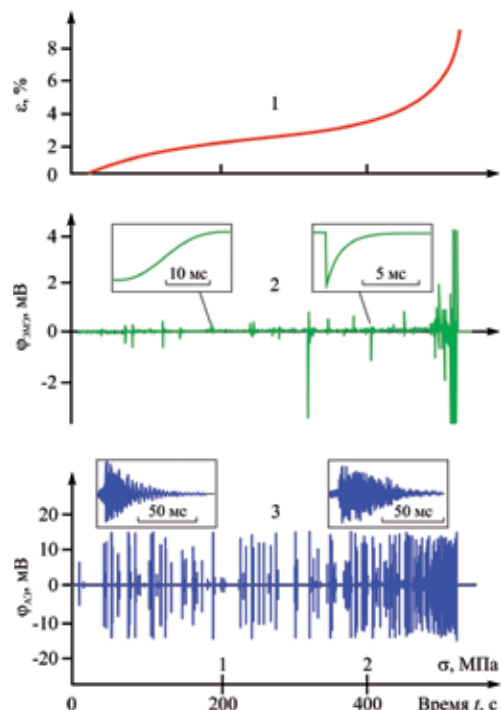


Рис. 12. Данные синхронной регистрации кинетики роста полосы скольжения (а) и трещины (б) в образце пресноводного льда при одноосном сжатии. 1 – скачок абсолютной деформации $\Delta h(t)$; 2 – сигнал ЭМЭ, вызванный развитием полосы скольжения; 3 – скачок длины трещины l_{cr} вдоль оси сжатия; 4 – сигнал ЭМЭ, вызванный ростом трещины. $\Phi_{\text{ЭМЭ}}$ – сигнал на емкостной антенне [57]

Альбом типичных сигналов ЭМЭ, накопленных в процессе деформирования пресноводного поликристаллического льда, и их источники и природа (выборка из [57, 58])

№	Сигнал ЭМЭ	Схема процесса	Комментарии
	Форма		
1			Зарождение и распространение полосы скольжения. D – поверхностный дефект
2			Зарождение, распространение и блокировка полосы скольжения
3			Эстафетная передача сдвига в соседние зерна
4			Развитие одиночной микротрещины
5			Развитие и остановка трещины с пластической релаксацией в вершине
6			Последовательное образование двух микротрещин

строительных объектах ЭМЭ используют для оценки их состояния, остаточной прочности, вероятности разрушения под нагрузкой [64]. Методы ЭМЭ полезны при исследовании деградации структуры и понижения прочности водонасыщенных бетонов при их замораживании и последующем оттаивании при повышении температуры [65].

Одна из основных тенденций современного материаловедения – создание композиционных материалов (КМ), представляющих собой сочетание в одном объекте нескольких веществ с сохранением границ между ними. В большинстве из них можно выделить матрицы и наполнители. Широкое практическое применение получили полимерные КМ, в которых полимерная матрица (чаще всего эпоксидные смолы и термопласты) армирована волокнистыми материалами разного химического состава (углеродными, минеральными, полимерами). Обладая прочностными характеристиками, соизмеримыми с металлами, но выигрывая у них по весовым показателям и трещиностойкости, они нашли широкое применение в авиа- и ракетостроении. Как показали исследования, введение в лед твердых дисперсных и волокнистых наполнителей позволяет получить композиты, существенно превосходящие лед по физико-механическим свойствам. Варьируя тип наполнителя и его компоновку, можно нацеленно управлять прочностными параметрами ледовых КМ [44, 66, 67]. Армирование льда существенно меняет характер его растрескивания, обеспечивая целостность КМ даже при разрушении ледовой матрицы. В [68] дан обзор результатов создания и исследования механических свойств композитов с более экологичными и гораздо более деше-

выми природными упрочняющими волокнами, а в [69] описаны оболочечные конструкции и композит на основе льда с целлюлозными армирующими волокнами. Очевидно, что методы АЭ и ЭМЭ будут очень полезны для изучения природы образования трещин и разрушения КМ на ледовой основе.

В связи с неуклонным ростом применения армированных композитов возникла потребность в разработке соответствующих методов и средств технической диагностики, мониторинга и неразрушающего контроля. Структуре, прочности и применению методов АЭ для контроля качества и состояния в процессе эксплуатации композитов с полимерной матрицей, упрочненной стекло- или углеволокном, посвящено большое число книг [66, 67], обзоров [70–72] и оригинальных работ [73–75]. Методы ЭМЭ также применяются в технической диагностике полимерных композитов [32, 76], но несколько реже, чем АЭ.

Природа источников ЭМЭ во льду и других диэлектрических материалах, как и техника ее регистрации и анализа, имеют много общего. Нет сомнений в том, что информация, полученная в этих исследованиях, будет весьма полезна для бесконтактного мониторинга состояния окружающей среды, природных и антропогенных объектов в Арктике и в деле повышения безопасности и предсказуемости их поведения. Комбинация методов АЭ и инфракрасной (ИК) термографии, описанная в [77–80], дает возможность получать независимую информацию о динамике повреждений композита под нагрузкой по двум каналам различной природы, отличающимся пространственным и временным разрешением.

Особо стоит проблема жизнеспособности деревьев в условиях холодного климата, которая во многом зависит от дегидратации и замерзания водных растворов в древесине, механизмов адаптации растений к этим процессам. Особенности зарождения и роста кристалликов льда в клетках древесины не слишком хорошо изучены. В [81, 82] исследовали кинетику промерзания древесины двумя неразрушающими методами – АЭ и ИК термографии. Установлено, что замерзание воды в объеме древесины происходит в две стадии, отличающиеся интенсивностью АЭ. Бесконтактный локальный контроль температуры древесины с помощью тепловизора показал совпадение пика температуры в зоне установки пьезодатчика (вследствие выделения теплоты кристаллизации) и максимума интенсивности АЭ. Акустический сигнал падал после завершения кристаллизации, но не до нуля, что, по-видимому, связано с продолжающейся некоторое время релаксацией напряжений в замерзшей древесине. В [83] представлены результаты испытаний на трехточечный изгиб образцов древесины в разном состоянии. Качественно закономерности деформаций и разрушения в древесине и особенно в фанере не отличались от демонстрируемых другими композитами. Анализ природы источников АЭ и ЭМЭ, регистрируемых параллельно, приводится в [84], а в [85] рассмотрено влияние проводимости льда на параметры ЭМЭ. Несмотря на то, что АЭ в армированных ледяных композитах только начинает изучаться, можно полагать, что приемы испытаний, как и наиболее общие закономерности акустического, электромагнитного и ИК излучения, в ледяных композитах будут качественно

схожи с известными для других композитных материалов.

Таким образом, в ходе работ по регистрации ЭМЭ, в ряде случаев совмещенной и синхронизированной с АЭ, накоплен определенный фактический материал, который свидетельствует о большом потенциале применения именно комбинации этих двух каналов – своеобразного двухголосия акустической и электромагнитной групп исполнителей, зачастую дополняемой ИК термографией. Все они несут различную информацию о динамике процессов деформирования и приходят разными путями и с различной скоростью к первичным преобразователям (в канале регистрации ЭМЭ и ИК – со скоростью света, в АЭ – со скоростью звука). Последнее позволяет определять расстояние до источников излучения без триангуляции. Однако для построения полноценной системы диагностики состояния льда и других материалов, прогнозирования предельных нагрузок или момента разрушения по данным АЭ и ЭМЭ необходимы систематические лабораторные и натурные исследования этих интересных явлений.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Физико-механические свойства льда, а тем более композитов на его основе, закономерности их поведения под нагрузкой сложны и подвержены сильному влиянию внутренних структурных и внешних климатических, временных и силовых факторов. Для их надежного определения и прогнозирования необходим мультимодальный комплекс методов и средств различного масштабного уровня – от нано- и микро-, требующих высококласного лабораторного оборудования, до макро- и мега-

Следует отметить, что зачастую наблюдаются существенные количественные расхождения данных разных авторов в отношении одних и тех же зависимостей (хотя их качественное согласие, как правило, имеет место). Вероятнее всего, эти расхождения обусловлены неэквивалентными условиями эксперимента и недостаточно полной аттестацией микроструктуры образцов. При любых изменениях внешних условий лед способен генерировать акустическое и электромагнитное излучение. Расшифровать данные АЭ и ЭМЭ можно только при ясном понимании существа процессов, происходящих во льду на разных масштабно-иерархических уровнях, наличии адекватных математических моделей и современных аппаратно-программных технических средств.

Однако следует признать, что, научившись слышать и полюбив эту многоголосую музыку льдов, мы пока имеем очень слабое представление о составе оркестра и свойствах отдельных инструментов. И это создает прекрасное поле деятельности для любителей различных жанров – чистой физической науки, прикладных исследований и разработок, а также практиков, осваивающих Арктику, способных воспринять новые идеи и довести их до воплощения в обыденной жизни. Авторы убеждены, что углубление фундаментальных представлений об эмиссионных явлениях и развитие методов мультимодального мониторинга позволит увеличить надежность и прогнозируемость поведения объектов различной природы в арктических условиях, а значит, сделает жизнь людей более комфортной и безопасной.

Исследования поддержаны Российским научным фондом (проект № 20-19-00602).

ЛИТЕРАТУРА

1. Богородский В.В., Гаврило В.П. Лед. Л.: Гидрометеиздат, 1980. 384 с.
2. Мельников В.П., Геннадик В.Б. Криософия — система представлений о холодном мире // Криосфера Земли. 2011. Т. 15, № 4. С. 3–8.
3. Мельников В.П., Геннадик В.Б., Брушков А.В. Аспекты криософии: криоразнообразие в природе // Криосфера Земли. 2013. Т. 17, № 2. С. 3–11.
4. Мазно Н. Наука о льде. М.: Мир, 1988. 231 с.
5. Зацепина Г.Н. Физические свойства и структура воды. М.: Изд-во МГУ, 1998. 184 с.
6. Petrenko V.F., Whitworth R.W. Physics of Ice. Oxford University Press, 2002. 392 p.
7. Shokr M., Sinha N. Sea Ice. Physics and Remote Sensing. John Wiley & Sons, Inc., Hoboken, New Jersey. USA, 2015. 579 p.
8. Бузник В.М., Каблов Е.Н. Состояние и перспективы арктического материаловедения // Вестник РАН. 2017. Т. 87, № 9. С. 827–839.
9. Buznik V.M. et al. Physical and Mechanical Properties of Composite Materials on the Basis of an Ice Matrix // Inorganic Materials: Applied Research. 2017. Vol. 8. No. 4. P. 618–625.
10. Cherepanin R.N. et al. Physicomechanical Properties of Glacial Composite Materials Reinforced by Rusar-S Fibers // Inorganic Materials: Applied Research. 2018. Vol. 9. No. 1. P. 114–120.
11. Научно-технические проблемы освоения Арктики / А.А. Дынкин и др.; под ред. Н.П. Лаверова, В.И. Васильева, А.А. Маковского. М.: Наука, 2015. 489 с.
12. Urlick R.J. The Noise of Melting Icebergs // J. of the Acoustical Society of America. 1970. Vol. 47. P. 337–341.
13. Yang T.C., Giellis C.W., Diachok O.I. Acoustic properties of ice edge noise in the Greenland Sea // J. of the Acoustical Society of America. 1987. Vol. 82. P. 1034–1038.
14. Xie Y., Farmer D.M. Acoustical radiation from thermally stress sea ice // J. of the

- Acoustical Society of America. 1991. Vol. 89. No. 5. P. 2215–2231.
15. <https://www.lifegate.com/people/lifestyle/glaciers-melting-sounds>
16. Грешников В.А., Дробот Ю.Б. Акустическая эмиссия. Применение для испытаний материалов и изделий. М.: Изд-во стандартов, 1976. 272 с.
17. ГОСТ Р ИСО 12716-2009. Контроль разрушающий. Акустическая эмиссия. Словарь.
18. ГОСТ Р 55045-2012/ Техническая диагностика. Акустико-эмиссионная диагностика. Термины, определения и обозначения.
19. ГОСТ Р ИСО 22096-2015. Контроль состояния и диагностика машин. Метод акустической эмиссии.
20. Weiss J., Grasso J.R. Acoustic emission in single crystals of ice // J. Phys. Chem. B. 1997. Vol. 01. P. 6113–6117.
21. Lawrence W.F.S., Cole D.M. Acoustic emissions from polycrystalline ice // Cold Regions Science and Technology. 1982. Vol. 5. P. 183–199.
22. Weiss J. Ice: The paradigm of wild plasticity // Philosophical Transactions of Royal Society. A. 2019. Vol. 377 (2146). No. 20180260.
23. Lishman B. et al. Acoustic emissions as a measure of damage in ice // Proceedings of the 25th International Conference on Port and Ocean Engineering under Arctic Conditions. June 9–13, 2019. Delft, The Netherlands. P. 1–11.
24. Lishman B. et al. Acoustic emissions from in situ compression and indentation experiments on sea ice // Cold Regions Science and Technology. 172. 2020. No. 102987.
25. Workman E.J., Reynolds S.E. Electrical phenomena occurring during the freezing of dilute aqueous solutions and their possible relationship to thunderstorm electricity // Physical Reviews. 1950. Vol. 78. P. 254–260.
26. Берри Б.Л. и др. Электромагнитные процессы при кристаллизации воды и разрушении льда // Проблемы инженерной гляциологии / АН СССР, СО, Институт географии; отв. ред. В.П. Алексеев. Новосибирск, 1986. С. 24–32.
27. Petrenko V.F. Electromechanical Phenomena in Ice. Special Report 96-2. US Army Corps of Engineer. Cold Regions Research & Engineering Laboratory. Hanover. New Hampshire 1996. 30 p.
28. Качурин Л.Г. и др. Электромагнитное излучение снега и льда при динамических процессах // Доклады Академии наук СССР. 1979. Т. 248. № 3. С. 583–585.
29. Качурин Л.Г., Псаломщиков В.Ф., Степанюк И.А. Нетепловое радиоизлучение интенсивно деформирующихся ледяных покровов естественных водоемов // Исследование Земли из космоса. 1984. № 3. С. 60–65.
30. Головин Ю.И. и др. Электромагнитное излучение деформируемых щелочно-галлоидных кристаллов // Физика твердого тела. 1985. Т. 27. № 2. С. 555.
31. Головин Ю.И., Шибков А.А. Быстропротекающие электрические процессы и динамика дислокаций в пластически деформируемых щелочно-галлоидных кристаллах // Физика твердого тела. 1986. Т. 28. № 11. С. 3492.
32. Gade S.O., Sause M.G.R. Measurement and Study of Electromagnetic Emission Generated by Tensile Fracture of Polymers and Carbon Fibres // J. Nondestructive Evaluation. 2017. Vol. 36(1). No. 9.
33. Park S.K. et al. Electromagnetic precursors to earthquakes in the ULF band: A review of observations and mechanisms // Reviews of Geophysics. 1993. Vol. 31(2). P. 117–132.
34. Sedlak P. et al. Acoustic and electromagnetic emission as a tool for crack localization // Measuring Science and Technology. 2008. Vol. 19. No. 045701.
35. Li D., Du F. Monitoring and evaluating the failure behavior of ice structure using the acoustic emission technique // Cold Regions Science and Technology. 2016. Vol. 129. P. 51–59.
36. Епифанов В.П. Акустические методы в механике льда: дис. ... д-ра физ.-мат. н. М., 2018. 211 с.
37. Stamm H. et al. Using Acoustic Emission Measurements for Ice-Melting Detection. Applied // Science. 2019. Vol. 9. No. 5387.
38. Karulina M. et al. Full-scale flexural strength of sea ice and freshwater ice in Spitsbergen Fjords and North-West Barents Sea // Applied Ocean Research. Sept. 2019. Vol. 90. No. 101853.
39. Головин Ю.И., Шибков А.А., Шишкина О.В. Эффект полного восстановления поверхности льда после индентирования в температурном интервале 243–268 К // Физика твердого тела. 2000. Т. 42. № 7. С. 1250–1252.
40. Gu H. et al. Concrete early-age strength monitoring using embedded piezoelectric transducers // Smart materials and structures. 2006. Vol. 15(6). P. 1837–1845.
41. Li W. et al. Feasibility study of using smart aggregates as embedded acoustic emission sensors for health monitoring of concrete structures // Smart Materials and Structures. 2016. Vol. 25. No. 115031.
42. Zhao S. et al. A spherical smart aggregate sensor based electro-mechanical impedance method for quantitative damage evaluation of concrete. Structural Health Monitoring. 2019.
43. Hoshyar A.N. et al. Analysis of failure in concrete and reinforced-concrete beams for the smart aggregate-based monitoring system. Structural Health Monitoring. 2019.
44. Махсидов В.В. и др. Исследования деформации ледовых композиционных материалов с использованием интегрированных оптоволоконных сенсоров // Материаловедение. 2020. № 2. С. 26–31.
45. Duda T.F. Acoustic signal and noise changes in the Beaufort Sea Pacific Water duct under anticipated future acidification of Arctic Ocean waters // J. of the Acoustical Society of America. 2017. Vol. 142. P. 1926–1933.
46. Collins M.D. et al. Acoustic recordings and modeling under seasonally varying sea ice // Scientific Reports. 2019. Vol. 9. No. 8323.

47. Stamm M. et al. Using Acoustic Emission Measurements for Ice-Melting Detection. Appl. // Sci. 2019. Vol. 9. No. 5387.
48. Somoskoi T. et al. Comparison of simultaneous on-line optical and acoustic laser damage detection methods in the nanosecond pulse duration domain // Laser Physics. 2015. Vol. 25. No. 056002.
49. Воробьев А.А., Заверткин С.Д., Сальников В.Н. Наблюдение акустических и электромагнитных импульсов при релаксации термовозбужденного состояния некоторых диэлектриков // Изв. вузов. Физика. 1977. № 2. С. 132–134.
50. Берри Б.Л., Псаломщиков В.Ф. Электромагнитные предвестники схода снежных лавин // Материалы гляциологических исследований. 1984. № 51. С. 38–46.
51. Садовский М.А. и др. Электромагнитные предвестники землетрясений / под ред. акад. М.А. Садовского. М., 1982.
52. Hayakawa M., Hobara Y. Current status of seismo-electromagnetics for short-term earthquake prediction // Geomatics, Natural Hazards and Risk. 2010. Vol. 1(2). P. 115–155.
53. Шибков А.А. и др. Исследование взаимосвязи структурных особенностей кристаллизующегося льда с параметрами спектра электромагнитной эмиссии в диапазоне 20–104 Гц // Кристаллография. 1999. Т. 44, № 3. С. 924–933.
54. Головин Ю.И. и др. Взаимосвязь электромагнитной эмиссии с кинетикой роста поликристаллического льда // Кристаллография. 1999. Т. 44, № 4. С. 717–724.
55. Шибков А.А. и др. Импульсное электромагнитное и акустическое излучение при быстрой кристаллизации переохлажденной капли воды // Кристаллография. 2001. Т. 46, № 1. С. 155–158.
56. Shibkov A.A. et al. In situ monitoring of growth of ice from supercooled water by a new electromagnetic method // J. of Crystal Growth. 2002. Vol. 236(1–3). P. 434–440.
57. Шибков А.А. и др. Электромагнитная эмиссия при одноосном сжатии льда. I. Идентификация нестационарных процессов структурной релаксации по электромагнитному сигналу // Кристаллография. 2005. Т. 50, № 6. С. 1073–1083.
58. Головин Ю.И. и др. Радиоизлучение при кристаллизации и разрушении льда // Известия Российской академии наук. Сер. физическая. 1997. Т. 61, № 5. С. 913–921.
59. Petrenko V.F. On the nature of electrical polarization of materials caused by cracks. Application to ice electromagnetic emission // Philosophical Magazin. 1993. Vol. 67(3). P. 301–315.
60. Wang W. et al. The heterogeneity and electro-mechanical characteristics of coal at the micro- and nanoscale // J. of Geophysics and Engineering. 2019. Vol. 0. P. 1–12.
61. Yamada I., Masuda K., Mizutani H. Electromagnetic and acoustic emission associated with rock fracture // Physics of the Earth and Planetary Interiors. 1989. Vol. 57. P. 157–168.
62. Triantis D. et al. Electric earthquake precursors: from laboratory results to field observations // Physics and Chemistry of the Earth. Parts A/B/C. Vol. 29. Is. 4–9. 2004. P. 339–351.
63. Заверткин С.Д., Сальников В.Н. Термостимулированная эмиссия радиочастотных электромагнитных и акустических импульсов при фазовых переходах и отжиге дефектов в минералах // Минералогия, геохимия и полезные ископаемые Сибири. 1990. Вып. 1. С. 206–211.
64. Fursa T.V. et al. Evaluation of Damage in Concrete Under Uniaxial Compression by Measuring Electric Response to Mechanical Impact // J. Nondestructive Evaluation. 2017. Vol. 36. Art. No. 30.
65. Фурса Т.В., Осипов К.Ю., Данн Д.Д. Разработка метода контроля динамики изменения дефектности бетона под действием циклического замораживания-оттаивания на основе явления механоэлектрических преобразований // Письма в ЖТФ. 2011. Т. 37. В. 7. С. 1–7.
66. Composite Materials Processing, Applications, Characterizations (Ed. K.K. Kar). Springer-Verlag. Berlin-Heidelberg, 2017. 686 p.
67. Composite Materials. A Vision for the Future (Ed. L. Nicolais, M. Meo, E. Milella). Springer-Verlag. London, 2011. 218 p.
68. Pickering K.L., Efendy M.G.A., Le T.M. A review of recent developments in natural fibre composites and their mechanical performance // Composites: Part A. 2016. Vol. 83. P. 98–112.
69. Wu Y. et al. Design, construction and monitoring of an ice composite shell structure // Automation in Construction. 2019. Vol. 106. No. 102862.
70. Duchene P. et al. A review of non-destructive techniques used for mechanical damage assessment in polymer composites // J. Material Science. 2018. Vol. 53. P. 7915–7938.
71. Wang B. et al. Non-destructive testing and evaluation of composite materials/structures: A state-of-the-art review. Advances in Mechanical Engineering. 2020.
72. Güemes A. et al. Structural Health Monitoring for Advanced Composite Structures: A Review // J. Compos. Sci. 2020. Vol. 4. P. 13.
73. Mi Y. et al. Acoustic emission study of effect of fiber weaving on properties of fiber-resin composite materials // Composite Structures. 2020. Vol. 237. No. 111906.
74. Li Y. et al. Detection and Characterization of Mechanical Impact Damage Within Multi-Layer Carbon Fiber Reinforced Polymer (CFRP) Laminate Using Passive Thermography // IEEE Access. 2019. Vol. 7. P. 27689–27698.
75. Meola C., Boccardi S., Carlomagno G.M. Infrared Thermography for Inline Monitoring of Glass/Epoxy under Impact and Quasi-Static Bending // Appl. Sci. 2018. Vol. 8. No. 301.
76. Oktavy P. Experimental study of electromagnetic emission signals generated by crack generation in composite materials // Measurement Science and Technology. 2009. Vol. 20. No. 015704.
77. Munoz V. et al. Damage detection in CFRP by coupling acoustic emission and infrared

- thermography // Composites, Part B. 2016. Vol. 85. P. 68–75.
78. Zalameda J.N., Winfree W.P., Horne M.R. Detection of Damage During Quasi-Static Loading of a Single Stringer Panel Using Passive Thermography and Acoustic Emission. Ch. 15 in: Residual Stress, Thermomechanics & Infrared Imaging, Hybrid Techniques and Inverse Problems. Vol. 7. (Eds. Baldi et al.). P. 77–86.
79. Kelkel B., Popow V., Gurka M. Inline quantification and localization of transverse matrix cracking in cross-ply CFRP during quasi-static tensile testing by a joint event-based evaluation of acoustic emission and passive IR thermography // Composites Science and Technology. 2020. Vol. 190. No. 108013.
80. Liu Q. et al. Experimental study on rock indentation using infrared thermography and acoustic emission techniques // J. Geophysics Engineering. 2018. Vol. 15. P. 1864–1877.
81. Mayr S., Zublasing V. Ultrasonic emissions from conifer xylem exposed to repeated freezing // J. of Plant Physiology. 2010. Vol. 167. P. 34–40.
82. Charrier G. et al. Ultrasonic emissions during ice nucleation and propagation in plant xylem // New Phytologist. 2015. Vol. 207. P. 570–578.
83. Perrin M., Yahyaoui I., Gong X. Acoustic monitoring of timber structures: Influence of wood species under bending loading // Construction and Building Materials. 2019. Vol. 208. P. 125–134.
84. Koktavy P., Pavelka J., Sikula J. Characterization of acoustic and electromagnetic emission sources // Meas. Sci. Technol. 2004. Vol. 15. P. 973–977.
85. O'Keefe S.G., Thiel D.V. Conductivity effects on electromagnetic emissions (EME) from ice fracture // J. of Electrostatics. 1996. Vol. 36(3). P. 225–234.





КОРЯКСКОЕ НАГОРЬЕ: ПОЛЕВЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ЛЕДНИКОВ ПЫЛГИНСКОГО ХРЕБТА

Ананичева М.Д.
к. г. н., старший научный
сотрудник ИГ РАН

Абрамов А.А.
к. г.-м. н., старший научный
сотрудник ИФХиБПП РАН

Лукьянычева М.А.
аспирант, ИГ РАН

Пакин Г.Ю.
ведущий инженер, ИГ РАН

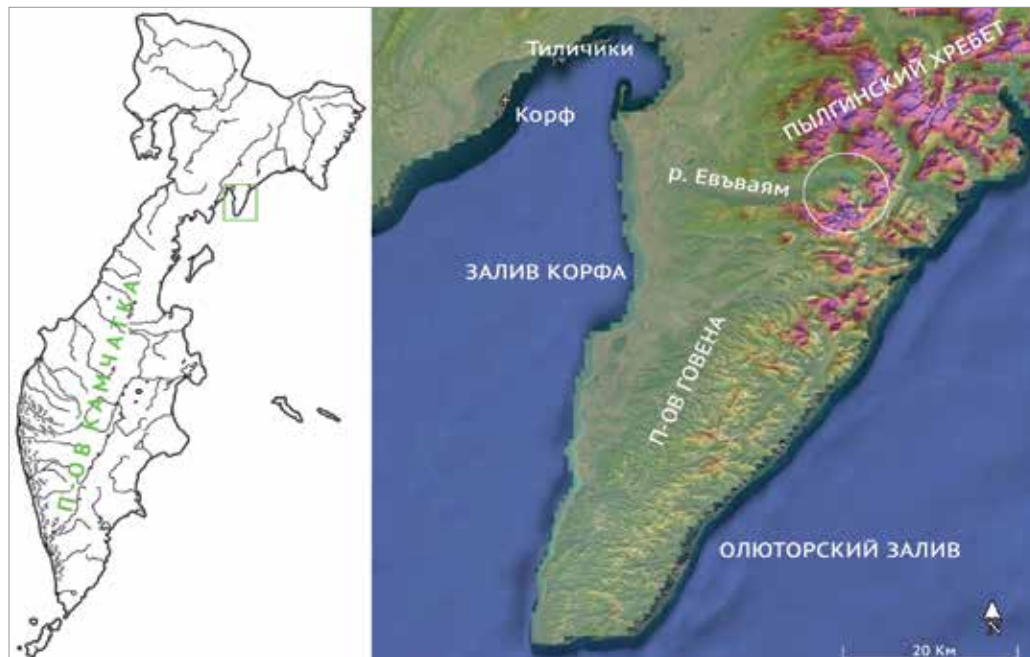
полезные ископаемые... в 80–90-е годы район был популярным объектом спортивного туризма. Николай Рундквист, проводивший здесь пеший поход высшей категории сложности, пишет в своей книге: «После недельного ожидания погоды в Тиличихах летим, наконец, на восток. Пересекаем Говену и следуем вдоль берега Олюторского залива над всеми бухтами-фьордами ... То, что на Корякском нагорье нет леса, нам сообщили еще в аэропорту. То, что здешние горы больше всего напоминают Кавказ,

затопленный до трех тысяч метров над уровнем моря, мы узнали, глядя в иллюминатор вертолета: остроконечные шпиль, поднимающиеся чуть ли не из моря, ледники, снежники, береговые скалы и тут же пляжи...»

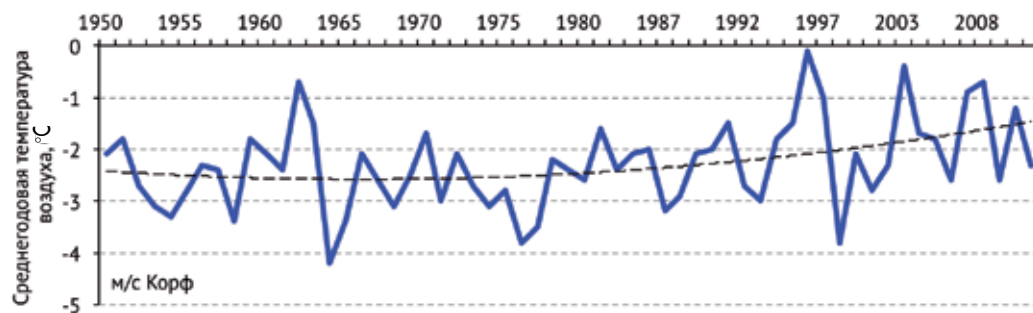
Сегодня по заросшим тропам ходят в основном медведи, так что путь к ледникам занимает несколько дней. С нами отправились в маршрут пара собак из рыбацкой избушки, с ними веселей идти, да и косялапых они прогонят при встрече.

Корякское нагорье встречает исследователей загадочными названиями: река Евъваям, озеро Ивтылгытгын, ледник Рыхтынякунский, вершина Авалынынап. Мы приехали сюда, чтобы уточнить состояние оледенения и историю его существования на полуострове Говена, в отрогах Пылгинского хребта. Поверхность сильно расчленена, горные вершины часто имеют формы шпиль, сказочных башен и минаретов. Территории эти редко посещаются учеными, гляциологи же здесь были последний раз в конце 60-х годов прошлого века. В Каталоге ледников СССР на этой территории выделено 715 ледников; разобраться, сколько ледников активны в районе сегодня и какого размера оледенение достигало в периоды максимумов, предстоит выяснить нашей маленькой экспедиции.

Про эти места нельзя сказать: нехоженые – еще лет 30 назад здесь перегоняли стада оленей, охотились, искали



Расположение района работ. Цветом показаны области многолетнемерзлых пород: желтый – в благоприятных условиях, высокотемпературная мерзлота малой мощности, фиолетовый – прерывистое и сплошное распространение (по данным Gruber, 2012)



Среднегодовая температура воздуха по данным метеостанции Корф

Долину, в верховья которой мы направляемся, создала река Евъваям. То и дело она прорезает останцы морен, которые оставило древнее оледенение. Множество озер также достались этим местам в наследство от ледника. Участки каменных россыпей украшены кольцевыми структурами – это проделки морозного пучения: в горах здесь широко распространены многолетнемерзлые породы. Климат в этой части Корякского нагорья морской муссонный, среднегодовая температура воздуха на уровне моря составляет -2°C .

Несколько слов об оледенении Корякского нагорья

Ледники были обнаружены здесь геологами в конце 1930-х годов. В 1955 году А.П. Васьяковский обнаружил на аэрофотоснимках 460 ледников и снежников. Через три года М.И. Малых насчитал 282 ледника, среди которых он выделил долинные и каровые. В 1961 году на ледниках Корякского нагорья работал Н.М. Сватков – основной автор раздела о Корякском нагорье в Каталоге ледников СССР. Им каталогизировано 715 ледников, получивших порядковые номера; самые крупные ледники в долине – Евъваямский (№ 682) и Рытхынякунский

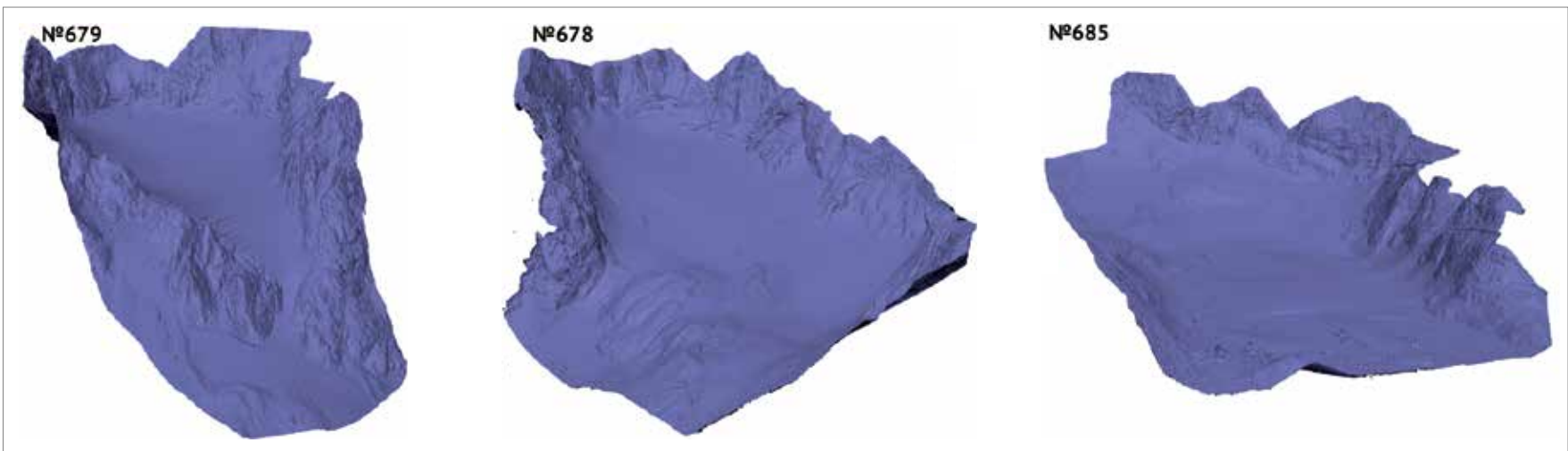
(№ 685). Рост числа ледников, скорее всего, связан с тем, что в их число вошли и каменные глетчеры. Их распространение изучалось здесь в 90-х годах прошлого века А.А. Галаниным. Анализ аэрофотоснимков за разные годы показал сокращение площади оледенения Корякского нагорья [Соломина, 1999]. Появление новых снимков Landsat MSS, TM и ETM+ и Terralook ASTER позволило уточнить контуры оледенения, на них было обнаружено 237 активных ледников [Ананичева, 2012]. Технологии не стоят на месте, современные спутники Sentinel-2A/B и «Ресурс-П» имеют более высокое разрешение, что позволило уточнить гляциологические характеристики ледников нагорья, такие как их площадь, длина, высота границы питания. По состоянию на 2018–2019 годы было обнаружено 211 ледников, из них порядка 30 в районе полуострова Говена.

Чем ближе удастся сделать снимки, тем выше точность определения контуров. Чтобы подобраться к ледникам и получить ортофотопланы, у нас есть квадрокоптер. В результате обработки снимков получают трехмерные модели поверхности, по которым можно посчитать площади ледников и сравнить с контурами на космоснимках.

Космогенное датирование: метод и результаты отбора образцов

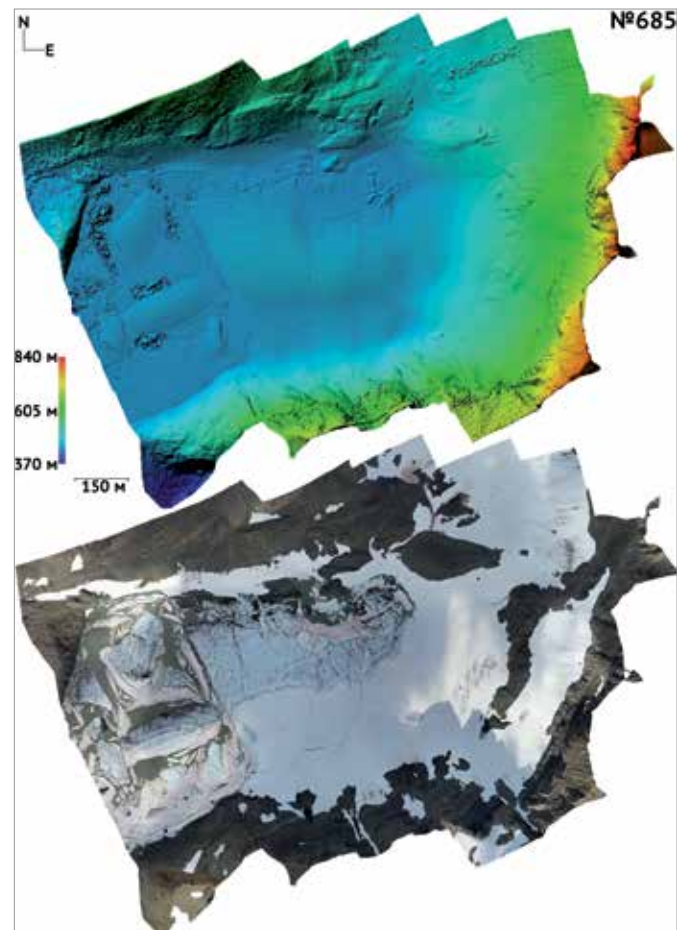
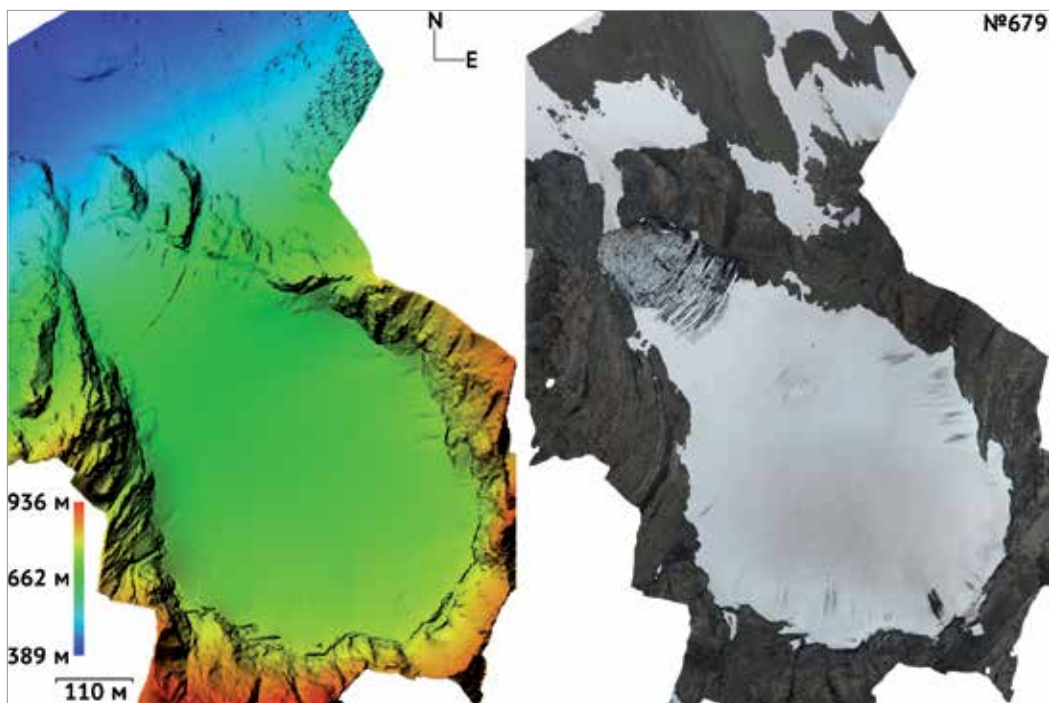
Одной из целей экспедиции стало изучение истории древнего оледенения в регионе. Об эволюции ледников, какими были масштабы ледниковых покровов Корякского нагорья в прошлые геологические эпохи, известно крайне мало. Следы древних оледенений зафиксированы в моренных грядах, которые образуются, когда ледник, спускаясь в долину, начинает таять, а содержащийся в нем обломочный материал остается на поверхности. Предварительно все морены, выраженные в рельефе, были выделены на спутниковом снимке, а также на цифровой модели рельефа. Важнейшей задачей, которую предстояло решить в ходе экспедиции, стало определение возраста разных форм рельефа, сформированного древними ледниками методом наземных космогенных нуклидов, или коротко – космогенное датирование.

Космогенное датирование основано на измерении концентрации космогенных изотопов в горных породах, которые образуются в результате воздействия космического излучения на горные породы. В атмосфере постоянно происходит взаимодействие космического излучения с атомами атмосферных газов, рождаются вторичные нуклиды, которые взаимодействуют с атомами в составе минералов горных пород. Таким образом формируются радиоизотопы, которых на Земле в принципе не существует. Для датирования необходимо, чтобы в породе содержался кварц, в кристаллах которого под воздействием космического излучения из кремния формируется 26-й алюминий, а из кислорода – 10-й бериллий. Скорость



Цифровые модели поверхности ледников,
построенные в программе MetashapePro ▲
по перекрывающимся снимкам с квадрокоптера

Цифровая модель поверхности и ортофотоплан ледника, ▲
построенные в программе MetashapePro
по перекрывающимся снимкам с квадрокоптера ▼



*Ледник № 679 анфас
(в этом году снега много,
открыт только кончик языка)*

накопления зависит от высоты и географических координат, т.е. от близости к полюсу и мощности воздействия космического излучения. Измерение концентрации этих изотопов позволяет определить, как давно горная порода находится на поверхности и испытывает воздействие излучения из космоса. Для определения возраста морен выбирают самые крупные валуны, которые не меняли своего положения с момента отложения. Мы ориентировочно выбрали маршрут и основные, наиболее представительные древние морены. По снимкам местность представлялась очень благоприятной для пеших переходов и поисков валунов. Но реальность оказалась более суровой. Обильная растительность затрудняет доступ к обнажениям, вершины моренных гряд (представляющие наибольший научный интерес) полностью покрыты кедровым стлаником. Но несмотря на все трудности, были отобраны несколько валунов для датирования. Теперь образцы пройдут стадию подготовки для выделения кварца в лаборатории географического факультета МГУ им. М.В. Ломоносова и измерение концентрации космогенных изотопов на огромных научных приборах – ускорительных масс-спектрометрах в лаборатории Орхусского университета в Дании.

Некоторые итоги и выводы экспедиции

В долине реки Евъваям на северо-западных склонах Пылгинского хребта обнаружено исчезновение части обозначенных на картах горно-долинных ледников и переметных систем. Сохранились висячие каровые ледники в глубоких затененных карах верхнего яруса







Верховья долины реки Еввьям,
по центру ледник № 680

Моренные валы и озера остались в наследство
от позднеплейстоценового оледенения

северной и северо-западной экспозиций. Они полностью занимают дно кара, а верхняя граница фирнового бассейна распространяется до половины высоты стенок кара, не достигая гребня. Окончания ледникового языка у ледников северо-западной экспозиции более пологи и скрыты под слоем сезонного снега.

Отепляющее действие океана распространяется не выше 500–600 м над у.м., обеспечивая бурное развитие тундровой мохово-кустарниковой растительности на дне и склонах долины и даже полосы присклоновых лиственных лесов. На высоте свыше 600 м над у.м. преобладает влияние холодных северных и северо-западных континентальных воздушных потоков, которые встречаются над зоной хребта с более теплыми воздушными потоками со стороны океана и обеспечивают частые туманы

и локальное выпадение большого количества осадков. Мерзлые породы, широко распространенные в районе, способствуют конжеляционному льдообразованию в летнее время. Эти условия обеспечивают существование ледников ниже снеговой границы на склонах берегового хребта на высотах всего 800–400 м над у.м. и ярко выраженную высотную поясность растительности.

Исследования поддержаны грантом РФФИ 19-05-00822 «Малые ледники Севера России в разные периоды времени как чувствительный показатель изменения климата: оценка современного, прошлого и будущего состояний относительно изученных и вновь открытых ледников». Участники экспедиции благодарят за помощь и поддержку главу администрации ОМР «Тиличики» Олега Николаевича Свириденко.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ананичева М.Д. Современное состояние ледников Корякского нагорья и оценка их эволюции к середине текущего столетия // Лед и снег. 2012 № 1 (117). С. 15–24.
2. Галанин А.А. Каменные глетчеры – особый тип современного горного оледенения северо-востока Азии // Вестн. ДВО РАН. 2005. № 5. С. 59–70.
3. Каталог ледников СССР. Т. 20: Камчатка. Ч. 1: Корякское нагорье. Л.: Гидрометеиздат, 1982. 79 с.
4. Рундквист Н. Широко шагая. Екатеринбург: Квист, 2014. 576 с.: ил.
5. Соломина О.Н. Горное оледенение Северной Евразии. М.: Научный мир, 1999.
6. Gruber S. Derivation and analysis of a high-resolution estimate of global permafrost zonation, The Cryosphere. 2012. Vol. 6. P. 221–233.

ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ОБСТАНОВКА В ЯМАЛО-НЕНЕЦКОМ АВТОНОМНОМ ОКРУГЕ

Колесников Р.А.

*к. геогр. н., заведующий сектором
охраны окружающей среды
ГКУ ЯНАО «Научный центр
изучения Арктики»*

В 2020 году исполняется 90 лет с момента образования Ямало-Ненецкого автономного округа, который расположен на севере Западной Сибири и играет ключевую роль не только в экономическом развитии Российской Федерации, но и в функционировании мировой экономической системы. Сегодня автономный округ – это один из динамично развивающихся регионов Российской Федерации и циркумполярной арктической зоны в целом.

Территория Ямало-Ненецкого автономного округа является высоко индустриально освоенной и урбанизированной (более 80 % населения проживает в городах). В настоящее время здесь зарегистрировано 73 предприятия-недропользователя, которые владеют 291 лицензией на геологическое изучение, разведку и добычу углеводородного сырья. В 2019 году добыча нефти велась на 71 месторождении 22 предприятиями и составила 34 млн тонн; добыча газа осуществлялась на 103 месторождениях 37 предприятиями и составила 608 млрд м³; добыча газового конденсата проводилась на 42 месторождениях 26 предприятиями и составила 23,6 млн тонн.

Добыча углеводородного сырья сопровождается поисково-оценочными

и разведочными работами, проводятся поисковое и разведочное бурение, геофизические и геохимические исследования, научно-исследовательские работы. В 2019 году суммарный объем бурения составил 88,8 тыс. погонных км, 3D-сейсморазведки – 7,9 тыс. км².

Помимо добычи углеводородного сырья осуществляются разработка месторождения хромовых руд, добыча подземных вод и общераспространенных полезных ископаемых. Кроме этого активно развиваются сельское хозяйство (в первую очередь оленеводство), строительная и транспортная сферы.

В последние десятилетия активное хозяйственное освоение стало основным фактором, определяющим состояние окружающей среды Ямало-Ненецкого автономного округа. В настоящее время на данный фактор воздействия стали накладываться процессы, связанные с изменением климата. В представленной статье мы оценим экологическую ситуацию в регионе в связи с воздействием антропогенной деятельности и изменением климата.

Состояние атмосферного воздуха

По данным федерального статистического наблюдения, общий объем выбросов загрязняющих веществ от

стационарных источников в 2019 году составил 770,506 тыс. тонн. Это несколько ниже, чем в 2017 году, но значительно превышает показатели 2014–2016 годов и несколько выше 2018 года (табл. 1).

Объем выбросов загрязняющих веществ в 2019 году от передвижных источников достигает 85,801 тыс. тонн, что выше показателей 2018 года (78,3 тыс. тонн).



*Газовая факельная установка
на Вынгаяхинском месторождении. ►
Фото автора*

Таблица 1

**Объемы валовых выбросов загрязняющих веществ
в атмосферу на территории ЯНАО**

Объем валовых выбросов от стационарных источников, тыс. тонн					
2014	2015	2016	2017	2018	2019
580,21	632,18	749,339	786,193	769,942	770,506

Среди населенных пунктов наибольшие количественные показатели валовых выбросов отмечаются в городах Новый Уренгой и Ноябрьск. Однако в целом по округу наибольший вклад в общий показатель объема валовых выбросов вносят выбросы загрязняющих веществ, осуществляемые в границах муниципальных образований, на территории которых расположены ключевые месторождения углеводородного сырья и присутствует инфраструктура трубопроводного транспорта (Надымский, Пуровский и Ямальский районы – на них приходится 90 % выбросов).

Наибольший вклад в формирование показателя валового выброса загрязняющих веществ вносят оксиды углерода и углеводороды. Суммарно доля вышеуказанных групп составляет 80 % от общего количества выбросов в Ямало-Ненецком автономном округе. В 2019 году наиболее значительным является прирост выбросов диоксида серы (SO_2) и оксида азота (NO_x). Суммарные выбросы диоксида серы (SO_2) от передвижных и стационарных источников увеличились на 25 %.

Причиной увеличения выбросов диоксида серы является сжигание нефтепродуктов организациями, специализирующимися на бурении, строительстве и ремонте разведочных и эксплуатационных скважин на месторождениях

углеводородного сырья, и компаниями, специализирующимися на добыче и транспортировании нефти, газа и газового конденсата. Кроме того, некоторые поставщики коммунальных услуг, электричества и тепловой энергии ввели в эксплуатацию генерирующее оборудование, работающее на дизельном топливе, что также повлияло на увеличение выбросов диоксида серы.

Значительный рост выбросов оксида азота (NO_x) наблюдается в основном от передвижных источников (прирост выбросов в 2019 году по отношению к выбросам в 2018 году составил 48 %), в первую очередь за счет роста количества грузового транспорта и автобусов.

Таким образом, основными причинами увеличения валовых выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух на территории Ямало-Ненецкого автономного округа являются: 1) освоение месторождений углеводородного сырья и функционирование объектов инфраструктуры, имеющих стационарные источники выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух; 2) ввод в эксплуатацию тепло- и энергообеспечивающей инфраструктуры на сернистом и углеродоемком топливе; 3) увеличение регионального парка автотранспортных средств.

Способами решения данной проблемы могли бы стать: 1) разработка и вне-

дрение природосберегающих технологий, позволяющих снизить сжигание углеводородов при бурении, строительстве и ремонте скважин, добыче и транспортировании нефти, газа и газового конденсата; 2) замена твердого и жидкого топлива на природный газ.

Общие региональные выбросы парниковых газов в автономном округе в 2019 году составили 83,9 млн тонн CO_2 -экв., что на 11,8 млн тонн CO_2 -экв. больше, чем в 2018 году (72,1 млн тонн CO_2 -экв.), и на 20,9 млн тонн CO_2 -экв., чем в 2015 году (63,0 млн тонн CO_2 -экв.). Антропогенная эмиссия (с учетом поглощений) в автономном округе составила 63,4 млн тонн CO_2 -экв. В составе выбросов доминирует CO_2 – 74,9 %, существенна доля CH_4 – 25 %, доля N_2O – 0,1 %.

Основной вклад в выбросы парниковых газов вносит топливно-энергетический сектор – 99,4 %, в т.ч. «сжигание топлива» – 31,9 %, «фугитивные выбросы от топлива» – 67,4 %. Вклад сельского хозяйства, а также выбросов от хранения отходов – менее 1 %. Природными источниками парниковых газов в округе являются лесные пожары.

Оценка поглощений парниковых газов показала, что в 2019 году основными поглотителями парниковых газов на территории автономного округа являлись лесные земли (вклад 57,9 %) и оленьи пастбища (41,8 %). Поглощение парниковых газов территорией округа достигает 20,5 млн тонн CO_2 -экв. Т.е. суммарный объем антропогенной эмиссии парниковых газов компенсируется природным нетто-поглощением лишь на 10–15 %. Связано это с тем, что арктические, тундровые и лесотундровые экосистемы обладают низкой способностью к поглощению парниковых газов.

Предполагаем, что способами сокращения эмиссии парниковых газов в автономном округе должны стать строительство производственной инфраструктуры по переработке попутного нефтяного газа, внедрение энергосберегающих технологий, строительство новых газовых котельных, перевод общественного автотранспорта на газомоторное топливо, использование технологий когенерации.

Состояние водных объектов

Речная сеть Ямало-Ненецкого автономного округа представлена около 50 тыс. рек общей протяженностью около 291 тыс. км, густота речной сети составляет 0,38 км/км². Также в регионе более 350 тыс. озер. Кроме этого, на территории автономного округа находится 305 месторождений (участков) пресных подземных вод с утвержденными запасами в количестве 541,868 тыс. м³/сут.; 52 месторождения соленых (минерализованных) подземных вод с утвержденными запасами в количестве 226,74 тыс. м³/сут. и 3 месторождения минеральных подземных вод с утвержденными запасами в количестве 0,389 тыс. м³/сут.

В 2019 году объем воды, забранной из природных водных объектов, составил 195,18 млн м³, в том числе 19,03 млн м³ – из поверхностных водных объектов, 173,28 млн м³ – из подземных и 2,87 млн м³ – морской воды (табл. 2).

В свою очередь, объем водоотведения сточных вод в поверхностные водные объекты в 2019 году составил 36,97 млн м³. При этом без очистки и недостаточно очищенной воды сброшено 78 % от всего объема сточных вод. Данная ситуация продолжается на протяжении многих лет, в связи с чем в водных объектах растет содержание нефтепродуктов, металлов, синтетических поверхностно-активных веществ.

В автономном округе эксплуатируется 53 канализационных очистных сооружений, и только 22 осуществляют очистку сточных вод в населенных пунктах. В результате удельный вес проб воды, не соответствующих гигиеническим нормам по санитарно-химическим показателям, в 2019 году составил 26 %.

Мы наблюдаем, что проблема эффективной очистки и обеззараживания сточных вод остается одной из наиболее значимых для региона. Она обусловлена физической изношенностью оборудования очистных сооружений, использованием морально устаревших технологий очистки стоков, недостаточной мощностью очистных сооружений.

В водных объектах в результате хозяйственной деятельности в пределах водосборной площади отмечаются повышенные концентрации нефтепродуктов, фенолов, ионов тяжелых металлов, органических и биогенных веществ, условно патогенной микрофлоры, а также повышенные значения БПК₅. Однако необходимо отметить, что река Обь про-

текает через всю Западную Сибирь и ее воды приходят на территорию региона, имея уже значительный уровень как микробиологического, так и химического загрязнения.

Также в автономном округе широко распространена закачка природных и сточных вод в глубокие водоносные горизонты. В 2019 году закачано в глубокие горизонты 128 999,693 тыс. м³ воды. В результате добычи подземных вод и закачки сточных вод в глубокие горизонты подземная гидросфера испытывает интенсивную техногенную нагрузку. Многолетнее интенсивное техногенное воздействие приводит к изменению уровня режима подземных вод, изменению характера взаимосвязи между отдельными водоносными горизонтами, подземными и поверхностными водами, загрязнению водных объектов. Самыми распространенными показателями промышленного загрязнения подземных вод, обнаруженными на питьевых водозаборах, являются нефтепродукты. Как правило, повышенные концентрации нефтепродуктов фиксируются в подземных водах водозаборов питьевого назначения, расположенных на территориях интенсивно эксплуатируемых месторождений углеводородного сырья и объектов их переработки и транспортировки.

Состояние почв и земельных ресурсов

Общая площадь нарушенных земель на территории округа по состоянию на 1 января 2020 года составляет 103,7 тыс. га, в т.ч. на землях сельскохозяйственного назначения – 63,0 тыс. га, на землях населенных пунктов – 1,0 тыс. га, на землях промышленности – 38,1 тыс. га, на землях запаса – 1,5 тыс. га.

Таблица 2

Динамика объемов забранной воды из природных водных объектов автономного округа за 2015–2019 годы, млн м³

2015	2016	2017	2018	2019
235,75	224,1	211,6	190,65	195,18

За 2019 год было нарушено 33 664,38 га земель. Основной объем нарушений почвенного покрова (66,5 %) приходится на разработку месторождений полезных ископаемых и составляет 22 389,72 га. Нарушение земель зафиксировано также при изыскательских работах – 5 618 га, строительных работах – 5 566,70 га, а также вследствие утечки при транспортировке нефти, газа, продуктов переработки нефти – 26,76 га. Объем снятого плодородного слоя почвы составляет 1 023,09 тыс. м³ с площади 297,40 га. Объем заскладированного плодородного слоя почвы на 1 января 2020 года составляет 2 822,52 тыс. м³.

За это же время было рекультивировано 12 920,76 га нарушенных земель, в т.ч. под сельскохозяйственные угодья – 9 121,63 га, под лесные насаждения – 1 925,92 га, под водоемы и другие цели – 1 873,21 га.

Отходы

В 2019 году на территории округа образовалось 1728,95 тыс. тонн отходов. Основная масса образованных отходов представлена отходами IV класса опасности, доля этих отходов составляет 87,83 % от общего количества образованных отходов, доля отходов V класса значительно меньше – 9,33 %, III – 2,82 %, II – 0,021 %, I – 0,0047 %. В сравнении с 2018 годом в 2 раза увеличилась масса отходов IV класса, количество отходов V класса снизилось на 19,23 %.

За период с 2015 по 2020 год объем образованных отходов вырос на 84,04 %. Большая часть отходов – это отходы добычи полезных ископаемых. Доля отходов, утилизированных в 2019 году, составила 78,12 % от общего количества образованных на территории автономного округа отходов, доля обезврежен-

ных отходов – 7,14 %, доля захороненных – 10,64 %.

На территории автономного округа насчитывается 119 объектов размещения отходов, из них 32 полигона ТЭК и 7 полигонов, обслуживающих муниципальные образования, 48 свалок, 46 из которых – поселковые. Из общего числа полигонов 3 временно не эксплуатируются. Кроме того, на территории автономного округа насчитывается 28 шламовых амбаров, 9 из которых в 2019 году выведены из эксплуатации, 4 из них уже рекультивированы, 5 остаются нерекультивированными и 1 временно законсервирован. Также имеется 2 площадки хранения и размещения бурового шлама, 1 из которых временно законсервирована.

Из общего количества объектов размещения отходов, эксплуатируемых на территории автономного округа, в государственный реестр объектов размещения отходов включены 69 объектов, в т.ч. 39 полигонов, 28 шламовых амбаров и 2 площадки хранения и размещения бурового шлама.

Основная часть объектов размещения отходов, соответствующих требованиям федерального законодательства и включенных в государственный реестр объектов размещения отходов, используется предприятиями топливно-энергетического комплекса.

Обеспеченность населенных пунктов автономного округа объектами размещения отходов, соответствующими требованиям действующего законодательства, довольно низкая. Главным образом, для размещения отходов используются объекты, не включенные в государственный реестр объектов размещения отходов, – свалки.



Разработка карьера общераспространенных полезных ископаемых.
Фото автора

Ликвидация объектов накопленного вреда
окружающей среде на полуострове Ямал.
Фото автора



Необходимо отметить, что в автономном округе активно проводится работа по привлечению внимания населения к проблемам охраны окружающей среды, проведено более 140 мероприятий экологической направленности, участниками которых стали около 7 тыс. человек.

С целью улучшения состояния окружающей среды в Ямало-Ненецком автономном округе реализуются следующие меры:

- внедряются наилучшие доступные технологии;
- ведется работа по расчистке водных объектов исходя из приоритетности объектов, являющихся источниками питьевого водоснабжения;
- реализуются мероприятия по повышению качества питьевой воды;
- ликвидируются несанкционированные свалки;
- осуществляется переход на новую систему обращения с твердыми коммунальными отходами.

Подводя итоги, можно сказать, что главными факторами, определяющими состояние окружающей среды Ямало-Ненецкого автономного округа, являются хозяйственная деятельность и урбанизация. В последнее время начинает существенно влиять фактор изменения климата.

Загрязнение окружающей среды характеризуется неравномерностью распределения. Отмечается зависимость загрязнения и нарушения экосистем от направления хозяйственной деятельности (сельское хозяйство, добыча полезных ископаемых и т.д.) и интенсивности этой деятельности. В целом экологическую обстановку в Ямало-Ненецком автономном округе можно оценить как «удовлетворительную».

БЕЛЫЕ, ГОЛУБЫЕ И ЗЕЛЕННЫЕ ПРОСТРАНСТВА АРКТИЧЕСКИХ ГОРОДОВ*

Эзау И.

*PhD, Nansen Environmental
and Remote Sensing Center,
Bergen, Norway*

Соромотин А.В.

*д. б. н., директор научно-
исследовательского института
экологии и рационального
использования природных ресурсов
Тюменского государственного
университета*

Федоров Р.Ю.

*к. филос. н., старший научный
сотрудник Института криосферы
Земли ТюмНЦ СО РАН,
старший научный сотрудник
Международного центра криологии
и криософии ТюмГУ*

Давно замечено, что природные ландшафты оказывают значительное влияние на человеческие сообщества и на каждого человека в отдельности. Гармония включения открытых пространств в сложную систему городских поселений значительно улучшает как физическое качество жизни, так и восприятие глубокой духовной и культурной связи с окружающей средой. Влияние городских парков, зеленых насаждений (зеленых пространств) и открытых водных поверхностей (голубых пространств) на городскую жизнь изучается уже давно [Labib et al., 2020]. Многократно показано, что зеле-

ные и голубые, а шире – открытые, городские пространства улучшают здоровье городских жителей, снижают тревожность, агрессию. Таким образом, инвестиции в открытые городские пространства можно рассматривать, и это доказывают конкретные цифры, как инвестиции не только в качество жизни, но и в здоровье городских жителей [Kondo et al., 2018]. Недаром газоны и парки, набережные и городские пруды повсеместно становятся самыми притягательными, самыми ценными участками городской территории. Игнатьева с коллегами [Ignatieva et al., 2018] рассматривает такие открытые пространства как неотъемлемый элемент градостроительных решений устойчивого развития. Более того, гармоничная интеграция природных экосистем в городскую среду, и через это улучшение ее климатических и экологических характеристик, становится приоритетом исследований в европейских научных и инновационных программах.

Исследования открытых городских пространств, однако, в основном сосредоточено на городах умеренной и тропической биоклиматических зон. А что же происходит в городах с холодным, и тем более арктическим, климатом? К сожалению, наши знания об открытых пространствах северных городов крайне ограничены. Обширные программы по изучению городского климата, которые проводились в СССР, были свернуты. В Скандинавии и на Аляске исследования фрагментарны, хотя ра-

боты последних лет показывают необходимость специального учета открытых пространств в градостроительных решениях, особенно на территориях вечной мерзлоты [Lynch et al., 2007]. Более обширные исследования проводились в Канаде, где, например, были намечены пути развития городских пространств для их более интенсивного использования в зимних условиях [Sanborn, 2017].

Долгое время северные города планировались исходя из парадигмы максимальной изоляции городских жителей от, как казалось, неблагоприятных климатических условий Арктики. Городом был хотя и недостижимым, но идеалом городского планирования. Более подробное изучение связей человека и природы заставляет пересмотреть этот идеал. Поистине революционным является разворот в сторону включения в городскую жизнь открытых пространств северных городов, которые на протяжении долгого зимнего сезона покрыты снегом, т.е. белых пространств. Города, где жители не изолированы, а, наоборот, гармонично используют белые пространства, получили названия «зимних» городов [Pressman, 1995]. Санборн [Sanborn, 2017] и Чапман [Chapman, 2017] обнаружили, что жители Эдмонта в Канаде и Лулео в Швеции используют белые пространства отнюдь не менее интенсивно, чем зеленые и голубые. Даже в холодные зимние дни на пешеходных улицах полно народа, а велосиподорожки превращаются в лыжню.

* Работа выполнена при поддержке РФФИ, проект № 20-55-71004.

Лонгйирбюен, Норвегия.
Фото И. Эзау



И все же знаний о климатическом и культурном значении открытых пространств в северных городах нам еще не хватает. Быстрые климатические изменения в Арктике заставляют направлять больше усилий на обеспечение устойчивого развития наших городов. Детализация прогнозов и рекомендаций крайне важна не только с экономической, но и с общечеловеческой перспективы. Поэтому в 2020 году начали проводиться исследования в рамках международного проекта «Открытые городские пространства как фактор обеспечения устойчивого развития в Арктике в условиях климатических изменений» (английский вариант названия: Building Socio-Ecological Resilience through Urban Green, Blue and White Space (SERUS)). Проект, получивший грантовую поддержку Belmont Forum и РФФИ, объединил исследователей из Норвегии (Nansen Environmental and Remote Sensing Center), США (George Washington University) и России (Тюменский государственный университет, Московский государственный университет им. Ломоносова). Для исследований были выбраны города Надым и Апатиты в России, Лонгйирбюен в Норвегии и Фэрбенкс в США. Эти города расположены в ряде типичных климатических зон Арктики, при этом на их территории были реализованы разные административно-планировочные подходы к формированию городской среды.

Наш подход основан на изучении многогранного комплекса городских социальных и природных систем в их интегрированном единстве. В последнее время открытые городские пространства рассматриваются не просто как места общего пользования, а в качестве биомов – высокоинтегрированных городских экосистем. В связи с этим основной целью проекта стало осмысление



Лонгйирбюен вытянулся по долине меж крутых, осыпающихся склонов, что создает серьезную опасность лавин и оползней при потеплении климата. В последние годы поселок стал популярным местом для захода морских арктических круизов. Фото И. Эзау

физико-климатических, экологических и социальных аспектов роли открытых пространств в устойчивом развитии арктических городов. В методологии исследования важное место уделено поиску точек соприкосновения и взаимного дополнения естественно-научных и гуманитарных дисциплин. Такой подход позволил рассмотреть природную среду арктического города в качестве своеобразного продукта социальной и культурной деятельности проживающих в нем людей, одновременно давая возможность оценить влияние происходящих в природе процессов на жизнь городского сообщества [Laruelle et al., 2019]. Центральное место в проекте занимает изучение связи локальных климатических особенностей городов с тремя ключевыми типами открытых городских пространств. К зеленым пространствам относятся деревья и другие объекты городского растительного мира. Голубые пространства – это водоемы, расположенные в черте города или в пределах его культурного влияния. Еще одним важным и в то же время наименее изученным элементом экологии

северных городов являются белые пространства – поверхности земли, которые покрыты снегом на протяжении 8–9 месяцев в году. В условиях Арктики все три вида этих открытых пространств тесно связаны между собой, формируя индивидуальные климатические и экологические особенности городской среды.

Зеленые пространства арктических городов имеют важное значение для комфортного проживания в них людей. Они не только защищают жителей города от ветров и выхлопных газов, но также являются одним из организующих звеньев городских экосистем. Учитывая то, что большинство построенных в Арктике городов находятся в зоне лесотундры и таежных редколесий, адаптация к их природно-климатическим условиям деревьев и других растений, которые обычно произрастают в более южных регионах, часто бывает сопряжена со значительными трудностями.

Озеленение города Апатиты было начато энтузиастами еще в 1960-е годы. До него территория города была преимущественно покрыта березовым редколесьем. В концепции озеленения го-

рода доминируют лесные и парковые ландшафты с березовыми и осиновыми рощами [Апатиты: природа, экология, туризм]. Кроме этих местных пород деревьев в озеленении Апатитов удалось использовать такие привезенные из других регионов и прошедшие успешные индукционные испытания растения, как сибирский кедр, лиственница сибирская, ива Шверина, бузина, ирга, яблоня ягодная, спирея иволистная, боярышник, а также декоративная жимолость, шиповник, сирень венгерская и ряд других деревьев и кустарников [Апатиты: природа, экология, туризм]. Две важные особенности характеризуют внедрение зеленых пространств в городскую структуру Апатитов. Во-первых, это активное участие самого населения в зеленом «строительстве». Энтузиасты проводили озеленение не по плану, разработанному и утвержденному где-нибудь в Москве или Ленинграде, а сообразуясь с собственными местными нуждами и условиями, в т.ч. принимая во внимание участки загрязнения от горнорудной и металлургической промышленности [Hagner & Rigina, 1998].



Во-вторых, Кольский научный центр в Апатитах обеспечивал и обеспечивает солидный научный базис для зеленого «строительства», предоставляя акклиматизированные сорта растений и рекомендации по уходу за ними, которые получены в результате деятельности Полярно-альпийского ботанического сада. Вот что писала газета «Хибиногорский рабочий» в далеком 1932 году: «За полярным кругом, в бесплодной тундре, где еле уживается человек, и вдруг... Ботанический сад! ... Так встречают многие известие о создающемся в окрестностях Хибиногорска северном аванпосте советской ботаники. ... Полярное земледе-

лие – уже факт. Оно развивается и крепнет, втягивая в свою орбиту все новые сорта культурных растений, вырабатывая свои, полярные приемы возделывания почвы» [<https://www.pabgi.ru>].

Растительность местности, на которой был построен город Надым, изначально состояла из редкостойных лиственнично-березовых лесов с вкраплениями ели и кедра [Печкин и др., 2018, с. 117]. В соответствии с исследованиями, проведенными в 2015 году. Научным центром изучения Арктики, в структуре древесных насаждений, представленных на главных улицах города, доминирует береза пушистая и ива разных видов. По

сравнению с ними в значительно меньшей степени представлены такие деревья, как сосна сибирская и сосна обыкновенная, рябина сибирская, ель обыкновенная и лиственница сибирская. В озеленении исследованных улиц преобладают лиственные породы деревьев, доля которых составляет 85,2 %. На долю хвойных пород деревьев приходится 14,8 % [Печкин и др., 2018, с. 118].

Систематическое озеленение Фэрбенкса и Лонгйирбюена не проводилось. В то же время жители обоих поселений предпринимают попытки внедрения культурных зеленых пространств в частном порядке. Зеленые и голубые про-



странства в Фэрбенксе больше представлены парковыми зонами, а не элементами городской среды. Многие домовладения в Фэрбенксе, который по климатическим условиям вполне сопоставим с Надымом, имеют вид городских лужаек и парков. Разработаны рекомендации по частному озеленению. Также имеются участки более естественных лугов и лесопарков в черте города, которые активно используются для привлечения туристов. Более мягкий, но в то же время более прохладный климат Лонгйирбюена не позволяет создавать стационарные зеленые пространства. Здесь доминирует фор-

ма мобильного озеленения, когда растения (в кадках) выносятся на открытые пространства при благоприятных погодных условиях. При температуре $+8-12^{\circ}\text{C}$, что не так уж и редко в летнее время, растения не погибают, хотя и не развиваются.

В рамках международного проекта предполагается провести сравнение эффективности выбора зеленых насаждений в исследуемых городах и описать культурные модели влияния зеленых пространств на городские системы.

Голубые пространства не менее важны для жителей городов, но при этом они значимы и для городской эко-

номики и транспортной системы. В конце XVI – XVII веке первые арктические города-остроги Сибири основывались на берегах крупных рек. Реки играли важную роль в жизнеобеспечении этих городов и связях с внешним миром. Сегодня голубые пространства северных городов продолжают выполнять ряд специфических, а порой – жизненно важных функций. Реки, по которым ведется судоходство в период летней навигации, в холодное время года нередко используются в качестве зимников, по которым осуществляется автомобильное сообщение с крупными транзитными магистралями. Замерзшие водоемы

также нередко превращаются в дополнительное средство мобильности городских жителей. К примеру, через них устраиваются пешеходные переходы, сокращающие расстояния между разными районами города. При этом изменения климата, влияющие на сроки замерзания и протаивания рек, нередко серьезным образом сказываются на динамике пространственной мобильности жителей северных городов.

Реки и озера играют важную роль в формировании локальных климатических и экологических особенностей арктических городов, влияя на влажность воздуха, направление ветров, являясь местом обитания рыб и водоплавающих птиц. В настоящее время все больше возрастает рекреационное значение таких голубых пространств. Набережные становятся организующими местами для отдыха и общения горожан. В холодные времена года замерзшие водоемы могут использоваться в качестве мест для проведения праздников и организации различных зимних видов спорта.

Город Надым был основан вблизи одноименной реки, которая впадает в Обскую губу Карского моря. В окрестностях города имеется речной порт, который играет важную роль в логистике крупногабаритных грузов для бытовых и промышленных нужд. В черте города также находится система озер, самым крупным из которых является озеро Янтарное, имеющее длину около 2 км. В городской среде оно играет важную рекреационную роль. В летнее время на его берегу местные жители устраивают пикники, зимой – катаются по замерзшему озеру на лыжах. В начале марта на озере проводится популярный у жителей Ямала праздник – День оленевода. В то же время экологическое состояние

водоема вызывает тревогу как у специалистов, так и у жителей города. Лишь в последние годы в городе начали проводиться работы по благоустройству его набережной.

В черте города Апатиты нет крупных водоемов, однако его границы находятся в непосредственной близости от обширных по своей площади притоков озера Имандра. Система притоков и водохранилищ озера подвергалась значительным антропогенным вмешательствам, связанным с деятельностью энергетических, горнодобывающих и металлургических предприятий, что существенным образом сказалось на их экологии [Даувальтер, Кашулин, 2016]. В то же время озеро играет для горожан важную рекреационную роль.

Важнейшую градообразующую роль в отсутствие каких бы то ни было наземных коммуникаций имеет морской залив Ис-фьорд для Лонгйирбюена. Через него происходит снабжение поселка и доступ туристов к арктическим достопримечательностям. При этом сам берег залива не включен в городскую среду и остается малодоступным как для жителей, так и для туристов. Мало внимания уделяется голубым пространствам и в Фэрбенксе.

Белые пространства присутствуют в арктических городах на протяжении 8–9 месяцев не только в виде снежных покровов. В этот период они также существенным образом преобразуют зеленые и голубые пространства. Таким образом, белые пространства можно



День оленевода в Надыме. Фото А.С. Печкина

рассматривать в качестве главной средообразующей особенности зимних городов. На протяжении длительного времени было распространено мнение о том, что в городской среде целесообразно бороться с белыми пространствами, т.к. они часто становятся серьезными барьерами для мобильности их жителей. Однако исследования последних лет выявили ряд положительных свойств белых пространств. К примеру, снежные покровы оказывают благоприятный визуальный эффект в темное время суток, благотворно влияя на эмоциональное состояние горожан. Белые пространства значительно увеличивают вертикальное турбулентное перемешивание и ослабляют ночное выхолаживание. Снежные насыпи, сделанные вдоль

тротуаров и зданий, могут защитить людей от ветров. Не следует забывать о том, что белые пространства играют важную роль для поддержания здорового образа жизни. В черте города их можно использовать для прокладки лыжных дорожек и создания открытых площадок для занятий различными зимними видами спорта. Снег и лед являются важными ресурсами для креативного преобразования и украшения городской среды, включая строительство аттракционов и скульптур из льда.

Одной из типичных ошибок, возникающих в процессе проектирования застройки арктических городов, является реализация типовых градостроительных решений, применяемых в более южных регионах, зачастую без изуче-

ния особенностей их внедрения в суровых, а подчас экстремальных условиях Крайнего Севера. Печальным и широко известным примером этого может служить серьезный экономический ущерб от деформаций и быстрого приведения в аварийное состояние первых многоэтажных зданий, которые были построены на мерзлоте в городах Советской Арктики. Сегодня становится все более очевидным, что устойчивое развитие северных городов связано не только с минимизацией техногенных рисков, но и с решением целого комплекса специфических социальных и экологических проблем. Одним из ответов на эту проблему стало создание в начале 1980-х годов в Канаде Ассоциации зимних городов, которая объединила ученых, проектировщиков, инженеров, архитекторов и ряд других специалистов. На протяжении многих лет идейным вдохновителем и президентом ассоциации являлся профессор университета Ватерлоо (Онтарио, Канада) Норман Прессман. Основная миссия ассоциации состояла в том, чтобы в процессе формирования городской среды не просто максимально учитывать ее исходные климатические особенности, но и извлекать из них преимущества, которые сделали бы северные города привлекательными для жизни. Для решения этой задачи был выделен круг следующих практических мер:

- формирование компактной и связанной городской среды, обеспечивающей комфортное пребывание людей на улице в холодную погоду, их быстрое и беспрепятственное передвижение между социально значимыми объектами;
- оптимизация работы общественного транспорта с учетом сезонных



Ледовый городок в Фэрбенксе – это популярное место семейного отдыха. Фото И. Эзау

природно-климатических особенностей арктических городов. Внедрение адаптированных для холодного климата транспортных терминалов, включающих крытые перроны, обогреваемые автобусные остановки и т.д.;

- минимизация воздействия ветров на открытые городские пространства посредством выбора оптимальной ориентации построек, использования зеленых насаждений и снежных насыпей;
- проектирование открытых городских пространств с учетом обеспечения их максимального солнечного освещения, использование подсветки зданий в темное время суток;
- использование в облицовке зданий цветов, создающих комфортную визуальную среду в зимний период;
- активное использование снега и льда в создании рекреационных и спортивных объектов [Pressman, 1996].

На протяжении последних десятилетий многие из этих мер превратились в своеобразные градостроительные стандарты, однако возникающие новые социально-экономические вызовы невольным образом обуславливают необходимость продолжения поиска путей оптимизации взаимодействия природной среды и общества в северных городах. В первую очередь к ним можно отнести такие задачи устойчивого развития урбанизированной среды, как увеличение ее экологической безопасности, а также тепло- и энергоэффективности.

В арктических городах наиболее остро проявляется взаимосвязь экологических аспектов развития частных и открытых городских пространств. Одним из примеров этого является феномен городских островов тепла. Благодаря

тепловой энергии, которая выделяется жилыми и промышленными объектами, температура воздуха в пределах города может быть выше фоновой температуры в окружающей его природной среде на 5–7 °С. Эта ситуация наиболее рельефно проявляется в открытых пространствах северных городов за счет более раннего таяния снега, изменения периода вегетации, а также состава микробиоты, флоры и фауны. Изучение взаимовлияний антропогенной деятельности и природных процессов в городских островах тепла имеет высокое прикладное значение. К примеру, повышение температуры может быть причиной усиления в черте города деградации вечной мерзлоты, которая, в свою очередь, может стать причиной серьезных техногенных рисков и материальных ущербов, связанных с приведением в аварийное состояние зданий, дорог, инженерных сооружений. По недавним подсчетам, к середине XXI века изменения климата могут критическим образом повлиять примерно на 20 % инфраструктуры городов Российской Арктики, восстановление которой, по приблизительной оценке, может стоить 67,7 млрд долларов [Streletskiy et al., 2019]. При этом в свете продолжения индустриального освоения и урбанизации Арктики, помимо глобальных климатических процессов, немалую роль в этой ситуации может сыграть нарастание воздействия на криолитозону городских островов тепла.

К положительным сторонам городских островов тепла можно отнести минимизацию воздействий холодного арктического климата на здоровье и комфортную жизнедеятельность людей, сокращение издержек на отопление помещений и т.д. Помимо прямого эффекта, связанного с повышением среднего-

довой температуры, косвенные преимущества островов тепла в некоторых случаях могут быть связаны с возможностью использовать в формировании зеленых пространств арктических городов характерных для более южных регионов деревьев, которые способны лучше защитить людей от ветров и вредных выбросов вдоль автодорог. В некоторых случаях локальное потепление даже может способствовать развитию в окрестностях северных городов некоторых характерных для более южных широт видов сельскохозяйственного растениеводства.

Одним из источников городских островов тепла являются жилые дома. В исследуемых в рамках проекта городах Российской Арктики – Надыме и Апатитах – преобладают многоквартирные дома, построенные еще по советским типовым проектам, в которых не был учтен ряд современных стандартов энерго- и теплосбережения. В настоящее время, по данным сервиса «Дом.МинЖКХ», в Надыме эксплуатируется 324 многоквартирных дома, общая площадь которых составляет 1 204 978 м². Из них более 80 % домов были построены в 1970–80-е годы [<http://dom.mingkh.ru/tyumenskaya-oblast/nadym>]. Жилой фонд города Апатиты состоит из 418 домов. Из них более 87 % домов были построены в 1960–80-е годы [<http://dom.mingkh.ru/murmanskaya-oblast/apatity>]. Общая площадь жилых помещений в городе составляет 1 450 000 м². При этом их изношенность достигает 65 % [Клюкин, 2013]. Моральное и физическое устаревание жилого фонда этих городов ставит перед представителями муниципальной власти задачи поиска новых подходов к улучшению его экологических и экономических эксплуата-

тационных характеристик в процессе капитального ремонта или реновации.

В настоящее время в арктических городах Европы и Америки активно внедряются стандарты экодому, среди которых важное место занимают низкоэнергетические дома (Low-energy house). В их конструктивных решениях большое значение уделяется термоизоляции, а также рациональным системам отопления и вентиляции. Следует отметить, что эксплуатация подобных домов не только минимизирует расходы на отопление и потребление электроэнергии, но также сокращает выделения тепла и углекислого газа в атмосферу, чем способствует рациональному использованию частных пространств для жизни и работы, а также устойчивому экологическому развитию открытых пространств арктических городов. Активно рассматриваются возможности использования ресурсов возобновляемых источников энергии. Комплексный анализ сценариев энергообеспечения Лонгйирбюена показывает, что солнечная энергетика конкурирует не только по экологичности, но и по цене с местными легкодоступными угольными ресурсами [Ringkjøb et al., 2020]. Солнечная энергия не только изобильна в условиях полярного дня, но и может быть запасена в виде, например, водорода или аммония для выработки электроэнергии в темное время года.

Помимо получивших широкую известность в мире типовых разработок низкоэнергетических домов, на территории Тюменской области в последние годы разрабатываются новые технологии, которые опираются на широкое использование местного сырья для создания инновационных строитель-

ных материалов. К ним можно отнести диатомиты, обширные запасы которых находятся на территории Ямала [Константинов и др., 2016]. Коллективом Института криосферы Земли СО РАН на их основе были разработаны стеновые блоки из гранулированного теплоизоляционного материала «ДиатомИК» на основе местного опал-кристобалитового сырья для возведения серийных многоквартирных домов и индивидуального жилого строительства [Коротков и др., 2015]. Разработанные строительные материалы обладают низкой теплопроводностью при высокой степени морозостойчивости. К примеру, по сравнению с имеющим сегодня широкое распространение в строительстве керамзитобетонной теплопроводностью блоков из диатомитов меньше примерно в 3 раза, а морозостойчивость больше в 2 раза. Вес 1 м² стены из диатомитов составляет 180 кг, тогда как вес стены того же размера из керамзитобетона может составлять 1240–1490 кг [Коротков и др., 2015]. Это является очень важным преимуществом при строительстве на вечной мерзлоте благодаря значительному снижению нагрузки на фундаменты зданий. Использование термических изоляторов из диатомитов под зданием снижает тепловую нагрузку на его фундамент и может использоваться в качестве вспомогательного средства для обеспечения стабильности находящихся под ним мерзлых грунтов [Мельников и др., 2014]. Благодаря вышеперечисленным свойствам диатомиты можно рассматривать в качестве перспективного строительного материала, минимизирующего тепловые воздействия жилых и промышленных построек на природную среду арктических городов. Помимо этой сферы применения, диа-

томиты могут использоваться в строительстве таких элементов открытых городских пространств, как пешеходные и автомобильные дороги, площади, набережные и т.д. Экономическая выгода от применения диатомитов также связана с возможностью использовать для их производства местное сырье, что снижает затраты на транспортировку строительных материалов и способствует созданию в регионе новых рабочих мест.

Отличительной особенностью арктических городов является то, что подавляющая часть их населения (в среднем около 70 %) являются выходцами из более южных регионов, которые отличаются по своим природно-климатическим условиям. Благодаря этому их исходные знания о местном холодном климате и окружающей среде часто бывают ограниченными. Пытаясь приспособить окружающую среду под свои культурные представления о том, какой она «должна быть», эта часть населения проводит политику максимального антропогенного воздействия (по выражению Флореана Стамлера, Stammer & Sidorova, 2015) или, лучше сказать, максимального преобразования. При этом представители местного коренного и старожильского населения, проживающие вне городов, часто являются носителями складывавшихся на протяжении столетий традиционных экологических знаний, дающих возможность адаптироваться человеку к северной природе при минимальных антропогенных воздействиях на нее. В настоящее время все большее значение приобретает поиск путей интерпретации этих знаний для решения современных задач устойчивого экологического развития арктических городов.

На Тюменском Севере и в ряде других арктических регионов России во второй половине XX века большинство городов возникло вблизи месторождений полезных ископаемых и сложившихся вокруг них добывающих комплексов. При этом, в отличие от более южных моногородов, окруженных развитыми системами расселения, северные города оказались значительно более уязвимыми перед социально-экономическими изменениями за счет своей удаленности и высокой себестоимости проживания в них людей. На сегодняшний день будущее устойчивое развитие арктических городов чаще всего связывают с перспективами диверсификации их экономики. При этом важно обратить внимание на ее стихийно возникающие точки роста, обусловленные реальными потребностями их жителей. К примеру, Н.Ю. Замятина отмечает феномен бытовой креативности сообществ, проживающих в арктических городах, которая проявляется в практике развития транспортных перевозок, сферы обслуживания, благоустройства жилых территорий и т.д. [Замятина, 2017, с. 27].

Все более заметную роль начинает играть арктический туризм. Горнолыжные трассы и туристические походы в Хибинах (Апатиты) возвращают свою популярность. Более чем трехкратное увеличение числа туристических круизов ожидается в Лонгйирбюене. Растет интерес к Фэрбенксу. Туристическая отрасль предъявляет повышенные требования к организации городских пространств. В этой ситуации открытые городские пространства можно рассматривать в качестве системообразующей среды для реализации новых стратегий устойчивого развития

городских сообществ, которые бы обеспечивали их безопасность, комфорт и мобильность. Нельзя забывать и о потребностях самих жителей. Создание дачных поселков вокруг арктических городов – удивительный социокультурный феномен, который отражает усиливающиеся связи между жителями и местной природой.

Обретение «чувства места» – ключевой переломный момент в освоении любой территории. В этот момент окружающая среда перестает быть только местом осуществления хозяйственной деятельности, а приобретает ценность для человека. Этот момент и есть отправная точка для стратегий устойчивого развития. Осознание ценности открытых городских пространств знаменует собой переход от освоения территории к ее, если можно так выразиться, «обжитию». Создание открытых пространств требует совершенно иного уровня и качества знаний о климате, природе и сложности их взаимодействия, ибо теперь человек не довольствуется изоляцией в своей искусственной среде, а включается в эти природные взаимодействия, несет ответственность за сохранение и развитие общей окружающей среды.

ЛИТЕРАТУРА

1. Апатиты: природа, экология, туризм [Электронный ресурс]. URL: <https://ecoparity.jimdofree.com/природа/озеленение-города/>
2. Даувальтер В.А., Кашулин Н.А. Современное экологическое состояние озера Имандра // Север и Арктика в новой парадигме мирового развития. Лузинские чтения – 2016: Материалы VIII Междунар. научно-практ. конф. (Апатиты, 14–16 апреля 2016 г.). Апатиты: ИЭП КНЦ РАН, 2016. С. 197–204.

3. Замятина Н.Ю. Пульсирующие города и фронтальная урбанизация Российской Арктики // Пути России. Север – Юг. СПб.: Нестор-История, 2017. С. 22–30.
4. Клюкин А.М. Роль целевых индикаторов в реализации программы энергосбережения города Апатиты // Труды Кольского научного центра РАН. 2013. № 2 (15). С. 25–33.
5. Константинов С.И., Мельникова А.А., Коротков Е.А., Смирнов П.В. Диатомиты Ямала в технологии строительных материалов для арктических условий // Промышленное и гражданское строительство. № 1. 2016. С. 18–23.
6. Коротков Е.А., Иванов К.С., Бутакова К.В., Чинилина К.А., Мельникова А.А. Строительные материалы «Диатомик» – новые экономически-эффективные решения для малозэтажного строительства // Вестник гражданских инженеров. 2015. № 5 (52). 133–138.
7. Мельников В.П., Мельникова А.А., Аникин Г.В., Иванов К.С., Спасенникова К.А. Инженерные решения в строительстве на вечной мерзлоте в плане повышения энергоэффективности сооружений // Криосфера Земли. 2014. № 3. С. 82–90.
8. Печкин А.С., Печкина Ю.А., Красненко А.С., Агбалян Е.В., Семенюк И.П. Зеленые насаждения главных улиц города Надыма // Урбозкосистемы: проблемы и перспективы развития. Материалы VI Междунар. научно-практ. конф. (Ишим, 16 марта 2018 г.). Ишим: Изд-во Тюменского государственного университета, 2018. С. 117–119.
9. Chapman D., Nilsson K., Larsson A. & Rizzo A. (2017). Climatic barriers to soft-mobility in winter: Luleå, Sweden as case study. *Sustainable Cities and Society*, 35, 574–580. <https://doi.org/10.1016/j.scs.2017.09.003>
10. Kondo M., Fluehr J., McKeon T. & Branas C. (2018). Urban Green Space and Its Impact on Human Health. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 15 (3), 445. <https://doi.org/10.3390/ijerph15030445>

11. Labib S.M., Lindley S., & Huck J.J. (2020). Spatial dimensions of the influence of urban green-blue spaces on human health: A systematic review. *Environmental Research*, 180 (October 2019). <https://doi.org/10.1016/j.envres.2019.108869>
12. Laruelle M., Esau I., Miles M., Miles V., Kurchatova A.N., Petrov S.A. et al. (2019) Konstantinov P. (2019). Arctic cities as an anthropogenic object: a preliminary approach through urban heat islands. *The Polar Journal*, 00(00), 1–22. <https://doi.org/10.1080/2154896X.2019.1685171>
13. Lynch A.H. & Brunner R.D. (2007). Context and climate change: An integrated assessment for Barrow, Alaska. *Climatic Change*, 82(1–2), 93–111. <https://doi.org/10.1007/s10584-006-9165-8>
14. Pressman N. Sustainable Winter Cities: Future Directions for Planning, Policy and Design // *Atmospheric Environment*. 1996. Vol. 30. No. 3. Pp. 521–529.
15. Hagner O. & Rigina O. (1998). Detection of Forest Decline in Monchegorsk Area. *Remote Sensing of Environment*, 63(1), 11–23. [https://doi.org/10.1016/S0034-4257\(97\)00113-2](https://doi.org/10.1016/S0034-4257(97)00113-2)
16. Ringkjøb H.K., Haugan P.M. & Nybø A. (2020). Transitioning remote Arctic settlements to renewable energy systems – A modelling study of Longyearbyen, Svalbard. *Applied Energy*, 258 (November 2019), 114079. <https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2019.114079>
17. Streletskiy D. et al. Assessment of climate change impacts on buildings, structures and infrastructure in the Russian regions on permafrost // *Environmental Research Letters*. 2019. Vo. 14. No. 2. DOI: 10.1088/1748-9326/aaf5e6
18. Sanborn E. (2017). *Integrating Climate Sensitive Design Principles in Municipal Processes: A Case Study of Edmonton's Winter Patios*. Lulea Technical University.
19. Stammer F. & Sidorova L. (2014). Dachas on permafrost: the creation of nature among Arctic Russian city-dwellers. *Polar Record*, 51(06), 576–589. <https://doi.org/10.1017/s0032247414000710>

ПРОБЛЕМЫ РАЗВИТИЯ ОТКРЫТЫХ ГОРОДСКИХ ПРОСТРАНСТВ НАДЫМА. МНЕНИЯ ЭКСПЕРТОВ



Лобанов А.А.

д. м. н., главный научный сотрудник
Национального медицинского
исследовательского центра
реабилитации и курортологии

На мой взгляд, на города Арктической зоны Российской Федерации нельзя калькированно переносить опыт городского благоустройства средней полосы России, южных городов или зарубежных поселений, находящихся в более комфортных природно-климатических условиях, потому что большинство городских пространств, уместных для средней полосы, вообще не используются и даже избегаются жителями северного города. Эта ситуация обусловлена рядом факторов.

В летнее время существует сезонная миграция. В связи с отсутствием дорог

в это время многие работы сворачиваются, большого количества рабочих рук не требуется, и многие предприятия стараются отправить работников в отпуск. Кроме того, все государственные служащие, школьные учителя, воспитатели детских садов, работники социальной сферы и других профессий, естественно, стараются летом уехать из города. Т.к. отпуска достаточно длинные, не менее двух месяцев, а лето очень короткое, то получается, что почти все летнее время житель отсутствует в городе и не пользуется его инфраструктурой. У тех людей, которые остаются работать летом, как правило, много работы и поэтому воспользоваться городскими пространствами, имеющими рекреационное значение, они могут редко ввиду своей занятости.

В Надыме лето может составлять короткий период от середины июня, когда растает снег, и до середины – конца сентября, когда начинает формироваться снежный покров. Кроме того, лето во многом дискомфортная пора для горожан. В зеленых насаждениях сосредоточен досаждающий людям гнус поэтому если горожане где-нибудь отдыхают, то, как правило, на открытых продуваемых площадках, там, где ветром сдувает гнус. В парках или закрытых дворах невозможно спокойно гулять без энцефалитного костюма и накомарника. Соответственно, такие элементы инфраструктуры, как расположенные в парковой зоне детские городки, фонтаны, многочисленные скамейки, остаются практически невостребованными в теплый сезон. Фонтан в Надыме может работать от силы две-три недели в году, при этом далеко не всегда в этот период бывает теплая погода и жителей будут притягивать к себе фонтаны, как это

характерно для южных регионов. Поэтому фонтаны в городах Ямала не служат точками притяжения людей. Скамейки в парковых зонах тоже почти не используются, потому что в холодное время года на них долго не посидеть, их часто засыпает снегом. Поэтому чаще всего в открытых городских пространствах Надыма общение происходит «на ногах». В парке негде согреться при замерзании. Таким образом, инфраструктура, перенесенная калькированно в арктические города из более южных регионов, просто не работает, а то, что не работает, быстро разрушается.

Где же люди отдыхают, где же происходит социальное общение, где формируются особые уличные культуры? Такие места, естественно, есть. В национальных поселках создано много спортивных площадок для игры в футбол, баскетбол. Зима не является помехой для их использования. Еще одно из популярных мест – это пирсы и набережные в поселках. Летом они хорошо продуваются ветрами, поэтому там нет гнуса. Зимой там, как правило, есть где укрыться от ветра. Эти места становятся своеобразными клубами под открытым небом. Они редко пустуют. В городской среде молодежь, как правило, собирается вокруг каких-либо крытых пространств, например крупных торговых центров, где оборудованы скамейки. В Надыме есть северный гостинный двор, где в торговом центре действует фонтан. Этот фонтан является традиционным местом притяжения горожан. Туда приезжают свадьбы, там назначаются встречи, свидания. Поэтому он несет функции своеобразного неформального центра города. В отличие от клуба и каких-нибудь других офици-

альных мест, связанных со спортивной или культурной жизнью города, доступ в торговый центр не имеет определенного дресс-кода, туда пускают всех. Он поздно заканчивает работу (в 22:00), что делает удобными встречи вечерами после работы или учебы. Это один из примеров, когда вложения предпринимателей в городскую инфраструктуру многократно окупаются. Мне кажется, это удачный пример социальной значимости подобной инфраструктуры.

К центрам притяжения людей можно отнести школы. Школа всегда была центром поселка или определенного района северного города. Вокруг нее всегда собираются как молодежь, так и люди зрелого возраста, объединяясь вокруг своих школьников-детей, когда проходят какие-нибудь мероприятия, и, так или иначе, если назначается место встречи, то часто оно бывает около школы. Нельзя забывать, что поселковой интеллигенцией чаще всего являются учителя, с которыми связана местная культурная жизнь, потому что представители других специальностей (врачи, инженеры и т.д.), как правило, значительно меньше принимают участие в общественной жизни поселения.

В парках гуляют разные категории людей. В парке им. Козлова зимой любят собираться молодежь. Существуют самостоятельно оформленные места типа снежных гор, накатанных для сноуборда, формируются неформальные спортивные кластеры. Парк им. Козлова преимущественно адаптирован для использования в зимний период. Летом в нем невозможно находиться, потому что там всегда облако гнуса. Поэтому там можно комфортно отды-

хать либо осенью, либо в холодное время года. В парке есть естественный склон. Он закрыт от ветра. Там гуляют и собаководы, и родители с детьми. Зимой в парке всегда хорошо чистятся дорожки, поэтому по ним даже могут кататься велосипедисты. Большим преимуществом парка в зимнее время является то, что он закрыт от ветра. Когда появляется гнус, местными жителями для встреч чаще используется бетонная дорога около сопки. Ветер сметает гнус вдоль дороги, что позволяет людям спокойно гулять. В весенний период культовым праздником для жителей Надыма является начало ледохода. Весь город – и стар и мал – ездит смотреть, как лед идет по реке.

Озеро Янтарное – живописный природный объект, который украшает наш город. Однако используется он мало. В озеро идет попадание стоков с дорог ввиду того, что большая часть города не имеет ливневки. Соответственно, вся вода скатывается в озеро Янтарное. В результате ряда работ озеро стало непроточным. Соответственно, оно заболачивается местами и поэтому непригодно для купания. Летом в нем идет развитие водорослей, которые дают неприятный запах. Около озера сделали набережную. Сегодня люди на ней чаще гуляют не у кромки воды, а чуть подальше, потому что у самой воды накапливается гнус. В отличие от летнего периода, зимой ледовая поверхность озера используется очень широко. На нем проходят состязания оленеводов, городские жители катаются на лыжах и снегоходах, там гуляют собаководы. Несмотря на ветра, озеро зимой никогда не пустует по выходным.

За Янтарным располагается еще одно озеро, которое было вырыто зем-

снарядом при насыпании города. Оно называется Второе Янтарное. Озеро пригодно для купания непродолжительный период года. Летом там хорошо прогревается верхний слой воды, поэтому в нем купаются те жители, которые остаются в городе летом. В сентябре на озере часто проводят практическую часть уроков биологии для школьников.

Я это говорю не как научный сотрудник, а как бывший житель Надыма. Для меня было во многом определяющим моментом то, что я не смог получить в этом городе кусок земли, построить дом и жить так, как я бы хотел на Большой земле. Если бы у меня была такая возможность, я бы подумал, стоит ли мне переезжать в другой регион. А сегодняшний Надым – это «город космонавтов», не привязанных к земле. Стоит город, он окружен объездной дорогой. В ее пределах абсолютно урбанистический стиль жизни. На мой взгляд, шанс перерасти в поселение с долговременной стратегией развития у Надыма есть только в том случае, если давать людям в его окрестностях землю и создать условия для малоэтажного строительства. Однако сегодня мы все больше упускаем эту возможность. Идея арктического гектара, недавно озвученная Министерством по развитию Дальнего Востока и Арктики, представляется мне правильной и реалистичной. Однако я опасюсь, что она может встретить административные барьеры и инертное сопротивление на местах. Эту ситуацию можно переломить, но здесь важны встречные инициативы, исходящие от Ямало-Ненецкого автономного округа.



Швецов С.Е.

2002–2012 гг. – заместитель начальника, начальник Управления архитектуры и градостроительства Администрации муниципального образования Надымский район

Почему у архитекторов в свое время возникла идея сделать Надым городом под куполом? По каким причинам эту идею не удалось реализовать?

Город под куполом – разновидность теоретической или вымышленной структуры, которая представляет собой большую урбанизированную область, помещенную под единую крышу. В большинстве теоретических проектов купол является герметичным, что позволяет контролировать температуру и качество воздуха под ним. При начальном рассмотрении варианта размещения Надыма под куполом предполагалось прежде всего решить вопросы защиты жителей города от низких температур и сильных ветров в зимнее вре-

мя и гнуса в летнее. Кроме того, при отсутствии в районах Крайнего Севера достаточного количества зеленых насаждений, привычных глазу жителей средней полосы, предполагалось, что в условиях закрытого пространства может быть создана природная среда, благоприятно влияющая на человека и в какой-то степени нейтрализующая негативное влияние сурового северного пейзажа. Однако дальше теоретических предположений этот проект не пошел по причинам чисто практическим. В 1960–70-х годах, когда открытие больших газовых месторождений (прежде всего – месторождение Медвежье) на территории Надымского района дало возможность стагнирующей экономике страны получить позитивный толчок в ее развитии, потребовалось максимально быстро освоить эти месторождения и дать газ в центральную часть страны и в основном за рубеж. В этих условиях у государства не было времени ждать, когда могут быть решены вопросы, возникшие от идеи города под куполом: какой материал должен быть использован в качестве купола, на каких предприятиях все это будет изготавливаться, как все эти конструкции будут доставляться и монтироваться в условиях полярных широт. И это не считая необходимости глубокого изучения вопросов влияния на организм человека его жизнедеятельности в условиях закрытого пространства. По моему мнению, в этом вопросе победил лозунг «газ Родине – немедленно». И в результате теоретический вариант обеспечения комфортного существования людей в районах Крайнего Севера был просто заменен «большими деньгами», за которые люди были готовы жить и работать в любых условиях. И, как показал опыт 48-летнего развития города, острой

необходимости в создании искусственного климата в виде купола над Надымом не возникало и не возникает.

Чем отличаются приоритеты формирования городской среды Надыма от градостроительных стандартов, типичных для Большой земли?

Планировочная структура основного пятна города представляет собой сочетание открытых и закрытых пространств, застройка соответствует приемам северного города, заключающимся в застройке жилых районов кольцевым методом, отличающимся от линейной застройки, применяемой в обычных условиях. Это объясняется необходимостью защиты людей от сильного ветра, особенно в зимнее время, а при расположении внутри кольцевой застройки школ, детских садов, иных объектов социальной инфраструктуры – возможностью шаговой доступности к ним. В то же время такой тип застройки практически исключает понятие «жилой дом – двор». В городе в полном смысле этого слова отсутствуют дворовые территории, таковыми их можно назвать условно. Это также отличает городскую застройку Надыма от аналогичных городов на Большой земле.

Какие меры наиболее важны для создания комфортного передвижения жителей Надыма по городу в зимнее время? Как влияют на мобильность горожан белые пространства (снежные и ледовые покровы)?

По моему мнению, каких-то дополнительных мер для создания комфортного передвижения жителей по городу в зимнее время не требуется. Компактность расположения жилой застройки, пешеходная доступность практически всех объектов социальной и торговой

инфраструктуры обеспечивают достаточно удобную среду обитания, позволяющую жителям города чувствовать себя комфортно. Что касается передвижения людей из микрорайона в микрорайон, с работы и на работу, в отдаленные части города (аэропорт, 107-й километр, район завода строительных материалов), то соблюдение графика работы общественного транспорта, своевременная очистка и уборка снега на территории города, освещение города в темное время суток я бы не стал относить к каким-то дополнительным мерам для создания удобства передвижения в зимнее время – это всего лишь обязанность выполнения соответствующими службами своих полномочий. Что касается влияния снежного и ледового покрова на мобильность горожан, то, по моему мнению, такой проблемы в городе не озвучивалось. Проехать и пройти пешком по территории города зимой можно в любое время, выехать за его пределы – как минимум в трех направлениях. Психологически более сложным с момента начала строительства города до сентября 2015 года было чувство оторванности территории от Большой земли в периоды отсутствия возможности переправы через реку Надым. Весной и осенью из-за ледохода и паводков демонтировалась понтонно-мостовая переправа на неопределенные сроки. Это приходилось, как правило, на начало или окончание периода отпусков. Это был наиболее важный фактор, влияющий на мобильность жителей города.

Какие существуют насущные потребности в благоустройстве дворов жилых домов и расположенных вблизи них открытых пространств?

Необходимо отметить, что формирование дворовых и придомовых территорий велось по нормативам советского

времени и основной проблемой сегодня является недостаток свободных территорий для организации комплексного благоустройства этих участков с тем, чтобы обеспечить все, в чем существует потребность населения: нормальные автомобильные проезды и подъезды к домам, удобные пешеходные зоны, тротуары, спортивные и детские площадки и т.д. В настоящее время дворовые территории – это в основном стоянки личного автотранспорта. Если учесть, что практически в каждом микрорайоне располагаются детские дошкольные учреждения или школы со своей прилегающей территорией, то свободная дворовая территория представляет собой проезд по периметру жилых домов шириной от 3 до 5 метров и небольшими площадками, полностью заполненными автотранспортом. Поэтому первичная задача улучшения благоустройства дворовых территорий – решение проблемы загруженности дворов автотранспортом. Что касается открытых пространств, расположенных вблизи жилых домов, то можно отметить, что практически все эти территории освоены в основном размещением спортивных и детских игровых площадок. Насущной потребностью в данном вопросе может являться установка нового спортивного оборудования, соответствующего современным требованиям, и современных детских игровых комплексов. Кроме того, как дворовые территории, так и прилегающие к ним открытые пространства требуют постоянного внимания с точки зрения обновления озеленения и регулярного посева трав на газонах.

Оптимальна ли ориентация домов относительно солнца и господствующих направлений ветров?

Учитывая, что преобладающими ветрами в зимнее время на данной терри-

тории являются ветра юго-западного и южного, в летний период – северного и северо-западного направлений, значительная часть жилых домов, выходящих фасадами на открытое пространство, сориентирована таким образом, чтобы подъезды были расположены на подветренной стороне. В то же время, учитывая ограниченность территории, предназначенной под застройку города, создать идеальные условия размещения жилых домов не представилось возможным. То же самое касается и вопросов инсоляции. Подковообразная (круговая) застройка 9–10-этажных домов, призванная защитить дворовые территории от ветровых нагрузок, не позволяет обеспечивать нормальное солнечное освещение, особенно на первых этажах жилых домов.

Какие меры в Надыме принимались для борьбы с теплопотерями в зданиях?

Основной объем жилищного, гражданского и промышленного строительства на территории города был выполнен во времена существования социалистического государства, и в основном с применением общераспространенных строительных технологий. К особенностям жилищного строительства в Надыме можно отнести то, что в этот период для улучшения теплоизоляционных характеристик стеновых материалов было налажено производство керамзитобетонных панелей, для чего на заводе крупнопанельного домостроения был построен специальный цех по производству керамзита непосредственно на территории города. Практически до начала 2000-х годов иных энергосберегающих материалов не применялось. Да, в принципе, начиная с 2002 года по 2013 год многоэтажное жилищное строительство в городе практически не велось.

В 2013 году было начато строительство ряда многоквартирных домов на территории поселка Лесной, базы РО-СТО и 13-го микрорайона (микрорайон Олимпийский). Практически на всех объектах были применены современные энергосберегающие технологии, включающие облицовку фасадов композитными панелями с жесткими минераловатными плитами различной плотности. На отдельных объектах с кирпичными стенами в качестве теплоизоляционного заполнения применены пеногазозолобетонные блоки.

Насколько перспективно развитие в Надыме индивидуального жилищного строительства в окрестностях города? Есть ли факторы, которые его сдерживают?

До 2007–2008 годов понятие «индивидуальное жилищное строительство» в городе практически отсутствовало. Существовало несколько индивидуальных домов, которые стали таковыми в результате приватизации жилищного фонда предприятий и организаций. В 2008 году на части территории поселка Лесной были сформированы и постепенно переданы под индивидуальную застройку около 90 земельных участков. На сегодняшний день это единственная территория, осваиваемая подобным образом. В соответствии с градостроительной документацией в пределах городской черты предусмотрено еще две зоны индивидуального жилищного строительства – площадью около 6 гектаров в западной части города (район МУЗ ЦРБ) и площадью 104,0 гектара в юго-восточной части (район аэропорта). Т.е. в настоящий момент имеется возможность предоставления под ИЖС более чем 1000 участков земли.

Сдерживающими факторами развития данного вида жилищного строительства до последнего времени явля-

лось прежде всего отсутствие средств местного бюджета на создание инженерной инфраструктуры на этих площадках. Достаточно сказать, что для инженерной подготовки территории в районе аэропорта необходимо заново построить все сети инженерного обеспечения, очистные сооружения, создать улично-дорожную сеть и, кроме того, обеспечить территорию необходимыми объектами социально-культурной сферы.

Существуют ли возможности развития сельского хозяйства в окрестностях Надыма, которое могло бы частично восполнить продовольственные потребности жителей города?

В настоящее время площадь плодородной земли, пригодной для выращивания овощей, в районе Надыма составляет около 6 гектаров, что может покрыть потребность города в овощах менее чем на 0,0001 %. Подготовка достаточных площадей земли для растениеводства потребует многомиллионных инвестиций, которые никогда не окупятся с учетом потребности в субсидировании сельского хозяйства даже в черноземных регионах России. Наиболее разумным вариантом является целевое субсидирование сельских хозяйств юга Тюменской области с условием продажи произведенной сельхозпродукции на территории Надымского района (или других районов ЯНАО) по фиксированным ценам, составляющим разумную конкуренцию сетевым магазинам.

Может ли Надым стать центром сбора и переработки продукции традиционных видов хозяйственной деятельности коренного населения (оленьеводство, рыболовство, дикоросы)?

Учитывая, что основой жизнедеятельности коренных малочисленных

народов Севера являются оленеводство и рыболовство, а преобладающие площади оленьих пастбищ находятся в северной и северо-восточной частях Надымского района; национальные поселки, где компактно проживает местное население, расположены на расстоянии до 100 километров от города в условиях отсутствия транспортной схемы, превращение Надыма в центр сбора и переработки продукции традиционных видов хозяйственной деятельности коренного населения представляется достаточно проблематичным. Да, в настоящее время на территории города производится частичная переработка оленины ООО «Возрождение» и ИП Русакова А.В., но забой оленей, их первичная обработка производятся в селе Ныда, где созданы соответствующие условия. Аналогичную работу, а также переработку и консервирование небольшого количества ягод осуществляет ООО ПФ «Ныда-ресурс», но говорить о Надыме как центре подобной деятельности пока не приходится. Кроме всего прочего, такое производство в условиях Надыма экономически невыгодно, т.к. большую часть готовой продукции необходимо вывозить для реализации в другие регионы, т.е. нести дополнительные затраты на транспорт. Не стоит забывать, что для подготовки подобной товарной продукции нужно привезти в город упаковочные материалы, тару, консерванты и прочее. В результате готовая продукция становится неконкурентоспособной.

Возможно ли развивать использование в Надыме природного холода для бытового и промышленного хранения продуктов (мерзлотники, погреба, ледники и т.д.)?

Условно возможно. Устройство промышленных ледников требует прежде

всего серьезных предварительных геологических изысканий, т.к. размещение таких объектов может вызывать растепление верхних слоев вечной мерзлоты с возможным выходом гидратов и пучением грунта. Таким образом, создание ледников условно возможно в отдельных районах после проведения серьезных изысканий. Кроме того, необходимо понять экономическую целесообразность создания объектов такого типа, определить, что и какое время предполагается там сохранять. Для сведения: на территории села Ныда имеется мерзлотник, используемый ранее и в настоящее время полностью заброшенный, т.к. нет соответствующего объема продукции для хранения.

Оптимален ли объем озеленения города? Насколько успешен его опыт?

При проектировании и строительстве города применялся прогрессивный метод сохранения и включения в городскую среду наиболее ценных участков древостоя. Это позволило заложить основу системы зеленых насаждений еще на первоначальном этапе формирования застройки и создать достаточно благоприятную в эстетическом и санитарно-гигиеническом отношении жилую среду.

Основной проблемой создания и содержания зеленых насаждений в городе является отсутствие специализированной организации, обеспеченной соответствующей материально-технической базой и штатом специалистов. Из-за отсутствия постоянного источника стандартного посадочного материала используются саженцы, заготавливаемые на прилегающих к городу территориях. Именно сохранение максимального количества зеленых насаждений в начальном этапе застройки го-

рода привело к тому, что жители привыкли бережно относиться к окружающей их растительности и регулярно принимать участие в высадке новых зеленых насаждений и постоянном уходе за ними.

Происходят ли изменения в ареалах флоры и фауны в результате антропогенных воздействий в городе и его окрестностях?

Условием и средством для обеспечения жизнедеятельности человечества служит окружающая природная среда. Человек потребляет ее ресурсы, изменяет эту среду, приспособлявая ее для решения своих практических и хозяйственных задач. В силу этого человеческая деятельность существенно влияет на окружающую среду, подвергает ее изменениям, которые затем влияют на самого человека.

Основной, базовой отраслью экономики освоения Севера является топливная промышленность, на которую приходится около 95 % общего объема промышленного производства. Освоение северных территорий, о чем сказано выше, восхищает своей грандиозностью. Но, на фоне грандиозных работ по добыче углеводородного сырья, узким местом остается экологическая проблема (совокупность вопросов охраны окружающей среды и рационального использования природных ресурсов). Проблема глобальная и затрагивает интересы всего населения нашей планеты, интересы всех современных государств и интересы каждого человека Земли.

Природа вечна, в ее лоне, в соответствии с законами ее развития, будут рождаться и жить новые и новые поколения людей, как это было тысячи лет назад. Заводы и прочие объекты соци-

альной сферы – вещи преходящие. Поэтому важно решить, кому должны принадлежать ресурсы нашей Земли, кто ими может умело распоряжаться, чтобы удовлетворить потребности настоящего поколения, не уменьшить интересы будущих.

Растительность лесов, граничащих с тундрой, является важнейшим климатообразующим фактором, который уменьшает влияние холодных арктических масс воздуха на более южные районы страны и препятствует продвижению тундровой зоны к югу. Леса также играют важную роль в развитии оленеводства, т.к. в зимних условиях выпас оленей в тундре из-за резкого уплотнения снега невозможен. И только в лесу олени могут добывать ягель из-под снега.

В настоящий момент, по результатам наблюдений 2015–2020 годов, значительных изменений в фауне и флоре окрестностей города не зарегистрировано.

В каких растениях из более южных регионов жители города испытывают потребность?

Жителям города, приехавшим из южных регионов, более всего не хватает фруктов и ягод (таких, как клубника, малина, крыжовник, яблоки, вишня, слива и т.д.), также полевых цветов, экзотических растений, овощей и т.д.

Южные растения считаются очень капризными и требовательными к условиям выращивания. В то же время это очень привлекательные цветы, кустарники и деревья, которыми хочется любоваться не только на фотографиях, но и в своем саду. Попытки культивировать растения из теплых широт предпринимались еще в Средние века, когда представителей средиземноморской

флоры пытались высаживать в Северной Европе. Но такие растения упорно не желали приживаться.

Все изменилось с изобретением стекла, благодаря которому появилась возможность защитить нежные цветы от холода и обеспечить их достаточным количеством тепла и влаги. Стали устраиваться стеклянные оранжереи, в которых южные обитатели приживались уже с большей охотой. К первым таким растениям относятся апельсиновые деревья, позже появились агавы, драцены, орхидеи. Эти растения и сегодня выращиваются в северных странах в домашних условиях.

Сегодня можно встретить самые экзотические виды, которые вывозятся из жарких стран. Для того чтобы они лучше переносили северный климат, их прививают на более стойкие подвои, используют различные стимуляторы роста, выводят различные гибриды и создают новые, неизвестные ранее сорта, которые становятся более приспособленными к понижению температуры. Многие южные растения могут расти не только в кадках и горшках, а вполне комфортно себя чувствовать в открытом грунте. Кактусы и суккуленты – это типичные представители теплых стран. Но есть среди них виды, которые хорошо себя чувствуют в садах северных широт. Наиболее выносливые кактусы – это опунции, эскабарии, склерокактусы. Кроме того, в северных широтах можно успешно выращивать и другие растения: аралии, магонии, пробковые деревья и катальпы, а также южные сорта известных плодовых деревьев – яблонь, груш, абрикосов и персиков. Для этого стоит высаживать их особым образом – в виде стелющихся форм, тогда зимнее вымерзание им не страшно.

Какие растения жители города выращивают на дачных и приусадебных участках?

На территории города кроме небольшого количества индивидуальных жилых домов с приусадебными участками существуют два садоводческих некоммерческих товарищества общей площадью около 15 гектаров. Количество семей, регулярно работающих на своих участках, – 220. В настоящее время, учитывая достаточно теплые по северным меркам зимы, на дачных участках выращивают малину, смородину, крыжовник, землянику. Кроме того, многие садоводы выращивают овощи: картофель, свеклу, морковь и др. В закрытом грунте (в теплицах) выращиваются огурцы, помидоры, перец. Естественно, на урожайности сказываются короткое северное лето и низкая среднесуточная температура.

Какую роль в экологии города и жизни горожан играют водоемы?

Водоемы города и окрестностей играют важную рекреационную роль; особенно это проявилось в летний период 2020 года (карантинные мероприятия и невозможность выехать за пределы региона у большинства людей). Водоемы, находящиеся в черте города (река Надым, озеро Янтарное, озеро Продолговатое, озеро Круглое), являются одними из основных мест отдыха горожан, а река Надым с ее старицами – основными местами любительского рыболовства.

Несмотря на негативные факторы, приводящие к уменьшению площади водной поверхности и заболачиванию озера Янтарного, на его набережной зоне по-прежнему любят отдыхать горожане, а строительство набережной на северном побережье в 2018–2019 годах сделало этот водный объект еще

привлекательнее. В зимнее время на льду озера проводится наиболее зрелищная часть ежегодного Дня оленевода – гонки оленьих упряжек. В последние годы к этим соревнованиям добавились гонки на льду авто- и мототехники.

Чего в городской среде Надыма больше всего не хватает людям, которые ранее проживали в тайге или тундре?

Прежде всего стоит отметить, что общая численность коренных малочисленных народов в Надымском районе составляет чуть более 3 тысяч человек, из них около 1 тысячи человек ведут кочевой и полукочевой образ жизни. Оседлое же население сконцентрировано в трех национальных поселках: Ныда, Кутопьюган, Нори. В Надыме проживает всего лишь несколько десятков человек коренного населения.

По своей сущности малочисленные народы Севера – это кочевые народы, они ведут кочевой образ жизни, живут в чумах, стойко переносят экстремальный холод, готовят пищу на костре и едят сырую рыбу. Оленеводы постоянно переезжают с места на место, подыскивая пастбища для оленей, поэтому и жилища у них приспособлены под кочевой образ жизни. Коми, ханты, ненцы, энцы живут в чумах, а чукчи, коряки, эвенки, юкагиры в ярангах. Чумы и яранги – это, по сути дела, палатки, которые легко устанавливаются и так же легко переносятся с места на место.

Иногда урбанистам становится интересно, как этим людям удастся выживать, воспитывать детей и решать бытовые проблемы, которые порой даже в цивилизованных условиях могут поставить в тупик.

Современные технологии не могли не повлиять на жизнь оленеводов. В каждом чуме непременно есть электрогенератор. Заводят его нечасто – нет необходимости. Но когда появляется электричество, вокруг розеток собираются обитатели чумов. Как правило, молодежь спешит зарядить свои мобильные телефоны. А если они находятся недалеко от фактории или какого-то поселка и есть связь, то все спешат в интернет: узнать, как дела у друзей, почитать новости.

В некоторых чумах есть даже небольшие плоские телевизоры и спутниковые тарелки. Вечерами они собираются у экрана, чтобы вместе посмотреть фильмы.

Всех детей коренных народов Ямала на зиму собирают в специальные школы-интернаты, где они получают образование. Там они узнают о том, что есть другая жизнь: теплые дома, электричество, телевизоры и прочие блага цивилизации. «Потом они вырастают, получают образование и не все хотят возвращаться обратно в тундру», — говорит старый оленевод.

Проживая в тундре или тайге, кочевые представители малочисленных коренных народов сохранили свой национальный уклад и образ жизни, продолжая заниматься оленеводством, рыболовством и охотой, чтобы прокормить себя. Огромным преимуществом является отсутствие загруженности дорог, пробок, загазованности воздуха. Многие из них живут в соответствии с естественными и логичными законами природы, предпочитая общение с ней общению с современной цивилизацией, из чего можно сделать вывод, чего больше всего не хватает: пространства, чистого воздуха, родового быта.





МАМОНТ ИЗ ОЗЕРА ПЕЧЕВАЛАВАТО

Константинова Т.С.
начальник информационно-аналитического отдела ГКУ ЯНАО
«Научный центр изучения Арктики»

Обнаружение останков мамонтовой фауны – всегда событие в научном мире. А если это практически целый скелет с хорошо сохранившимися мягкими тканями, – мировая сенсация. За всю историю в России таких находок было сделано не более 20, в основном на Таймыре, в Якутии и на Чукотке. Мамонт Тадибе, извлеченный летом 2020 года из озера Печевалавато, стал первым скелетом взрослой особи, обнаруженным на полуострове Ямал, и самым западным в Евразийской Арктике.

ПОЙМАЛ В СЕТИ ИСПОЛИНА

Свое имя мамонт Тадибе получил в честь первооткрывателя – Константина Тадибе, жителя Ямальского района Ямало-Ненецкого автономного округа. Родители Константина ведут традиционный образ жизни в Сеяхинской тундре. В июле их стойбище находилось недалеко от озера Печевалавато. На останки доисторического животного Константин наткнулся, когда рыбачил.

То, что рыбацкая сеть зацепила фрагмент кости мамонта, Константин догадался сразу. Такие единичные находки на полуострове Ямал встречаются нередко. Весь день Константин и его родственники потратили на то, чтобы извлечь из ила озера фрагмент черепа, нижние челюсти, несколько ребер, фраг-

мент конечности (стопы) с сохранившимися сухожилиями. Для лучшей сохранности костей, чтобы избежать их пересыхания, мужчины перенесли останки ближе к берегу и оставили в воде. Сообщили о находке главе села Сеяха Станиславу Вануйто, который передал информацию в Научный центр изучения Арктики. В считанные дни была снаряжена экспедиция с участием археологов научного центра и специалистов окружного музейно-выставочного комплекса им. И.В. Шемановского.

– Большая удача, что научное сообщество оперативно проинформировали о находке, – говорит директор Научного центра изучения Арктики, кандидат технических наук Дмитрий Фролов. – Благодаря пониманию Константина Тадибе и его семьи важности их открытия костные останки не попали в руки черных копателей и перекупщиков, а пополнили музейные фонды округа и стали объектом изучения.

ТИНЕЙДЖЕР ЛЕДНИКОВОГО ПЕРИОДА

Всего было организовано две экспедиции к озеру Печевалавато. В первой специалисты подняли из ила более десятка реберных костей, фаланги, бедренную кость и другие фрагменты. Визуальный осмотр показал, что останки принадлежат крупной особи. На месте предпринятых раскопок из грунта выступала часть массивной тазовой кости, извлечь которую, несмотря на все предпринятые усилия, специалисты так и не смогли. Осмотр показал, что примыкаю-

щие к ней крупные кости задних конечностей сохранили свои сухожильные связки. Ученые пришли к выводу, что, с большой долей вероятности, в иле на большой глубине залегала остальная часть скелета.

Вторая экспедиция состоялась под руководством палеонтолога, старшего научного сотрудника лаборатории палеоэкологии Института экологии растений и животных УрО РАН (г. Екатеринбург), кандидата биологических наук Павла Косинцева. Вместе с учеными работали Константин Тадибе, его отец Александр и брат Яков. Участники экспедиции обследовали более 80 м² береговых отложений и извлекли с глубины от 0,5 до 1,5 м остальную часть скелета. Для этого сооружали специальный короб, использовали помпы для откачивания воды из раскопа, проводили зондирование шупами рыхлых отложений.

– В общей сложности собрали более 80 % скелета, а также сухожилия, фрагменты кожи и копролит, – комментирует директор Дмитрий Фролов.

У найденных останков оказалась хорошая сохранность. Все кости были целы, и лишь у двух нашлись небольшие повреждения, по всей видимости нанесенные хищниками в древности. Визуальная оценка пропорций и размеров костей показала, что они принадлежали молодому самцу. Характер останков и состояние зубной системы – что мамонт погиб в возрасте 15–20 лет. С легкой руки директора Научного центра изучения Арктики в СМИ найденного мамонта окрестили «тинејджером».

В ходе двух экспедиций из оз. Печевалаватто извлекли 80 % скелета мамонта.
Находка передана в окружной музейно-выставочный комплекс им. И.С. Шемановского в Салехарде.
Фото из архива Научного центра изучения Арктики



О ЧЕМ МОГУТ РАССКАЗАТЬ НАХОДКИ

Палеонтолог Павел Косинцев предполагает, что геологический возраст животного примерно 30 тыс. лет. Более точно специалисты определяют его после радиоуглеродного анализа. Научным центром изучения Арктики и Институтотом экологии растений и животных УрО РАН разработана программа исследований мамонта Тадибе. Она включает комплексное изучение костных останков, мягких тканей, копролита, донных отложений и споро-пыльцевой анализ, исследования останков растений и семян в отобранных образцах грунтов. Ученые постараются восстановить внешний облик животного, окружающую среду и климат, в котором мамонт Тадибе жил. Один из самых интересных вопросов – как он погиб.

– Это был молодой и крупный самец, вряд ли его убил хищник, – считает Павел Косинцев. – Но воспроизвести картину гибели будет очень сложно. Часть скелета была обнаружена не в анатомическом порядке. Можно предположить, что труп животного сначала на-

ходился на суше, но еще в древности он вывалился из берегового обрыва и был замыв водами озера. Теоретически мамонт мог утонуть или упасть. Монгоченский мамонт, обнаруженный на Гыдане в 2000 году и выставленный сегодня в окружном музейно-выставочном комплексе им. И.С. Шемановского в Салехарде, погиб, упав в трещину на спине.

В 2007 году на полуострове Ямал был найден мамонтенок Люба, ставший мировой знаменитостью. Детеныш погиб в возрасте одного месяца, увязнув в иле. Тело мамонтенка пролежало законсервированным в ледяной линзе 42 тыс. лет. Изучение этой находки показало, что Люба жила в условиях тундростепи. Климат в тот период заметно отличался от современного: зимы были такие же холодные, а лето теплее. Благодаря Любе ученые установили, как питались и развивались новорожденные мамонты. Изучение останков мамонта Тадибе может рассказать еще больше: чем он питался в период взросления, совершал ли миграции на расстояния или все время жил на одном месте. Возможно, ученые получат новые знания о

причинах вымирания гигантов ледникового периода, если будет установлено, болел ли наш «тинейджер».

Научные дискуссии на эту тему ведутся много лет. Версия о весомом вкладе в вымирание мамонтов человека, по мнению ряда ученых, не выдерживает критики. Павел Косинцев считает, что на обширных территориях Сибири численность древнего населения была небольшой, чтобы истребить стада мамонтов. Вероятнее всего, основная причина лежит в резкой смене климата или других природных катаклизмах, подорвавших жизнеспособность популяций гигантских животных.

– Вымирание – опасный процесс. Каждый вид является неотъемлемой частью природы. Если его изъять, система может перестроиться так, что остальные животные и даже человек рискуют оказаться в ней лишним звеном. В этом смысле мамонт является важным объектом для изучения процессов вымирания. Каждая новая находка помогает больше понять, что произошло в прошлом, – говорит Павел Косинцев.

КЛОНДАЙК МАМОНТОВОЙ ФАУНЫ

В 2016 году во время экспедиции на полуостров Гыдан ученые Научного центра изучения Арктики обнаружили костные останки мамонта в верховьях реки Юрибей, доставили их в Салехард и передали в окружной музейно-выставочный комплекс им. И.С. Шемановского. Спустя год музейную коллекцию дополнили зубы и бивень мамонта, снова найденные на Гыдане. В то же время поступила информация от местных жителей о многочисленных останках мамонтовой фауны в одном из гыданских озер. В августе 2018 года при грантовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований и Правительства ЯНАО состоялась экспедиция на полуостров под руководством старшего научного сотрудника лаборатории палеоэкологии Института экологии растений и животных УрО РАН, кандидата биологических наук Павла Косинцева. Ученые собрали более 1400 костей, принадлежащих разным видам животных: мамонту, пещерному льву, овцебыку, бизону, лошади и др. На сегодняшний день эта коллекция считается богатейшей в Евразийской Арктике. До находок 2018 года, сделанных на Гыдане, самым крупным местонахождением мамонтовой фауны был южный берег Большого Ляховского острова (Новосибирские острова).

ЛАБОРАТОРИЯ КРИОГЕННЫХ ПРОЦЕССОВ ИКЗ ТюмНЦ СО РАН: СЕВЕРНЫЕ ЭКСПЕДИЦИИ – 2020

Хомутов А.В.

к. г.-м. н., ведущий
научный сотрудник Института
криосферы Земли ТюмНЦ СО РАН

В летне-осенний сезон 2020 года сотрудникам Лаборатории криогенных процессов Института криосферы Земли удалось организовать экспедиции в северной части Западной Сибири, в которых поучаствовало в общей сложности 17 научных сотрудников, аспирантов и студентов не только Тюменского научного центра, но и Института биологии Коми НЦ УрО РАН, Российского университета дружбы народов и Тюменского государственного университета.



Экспедиция на научно-исследовательский стационар «Васькины Дачи», 17–28 августа 2020 г.

В августе по сокращенному из-за пандемии сценарию был проведен мониторинг геокриологических условий и развития криогенных процессов на территории научно-исследовательского стационара «Васькины Дачи» в цен-

тральной части полуострова Ямал недалеко от Бованенковского нефтегазо-конденсатного месторождения. Были проведены измерения глубины протаивания на площадках многолетнего мониторинга, сняты данные непрерывного мониторинга температуры многолетнемерзлых пород с логгеров, установленных в скважинах различной глубины.

Особое внимание было уделено мониторингу развития термоцирков – форм рельефа, развивающихся в результате вытаивания подземных льдов. Работа выполняется в рамках научного проекта, поддержанного Российским фондом фундаментальных исследований по изучению криогенных рельефообразующих процессов арктических равнин с подземными льдами в условиях современных климатических колебаний вдоль Карской субширотной трансекты (грант 18-05-60222 Арктика). Погода была благосклонна и позволила провести всю запланированную съемку с беспилотного летательного аппарата (БПЛА) интересующих объектов для оценки темпов отступления тыловых стенок активных, а также темпов зарастания стабилизировавшихся термоцирков. К сожалению, в 2020 году в распоряжении будут только данные конца теплого периода, в отличие от предыдущих 2 лет, когда удавалось провести наблюдения и съемку в начале июля и в конце августа.

Кроме того, в рамках изучения техногенного влияния на криогенные про-

цессы был продолжен мониторинг изменения глубины протаивания на одном из карьеров, разработанных при строительстве железной дороги Обская – Бованенково. Проведена БПЛА-съемка этого карьера и двух других для оценки изменения рельефа в результате проявления криогенных процессов, активизировавшихся за счет техногенного влияния на многолетнемерзлые породы и подземные льды.

Участники: к. г.-м. н. А.В. Хомутов, Е.А. Бабкина и Е.М. Бабкин.



Карта расположения участков работ



Участники экспедиции на стационар «Васькины Дачи»: Е.М. Бабкин, Е.А. Бабкина и А.В. Хомутов. Фото Г.Е. Облогова



Термоцирк с мощной стенкой пластового льда. Васькины Дачи. Фото Е.А. Бабкиной



Вид эмбрионального термоцирка с БПЛА в надир. Васькины Дачи. Оператор А.В. Хомутов

Экспедиционная кампания на севере Пур-Тазовского междуречья, 5–14 июля и 2–22 сентября 2020 г.

В рамках выполнения научного проекта по оценке устойчивости полигональных торфяников северной части Пур-Тазовского междуречья к антропогенному воздействию на фоне климатических изменений, поддержанного Российским фондом фундаментальных исследований и Правительством Ямало-Ненецкого автономного округа (грант 19-45-890011 p_a), а также в рамках других проектов, поддержанных РФФИ (18-05-60222 Арктика и 18-55-11005 Клим-Эко), на севере Пур-Тазовского междуречья в районе поселка Тазовский и села Газ-Сале в 2020 году проводились комплексные исследования торфяников. Экспедиция состоялась в 2 этапа, работы велись на 11 ключевых участках, 7 из которых подвергнуты техногенному воздействию. Часть работ по оценке экологического состояния почв полигональных болот проведена при поддержке Российского центра освоения Арктики.

Июльский этап. Для оценки темпов протаивания, изменений рельефа, активности криогенных процессов и вытаивания полигонально-жильного льда внутри сезона проведены измерения глубины протаивания и БПЛА-съемка на ключевых торфяниках и ландшафтах как в естественных условиях, так и в условиях техногенного влияния. Помимо этого проведены описания состава растительных ассоциаций изучаемых торфяников для дальнейшего отслеживания изменений растительного покрова под влиянием естественных и антропогенных факторов.

Участники: к. г.-м. н. А.В. Хомутов, Е.А. Бабкина, А.О. Кузнецова, Р.Р. Хайруллин и А.В. Калюкина – студент ИНЗЕМ ТюмГУ.

Сентябрьский этап. Исследования самого протяженного этапа из всей экспедиционной кампании 2020 года с наибольшим числом участников были разделены на отдельные, но взаимосвязанные кластеры. Выполнены классические измерения глубины протаивания на всех ключевых участках. На участках с техногенным влиянием измерения сопровождалось подробным описанием характеристик поверхности и параметров растительного покрова.

В рамках комплексного профилирования осуществлено георадиолокационное зондирование всех ключевых участков торфяников, пересекаемых автодорогой, с использованием георадара Zond-12e с антенной 300 МГц (Radar System, Inc., Рига, Латвия), детально изучены почвенные разрезы антропогенно трансформированных почв и отобраны пробы почв на нескольких из них.

Детально изучено несколько разрезов полигонально-жильных льдов с опробованием льда и вмещающего торфа на различные виды анализов, включая структурно-текстурный и изотопный состав льда, плотность и ботанический состав торфа.

Одним из важнейших результатов стало бурение 2 скважин для изучения разреза торфяника, установления мощности торфяной залежи и подстилающих пород установкой УКБ-12/25 на глубину до 13 м. Бурение сопровождалось детальным описанием керна и отбором образцов на различные параметры, в т.ч. для определения возраста отложений.

Продолжено изучение органических пятен-медальонов. Были опробованы разрезы пятен-медальонов на плотность и ботанический состав на разных ключевых участках. В рельефе поверхности



*Д.А. Каверин и Н.Ю. Факашук выполняют георадиолокационное зондирование торфяника.
Фото Е.А. Бабиной*



*Е.А. Слагода выпиливает монолит льда.
Фото А.В. Хомутова*



Р.Р. Хайруллин и Е.А. Бабкина измеряют глубину протаивания на одном из профилей в районе пос. Тазовский. Фото А.В. Хомутова



*Е.М. Бабкин, Н.Ю. Факашук и М.М. Данько бурят скважину установкой УКБ 12/25.
Фото А.В. Хомутова*

Ю.А. Дворников настраивает геодезическое оборудование для высокоточной привязки. Фото А.В. Хомутова

Е.С. Королева подготавливает образец на анализ из керна. Фото Е.А. Бабиной



было зафиксировано активное слияние органических пятен-медальонов.

Произведено изъятие накопившегося эолового материала в специальных ловушках, установленных на разных поверхностях в 2019 году, для анализа характера эолового переноса материала с различных источников и продолжено изучение накопления эоловых отложений в торфе.

Продолжен БПЛА-мониторинг изменений, происходящих с торфяниками, на всех ключевых участках. Дополнительно проведено нивелирование профилей комплексного мониторинга на участках, пересекаемых автодорогой, а также осуществлена пространственно-высотная привязка ключевых участков с применением высокоточного геодезического оборудования – комплекта дифференциальной GPS-съемки.

В конце сентябрьского этапа экспедиции в ней приняли участие сотрудники Лаборатории картографического моде-

лирования и прогноза состояния геосистем криолитозоны ИКЗ ТюмНЦ СО РАН к. г.-м. н. О.Е. Пономарева и А.Г. Гравис, оказав содействие в проведении ряда работ.

Участники: к. г.-м. н. А.В. Хомутов, Е.А. Бабкина, Е.М. Бабкин, А.Г. Гравис, М.М. Данько, к. г.-м. н. Ю.А. Дворников (РУДН), к. г. н. Д.А. Каверин (ИБ Коми НЦ УрО РАН), Е.С. Королева, д. г.-м. н. М.О. Лейбман, Н.Б. Нестерова (ТюмГУ), к. г.-м. н. О.Л. Опокина, к. г.-м. н. О.Е. Пономарева, д. г.-м. н. Е.А. Слагода, Н.Ю. Факашук, Р.Р. Хайруллин и А.В. Калюкина – студент ИНЗЕМ ТюмГУ.

Экспедиция в с. Гыда, 3–8 сентября 2020 г.

Осуществлен выезд в район села Гыда Тазовского района ЯНАО для проведения ежегодного мониторинга геоэкологических условий.

В ходе экспедиции была измерена глубина протаивания на площадках, заложенных в различных ландшафтных

условиях, дополнена сеть неглубоких скважин наблюдения за температурой сезонно-талого слоя.

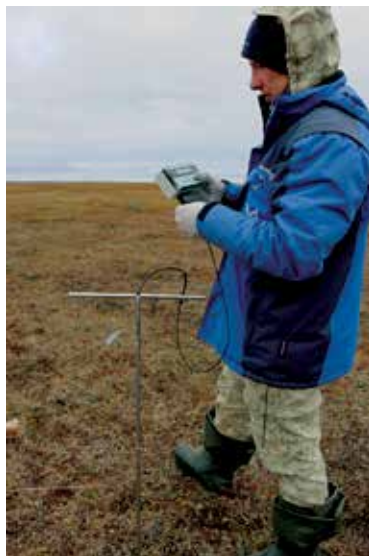
Впервые, практически с начала мониторинга в 2016 году, погода позволила произвести БПЛА-съемку участков мониторинга.

Кроме того, во время экспедиции внесен вклад в верификацию дистанционной инвентаризации активности термоденудационных процессов, связанных с вытаиванием подземных льдов. Насколько позволила фотосъемка с рейсового вертолета, следующего из поселка Тазовский, детально зафиксированы все интересующие объекты по пути следования в центральной части полуострова Гыдан. Дистанционная инвентаризация таких объектов проводится в рамках проекта, поддержанного РФФИ (грант 18-05-60222 Арктика).

Участники: Е.А. Бабкина, Е.М. Бабкин и Н.Б. Нестерова (ТюмГУ).



Участники экспедиции Е.А. Бабкина и Н.Б. Нестерова в районе с. Гыда. Фото Е.М. Бабкина



Е.М. Бабкин считывает температуру пород с термошупа на площадке в районе с. Гыда. Фото Е.А. Бабиной

Участники работ благодарят группу коллег под руководством д. г.-м. н. А.А. Васильева за возможность присоединиться к ежегодной вертолетной экспедиции на полярную станцию Мар-ресале, стартующую в Воркуте, для дальнейшей заброски на стационар «Васькины Дачи»; выражают признательность Администрации села Гыда за оказанную поддержку при проведении работ; признательны к. г.-м. н. О.Е. Пономаревой и А.Г. Гравису за содействие в ряде работ на севере Пур-Тазовского междуречья; выражают отдельную благодарность руководству и сотрудникам НП «Российский центр освоения Арктики» за поддержку части работ в экспедиционной кампании на севере Пур-Тазовского междуречья, а также за содействие при проведении экспедиции на стационар «Васькины Дачи».

Основной изучаемый торфяник на севере
Пур-Тазовского междуречья, вид с БПЛА.
Оператор Р.Р. Хайруллин



СЕЗОННЫЕ ОХЛАЖДАЮЩИЕ УСТРОЙСТВА, РАЗРАБАТЫВАЕМЫЕ В ТЮМЕНСКОМ НАУЧНОМ ЦЕНТРЕ СО РАН

Аникин Г.В.

к. ф.-м. н., ведущий научный
сотрудник Института криосферы
Земли ТюмНЦ СО РАН,
ведущий научный сотрудник
АНО «Губернская академия»

Спасенникова К.А.

к. т. н., старший научный
сотрудник Института криосферы
Земли ТюмНЦ СО РАН,
старший научный сотрудник
АНО «Губернская академия»

В последней четверти XX века на многих участках криолитозоны происходило повышение температуры верхнего слоя многолетнемерзлых грунтов, а в отдельных регионах отмечалось увеличение глубины сезонного протаивания. Данные наблюдений за температурой приземного воздуха показывают, что потепление климата обнаруживается в большинстве регионов Российской Федерации. Увеличение температуры в среднем по территории России за последние 100 лет в 1,5–2 раза превысило глобальное потепление. При этом по сравнению со столетним трендом в последние десятилетия скорость потепления на территории России увеличилась в несколько раз. В целом картина изменений климата на территории России согласуется с глобальным потеплением, факт которого на сегодняшний день не вызывает сомнений [Росгидромет, 2008].

Изменения климата приводят к усилению сезонного протаивания многолетней мерзлоты, что, в свою очередь, создает угрозу объектам инфраструктуры – коммуникациям, зданиям и техническим сооружениям, включая нефте- и газопроводы. В связи с этим все более остро встает необходимость в применении различных способов охлаждения грунта в основании сооружений для предотвращения разрушения таких конструкций.

В настоящее время одним из наиболее эффективных средств охлаждения и замораживания грунтов в условиях распространения вечной мерзлоты явля-

ются сезонные охлаждающие устройства (СОУ). Имеется несколько видов СОУ, они активно применяются и совершенствуются. Все они являются термосифонами, т.е. переносят тепло снизу вверх за счет разности температур в верхней и нижней частях [Долгих и др., 2008].

Если требуется заморозить большую площадь, для укрепления оснований под сооружениями, построенными на вечной мерзлоте, используются системы ГЕТ (горизонтальные естественно действующие трубчатые) (рис. 1). Хладагентом в данных устройствах является аммиак.

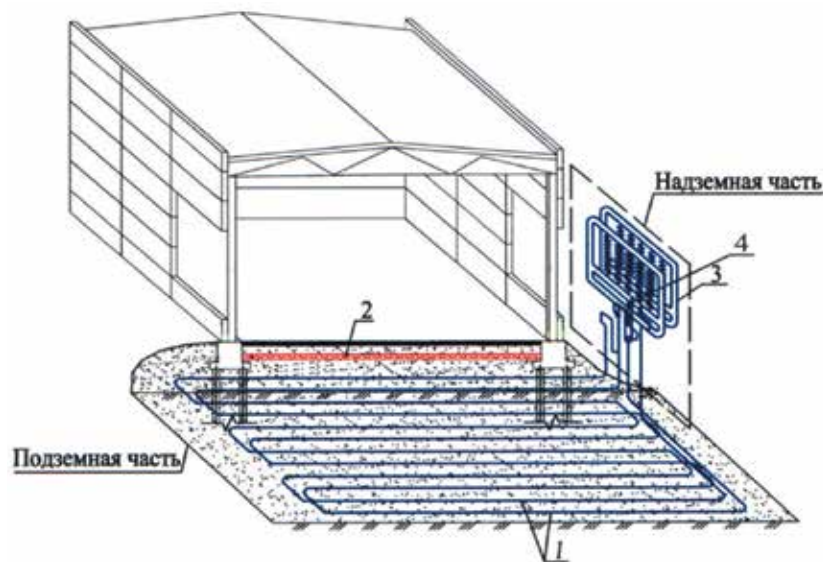


Рис. 1. Система ГЕТ: 1 – трубы испарительной системы, 2 – слой термоизоляции, 3 – ускоритель циркуляции, 4 – конденсатор

Принцип работы системы ГЕТ состоит в следующем: в трубах испарительной системы происходит перенос тепла грунта к хладагенту. Хладагент переходит из жидкой фазы в парообразную. Пар перемещается в сторону конденсаторного блока, где снова переходит в жидкую фазу, отдавая тепло через ребрение в атмосферу. Охлажденный и сконденсированный теплоноситель вновь стекает в испарительную систему и повторяет цикл движения. Таким образом, тепло передается от грунта в атмосферу и грунт замораживается. Устройство работает только зимой, и, чтобы за лето грунт не оттаял, между фундаментом здания и испарительной системой используется слой термоизоляции.

В Тюменском научном центре СО РАН при поддержке АНО «Губернская академия» разработаны сезонные ох-

лаждающие устройства, работающие на диоксиде углерода, который, в отличие от аммиака, не токсичен. Мощность разработанного устройства, работающего на диоксиде углерода, в 2 раза превосходит мощность установки, работающей на аммиаке. Для того чтобы подтвердить существенные преимущества разработанного СОУ, коллективом ТюмНЦ СО РАН была создана экспериментальная установка (рис. 2).

Разрабатываемые СОУ начинают работать, когда грунт теплее атмосферы на десятки доли градуса (разница температур практически нулевая), в то время как устройства, работающие на аммиаке, начинают работать, когда грунт теплее атмосферы на несколько градусов. Таким образом, время работы устройства на диоксиде углерода в течение зимнего сезона существенно больше времени рабо-

ты СОУ с аммиаком в качестве хладагента [Аникин, Спасенникова, 2014].

У экспериментальной установки трубы испарительной системы не закопаны в землю, а теплоизолированы и нагреваются электрическим током. Это позволяет достигать заданных тепловых нагрузок и получать зависимости между тепловой нагрузкой и такими параметрами, как температура, поток жидкости, поток пара и т.д. В числе существенных преимуществ разработанной системы можно назвать то, что она действует значительно дольше в течение зимнего сезона, выдает намного большую мощность, при этом ее эксплуатация будет обходиться существенно дешевле других действующих систем. Ввиду безопасности диоксида углерода разработанная система может применяться при строительстве жилых домов, детских садов и школ.

В настоящее время разработанная установка запатентована. В ближайшее время планируется ее запуск в серийное производство.

ЛИТЕРАТУРА

1. Аникин Г.В., Спасенникова К.А. О выборе хладагента для сезонных охлаждающих устройств типа «ГЕТ» // Криосфера Земли. 2014. Т. XVIII. № 2. С. 31–33.
2. Долгих Д.Г. и др. Надежность, эффективность и управляемость систем температурной стабилизации вечномерзлых грунтов оснований зданий и сооружений // Материалы междунар. конф. «Криогенные ресурсы полярных и горных регионов. Состояние и перспективы инженерного мерзлотоведения». Тюмень, 2008. С. 31.
3. Росгидромет. Оценочный доклад об изменении климата и их последствиях на территории Российской Федерации / ред. А.И. Бедрицкий и др. Росгидромет, 2008. Т. 1. 230 с.; Т. 2. 291 с.



Рис. 2. Общий вид экспериментальной установки.
На башне находится конденсатор. Справа расположена испарительная система

КАК СОЗДАВАЛСЯ ФЛАГМАН СИБИРСКОЙ ГЕОКРИОЛОГИИ

Климовский И.В.
к. г. н., ветеран СО РАН,
ведущий научный сотрудник
Института мерзлотоведения
СО РАН им. П.И. Мельникова

Осенью 1961 года согласно Постановлению ЦК КПСС и Совмина СССР Институт мерзлотоведения им. В.А. Обручева (ИНМЕРО) передается из Академии наук в Академию строительства и архитектуры. Этим событием завершается многолетняя борьба руководства института (1958–1961) за проведение структурно-организационных мероприятий с целью усиления фундаментальных научных исследований; формируется новая тематика. Однако мероприятия, направленные на расширение института, были предприняты в очень непростое, даже неудачное время – период хрущевских экспериментов. Институт отделяется от естественно-научных организаций АН СССР, он теряет с ними методологические и организационные связи.

Изучая архивные документы, приходишь к выводу, что печальная участь постигла ИНМЕРО не случайно. Начиная примерно с 1956 года, со времени проведения VII Межведомственного совещания по мерзлотоведению, отмечались признаки нарушения монолитности коллектива института и всего геокриологического «семейства». Мерзлотоведение, представляющее собой огромный «материк» науки, стало испытывать признаки превращения его в «архипелаг», состоящий из больших и малых островов.

Инициативы руководства (П.Ф. Швецов, П.А. Шумский, С.С. Вялов) по вопро-

сам развития ИНМЕРО не были услышаны ни в Отделении наук о Земле, ни в Президиуме АН. Получилось, как часто бывало, что «инициатива наказуема».

Что собой представляла в это время наша наука и чем была обеспечена в материально-техническом отношении – эти вопросы очень подробно изложены в научном издании [1] «Институт мерзлотоведения им. В.А. Обручева АН СССР (1939–1963)». Что стало с его периферийными подразделениями и как сложилась судьба самой науки, попробуем кратко изложить.

Итак, росчерком пера был реорганизован, а точнее сказать – ликвидирован флагман отечественного мерзлотоведения. Началась борьба за сохранение самой науки! Инициатором и самым активным организатором мероприятий по возрождению института, а сказать правильнее – по созданию нового – стало Северо-Восточное отделение (1956 СВО) института, возглавляемое директором к. г.-м. н. П.И. Мельниковым [2, 3, 4]. Штаб-квартира науки покинула столицу и перебазировалась в Якутию – город Якутск. П.И. Мельников еще в 1954 году инициировал перед руководством головного института вопрос о создании филиала. Однако эта попытка Павла Ивановича не была реализована. Вместо филиала появилось СВО. Тем не менее Павел Иванович свое видение развития мерзлотоведения в Якутии держал постоянно в повестке первоочередных организационных мероприятий. Более того, к решению вопроса он подключил партийные (Обком КПСС) и государственные (Совмин) органы.

В начале 1960 года начались активные реорганизационные мероприятия. Прежде всего была сделана попытка переименовать его в Институт криологии Земли, что вызвало у научной общности, и не только коллектива, но и всего Отделения наук о Земле, большую и резкую дискуссию. Ученые массы не поддержали идею реформаторов – институт сохранил свое прежнее название. Таким образом, в столице страны начался процесс ликвидации уникального по своему научно-исследовательскому направлению института, а на периферии страны, в далекой Якутии, группой ученых-энтузиастов, возглавляемой П.И. Мельниковым, прилагались серьезные усилия не только для сохранения молодой науки, но и для расширения ее творческого потенциала. В определенной мере этому способствовало одно очень важное обстоятельство.

Решением правительства страны в Сибири шло формирование научного центра, в составе которого было предусмотрено создание не только филиалов многих известных ведущих институтов, но и абсолютно новых, работающих и развивающих новые направления фундаментальной науки институтов.

Принципиальное решение о создании на базе Северо-Восточного отделения ИНМЕРО нового института было принято коллективом и отражено в постановлении Президиума АН СССР 16 сентября 1960 года. В ноябре Совет Министров РСФСР своим письмом № 4 (5897-350) рекомендовал, а Президиум Академии наук СССР постановлением

№ 1043 за подписью академика А.Н. Несмеянова решил: «В целях развития региональных исследований вечномёрзлых горных пород Сибири, необходимых для обеспечения нужд народного хозяйства...» создать институт мерзловедения с «пропиской» в городе Якутске. Дата рождения нового академического подразделения – 6 декабря 1960 года [2].

Хроника всех последующих событий, связанных с ИНМЕРО, представляется следующей:

– 1961 (начало года) – АН СССР передает институт в Академию строительства и архитектуры (АС и А).

– 1961 (декабрь) – АСИА ликвидируется.

В связи с этим наступает какая-то неразбериха, разбрасывают подразделения по научным производственным (ведомственным) организациям. Проводится масштабное непродуманное расчленение ИНМЕРО, при этом часть лабораторий и подразделений ликвидируются вообще. Эта процедура сама по себе продолжалась почти 3 года. Большая часть коллектива по распоряжению Госстроя СМ СССР от 10 сентября 1963 года с несколькими профильными лабораториями передавалась ПНИИС.

– 19.12.1963 – ПНИИС своим решением часть лабораторий бывшего ИНМЕРО передает в НИИОСП. Это мероприятие было последним в ряду длинной тасовки, не всегда полезной и необходимой, а порой и вообще противоречащей основному принципу – укреплению соответствующих связей в сложном научно-техническом процессе.

Выше отмечалось, что Институт мерзловедения СО АН СССР образовался в 1960 году. Таким образом, какое-то время наука мерзловедение (отдельные ее направления) находи-

лась под управлением двух институтов: в Москве и в Якутске. Решение АН СССР о передаче института в Красноярск было одобрено Президиумом СО АН СССР в марте 1959 года.

До реорганизации ИНМЕРО в его коллективе вместе с периферийными подразделениями трудилось 282 человека (в т.ч. научных сотрудников). Коллектив ИМЗ СО РАН на то время вместе с переданными ему Алданской, Игарской НИМС имел в своем составе 160 человек, и только 42 из них были научными сотрудниками.

Несмотря на то что на своем общем собрании коллектив ИНМЕРО дружно проголосовал за перевод своего института в город Красноярск, ни один из сотрудников на момент документального оформления итогового распоряжения о создании института в Якутске желания выезда на периферию не высказал. Сотрудники других организаций, проводящих исследования по мерзлотной проблематике, также остались глухими к приглашению первого директора но-

вого института, тогда еще только к. г.-м. н. П.И. Мельникова.

Практически Павлу Ивановичу не удалось просто собрать и объединить остатки бывшего ведущего института, а пришлось создать новый для сохранения самой науки мерзловедения в системе АН СССР и ее высокого международного авторитета.

Так как само СВО – основа будущего института – находилось в стадии формирования, то все организационные вопросы Павлу Ивановичу приходилось решать с нуля. Трудности усугублялись тем, что научный городок обустроивался в пригороде, поэтому были проблемы со строительством, тепло-, водоснабжением, транспортом.

Но самая главная забота директора состояла в оформлении коллектива [5, 6], подборе высококвалифицированных кадров для исследований по важным перспективным направлениям.

В решении этих проблем Павлу Ивановичу большую помощь оказывали Областной комитет КПСС, руководи-



Коллектив института на праздничной демонстрации

щие органы Республики и даже отдельные хозяйственные организации. Павел Иванович регулярно избирался депутатом Верховного народного Совета Республики (дорос до зама председателя). Это давало ему возможность находить время для полезного и очень продуктивного обсуждения многих постоянно возникающих проблем, особенно бытового и материально-хозяйственного характера, в решении которых он всегда находил конкретную, своевременную и довольно мощную поддержку СО АН СССР.

Павел Иванович отличался качествами талантливого организатора и, конечно, в первую очередь взялся за решение кадрового вопроса, строительство лабораторных корпусов, жилья для приезжающих сотрудников и лабораторной базы.

Павел Иванович был великолепным пропагандистом и агитатором науки. Он активно инициировал приезд в Якутию молодых специалистов из Москвы, Ленинграда, Томска, Иркутска, Новосибирска, Воронежа и с Украины. Процесс активного привлечения выпускников получил название «мельниковский призыв». В течение первых 4 лет в штате института появилось более 2 десятков дипломированных молодых специалистов, способных приложить свои знания в избранных направлениях науки.

Через 2 года институт уже крепко встал на ноги. Его развитие шло гармонично. Солидные планы научных исследований выполнялись в срок. Материальное, приборно-техническое обеспечение были вполне удовлетворительными; лаборатории и экспериментальные группы получили новые приборы, установки и расходные материалы.

Как и в прежние времена, коллектив выполнял большой объем исследований (полевых и лабораторных) по программам и заданиям ряда ведомств на

базе хоздоговоров, значительная доля которых непосредственно была связана с народным хозяйством Республики Саха (Якутия).

Следует отметить еще один важный момент. Институт наладил прочные международные связи с учеными ряда стран, в которых проводились исследования по геофизиологии. Павел Иванович приложил много усилий для объединения ученых в международную ассоциацию. Он был избран ее первым президентом (1983). Почти 10 лет ушло у него на то, чтобы свершилось это важное событие. Ему предшествовала большая подготовительная работа, которая была начата во время проведения Международной конференции по мерзлотоведению в Якутске в 1973 году.

Трудно представить, сколько трудов, энергии, организационной смекалки, определенной эрудиции в организационных вопросах пришлось приложить П.И. Мельникову. Прежде всего, ему удалось изложить свои личные соображения и обосновать необходимость проведения международного форума, первого такого серьезного мероприятия для «глухой сибирской глубинки» – Якутской АССР – в начавшемся периоде дипломатического потепления. Серьезное предложение будущего академика нашло понимание и поддержку. Это говорит о том, что молодой сибирский институт за короткий срок своими значительными успехами в решении научно-организационных проблем адаптировался к современным жизненным реалиям и сумел достичь значительных результатов не только в фундаментальных исследованиях, но и в их широком внедрении в практику.

Успехи коллектива института, возглавляемого П.И. Мельниковым, были отмечены научной общественностью

страны и ее руководством. В 1969 году институт, одним из первых в Сибирском отделении и вторым после Якутского речного пароходства в ЯАССР, был награжден орденом Трудового Красного Знамени.

Реализация проекта по развитию геофизиологии в Сибири состоялась благодаря тому, что возглавил и проводил ее талантливый организатор, духовный наставник Павел Иванович Мельников, имя которого в 1995 году указом первого президента Республики Саха (Якутия) М.Е. Николаевым было присвоено его институту.

Академик Владимир Иванович Вернадский говорил: «Все решает человеческая личность, и в значительной мере любое возрождение зависит от неизвестных нам законов появления больших личностей». Безусловно, Павел Иванович был такой личностью!

ЛИТЕРАТУРА

1. Институт мерзлотоведения им. В.А. Обручева АН СССР (1939–1963) / отв. ред. акад. В.П. Мельников. Новосибирск: Гео, 2007. 194 с.
2. Академик Павел Иванович Мельников / отв. ред. Р.В. Чжан, В.В. Шепелёв. Сиб. отд-ние Рос. акад. наук, Институт мерзлотоведения им. П.И. Мельникова. Новосибирск: Гео, 2006. 306 с.
3. Академическое мерзлотоведение в Якутии. Якутск: Ин-т мерзлотоведения СО РАН – ассоциированный член изд-ва СО РАН, 1997. 328 с.
4. Климовский И.В. Флагману отечественного мерзлотоведения СО РАН 60 лет (в печати).
5. Климовский И.В. «Могучая кучка» профессора М.И. Сумгина // Холодок. 2018. № 1(16). С. 88–97.
6. Климовский И.В. Мельниковский призыв // Якутская геофизиологическая научная школа. Новосибирск: Гео, 2010. С. 10–12.

ВЫШЕ ГОР?

КАК ХОЛОД И ГОРЫ ИЗМЕНИЛИ ВНЕШНИЙ ОБЛИК НАСЕЛЕНИЯ АЛТАЯ ПЕРИОДА ЭНЕОЛИТА – РАННЕЙ БРОНЗЫ

Солодовников К.Н.

*старший научный сотрудник
сектора физической антропологии
Института проблем освоения
Севера ТюмНЦ СО РАН*

Нечвалода А.И.

*научный сотрудник ИИЯЛ
Уфимского федерального
исследовательского центра РАН*

В конце IV – первой половине III тысячелетия до нашей эры на обширных пространствах Южной Сибири и Центральной Азии развивалось яркое этнокультурное образование древности – афанасьевская археологическая культура. Территория ее распространения охватывала огромные территории Алтае-Саянского нагорья, Монголии, Синьцзяна и Восточного Казахстана, однако максимальная концентрация археологических памятников наблюдается в Горном Алтае и Минусинской котловине. По данным современного радиоуглеродного AMS-датирования, в горах Алтая афанасьевская культура существовала сравнительно недолгое время – порядка 300 лет – и датируется XXXI–XXIX веками до нашей эры. Есть основания полагать, что эта культура сначала появилась

на Алтае и только затем оставившее ее памятники население заняло Минусинскую котловину [Поляков, 2020] и другие территории. Именно с формированием афанасьевской культуры в центральных регионах Евразии появились металлургия меди, курганный обряд погребения (рис. 1) и скотоводство преимущественно в форме овцеводства, о чем свидетельствуют и палеогенетические данные [Hermes et al., 2020]. Также с появлением афанасьевской культуры в глубинных районах Азии получил распространение новый протоевропеоидный антропологический тип населения, что контрастирует с антропологическим обликом местных азиатских популяций с промежуточными монго-

лоидно-европеоидными характеристиками в строении лица. По мнению многих археологов, распространение афанасьевской культуры связано с первыми евразийскими миграциями индоевропейских народов. Не исключено, что время существования и заката афанасьевской культуры на Алтае связано с климатическими изменениями. В атлантический период 7–5 тысяч лет назад в горах Алтая климат был теплым и сухим, средние температуры в среднегорье выше современных на 4–5 °С. При переходе к суббореальному периоду (4500 л.н.) произошло повышение влажности, увеличение годовых осадков примерно на 100 мм и понижение среднегодовых температур на 2,5 °С по

Рис. 1. Первый Межелик –
могильник афанасьевской культуры
(XXXI–XXIX вв. до н.э.),
Алтайские горы, Южная Сибирь.
Фото С. Святко (SVS Images)



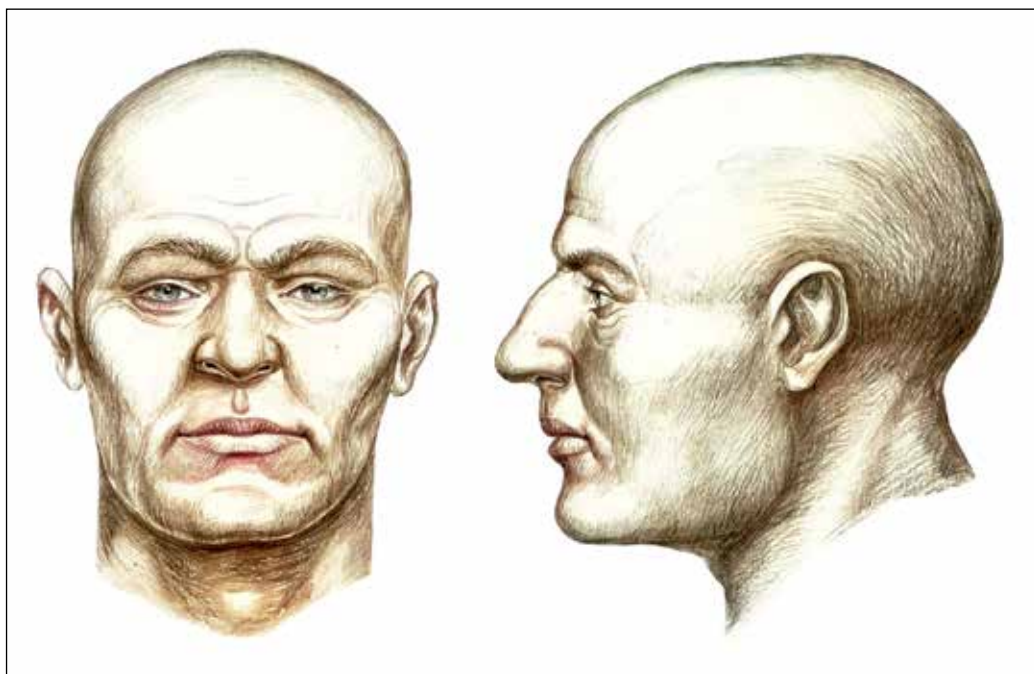


Рис. 2. Сальдяр I, огр. 5. Биоклиматическая зона I.
Реконструкция лица по черепу. Графический портрет мужчины 40–45 лет.
Автор Алексей Нечвалода, графическая проработка – Елена Нечвалода

сравнению с современными [Русанов, 2007]. Однако, по другим данным, верхняя граница теплого периода на территории Горного Алтая проходит на рубеже около 5 тысяч лет назад, а затем последовала достаточно резкая смена климата. После периода потепления около 7–5 тысяч лет назад, намного превышавшего современное по температуре и продолжительности, период 4900–4200 лет назад характеризуется понижением температуры и увеличением влажности, что привело к катастрофически быстрому и максимальному по амплитуде продвижению ледников [Агатова и др., 2012].

В антропологическом отношении население афанасьевской культуры характеризовалось высоким ростом и очень

крепким сложением с обращающей на себя внимание в пропорциях длинной голенью. Особенно отличались афанасьевцы Горного Алтая, являвшиеся одной из самых высокорослых групп среди евразийских популяций эпохи бронзы. Для черепов афанасьевцев характерна массивная и крупная длинная и высокая черепная капсула, широкий лоб, широкое невысокое и резко профилированное в горизонтальной плоскости лицо, очень широкие и низкие орбиты, абсолютно и относительно высокое переносье и очень сильно выступающий нос (рис. 2). Появление популяций афанасьевской культуры с их протоевропеоидным антропологическим обликом на Алтае-Саянском нагорье и в Центральной Азии связано с масштабными ми-

грациями древнескотоводческих групп восточноевропейского происхождения, что предполагалось исследователями еще в начале XX века. Среди всех синхронных и предшествующих по времени групп Евразии наибольшее сходство людей из погребений собственно афанасьевской культуры и близких ей культурных типов Горного Алтая прослеживается с населением энеолита – ранней бронзы юга Восточной Европы от Днепра до Урала. А среди восточноевропейских групп – с популяциями широко известной древнеямной (ямной) культуры степного и лесостепного Волго-Уралья [Хохлов и др., 2016]. При этом обнаруживается значительное сходство ямно-афанасьевского населения с синхронными группами на промежуточной территории казахстанских степей и большие отличия от местных популяций юга Западной и Южной Сибири (рис. 3). Антропологически уловимые контакты

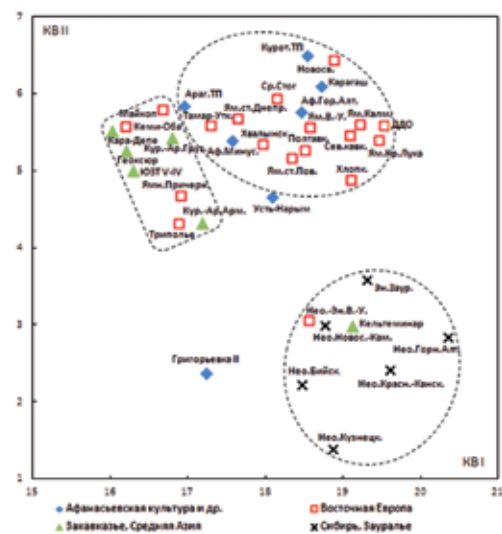


Рис. 3. Результаты канонического анализа и кластеризации расстояний D^2 Махаланобиса–Рао мужских групп неолита – бронзы

афанасьевского населения с автохтонными группами если и были, то, вероятно, единичные, что устанавливается по краниологическим материалам энеолита – ранней бронзы Горного Алтая и на основании палеогенетического исследования костных останков людей, захороненных в афанасьевских погребениях Минусинской котловины [Narasimhan et al., 2019]. Однако в целом результаты исследования человеческой палео-ДНК указывают на генетическое единство афанасьевского и ямного населения на фоне древних групп неолита – бронзы Евразии.

Сравнительно многочисленные, накопленные за десятилетия исследований краниологические материалы энеолита – ранней бронзы Алтая распределены в 9 локальных групп исходя из местонахождения могильников в долинах и межгорных котловинах Алтайской горной страны (рис. 4). Также для этих локальных групп памятников в соответствии с их пространственной дифференциацией рассчитаны физические и биоклиматические параметры. Помимо общеупотребительных, таких как высота над уровнем моря, средняя температура, влажность, безморозный период, среднее количество осадков, для оценки биоклиматов использовались нормально-эквивалентно-эффективная температура (характеризует теплоощущения одетого человека), индекс суровости по Бодману (соотношение температуры воздуха и скорости ветра), показатель благоприятности биоклиматических условий (коэффициент, представляющий отношение повторяемости благоприятных для организма человека погод к общему числу дней в периоде) и условная температура (также учитывает температуру воздуха и скорость ветра, влияющие на то, как быстро будет охлаждаться тело челове-

ка). Для территории Горного Алтая на основании этих показателей определены категории комфортности биоклиматов ландшафтов от комфортного до экстремального. Далее климатогеографические и биоклиматические параметры сопоставились с характеристиками краниологических и скелетных серий. Вообще влияние климатических факторов на внешние морфологические и функциональные характеристики популяций человека неоднократно исследовалось в биологии, медицине, антропологии, однако в основном в отношении современного населения и, как правило, для обширных территорий или даже

в панорамном масштабе. Исследование связи морфологических особенностей древнего населения с географическими и биоклиматическими условиями такой сравнительно компактной территории, как Горный Алтай, проведено впервые [Солодовников и др., 2019].

В результате исследования определены основные тенденции межгрупповой изменчивости популяции афанасьевской культуры. Выявлена большая и статистически значимая связь показателей суровости биоклимата и высоты над уровнем моря с высотой мозговой коробки и общей массивностью черепа в разнотопных локальных сериях и шириной

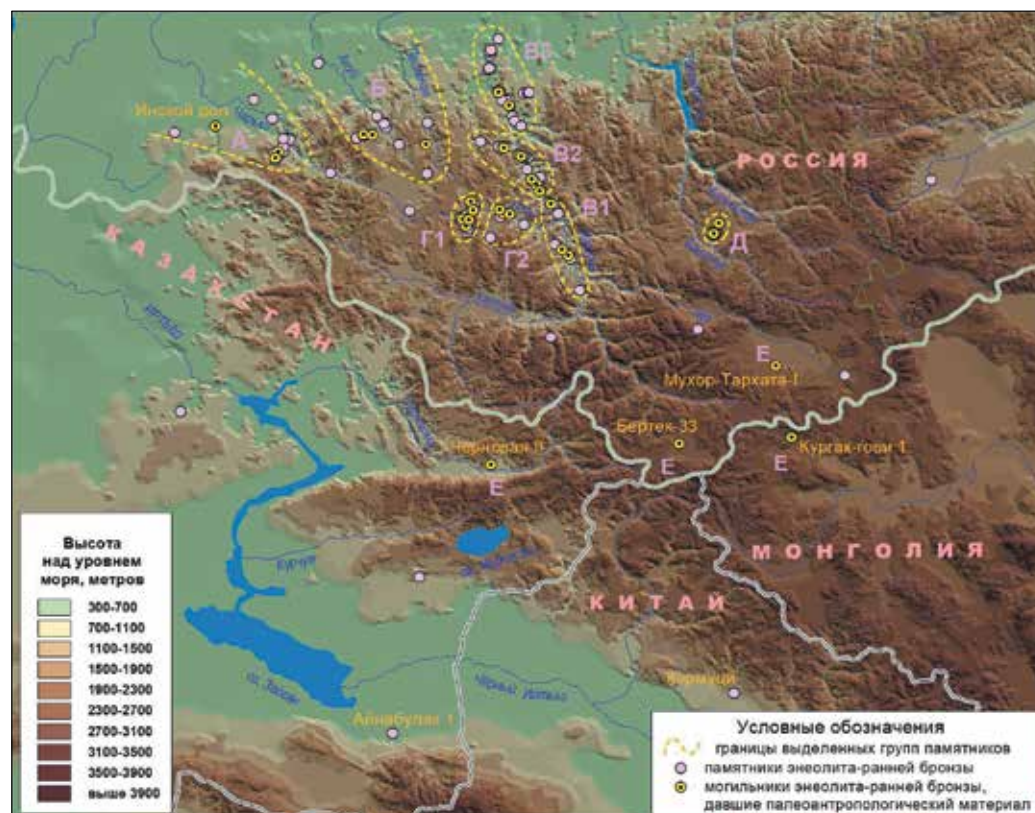


Рис. 4. Расположение памятников энеолита – ранней бронзы на территории Алтайской горной страны и выделенные группы памятников

лица у мужчин. Этот морфологический комплекс нарастания массивности черепа в связи с усилением экстремальности климата и высотой гор находится в соответствии с остеологическими параметрами скелета. Полученные данные демонстрируют: при сохранении сходных пропорций сегментов тела мужчины из биоклиматически дискомфортных, преимущественно среднегорных районов Центрального Алтая (биоклиматическая зона II) и наиболее дискомфортных районов высокогорных долин и горных котловин юго-востока Алтая (биоклиматическая зона III) в среднем превосходили мужскую выборку энеолита – ранней бронзы климатически комфортных низкогорных зон северо-западных предгорий Алтая и долины Катунь (биоклиматическая зона I) в росте не менее чем на 4–5 см и в весе тела на 3–5 кг. Вес тела женщин из средне- и высокогорных районов больше, чем у женщин из низкогорных районов, в среднем на 3 кг. Результаты исследования позволяют заключить, что отличия алтайских афанасьевцев от минусинских, а также морфологическая дифференциация групп населения энеолита – ранней бронзы на территории Алтая определяются особенностями биологической адаптации к условиям высокогорья и резко континентального климата Алтайской горной страны [Солодовников и др., 2019]. Новые данные подтвердили ранее полученные результаты: в условиях холодого стресса и гипоксии у населения афанасьевской культуры Горного Алтая ведущей приспособительной реакцией было усиление энергетических процессов за счет повышения основного обмена, что приводило к увеличению длины и веса тела [Эпоха энеолита и бронзы ..., 2006]. С увеличением размеров длинных костей конечностей

было связано также возрастание объема костно-мозгового пространства как вместимости органа кроветворения, что оказалось полезным в условиях средне- и высокогорий. Однако перестройки скелетных систем организма, связанной с адаптацией к горной гипоксии, у горно-алтайского населения энеолита – ранней бронзы не произошло. Объем костного мозга возрастал не за счет относительного уменьшения внешнего кортикального слоя, а за счет увеличения общих размеров. Эту тенденцию усиления массивности черепа и увеличения продольных размеров тела со средним ростом у мужчин более 180 см продолжает численно небольшая серия скелетов людей из афанасьевского могильника Шатар-Чулу в биоклиматически экстремальных районах Центральной

Монголии [Тумэн, 1978]. Вместе с этнокультурными группами из трансграничных высокогорных районов Южного Алтая и среднегорных в Центральном Алтае они являются, пожалуй, наиболее высокорослыми среди всех исследованных древних евразийских популяций за более чем 2000-летний период и равны или немного превосходят в длине тела древнеямные группы из Волго-Уралья [Григорьев, 2019] (табл. 1). Средние остеометрические параметры, а также размеры и пропорции черепа людей периода энеолита – ранней бронзы из низкогорных районов Алтая с комфортными биоклиматическими условиями сопоставимы с таковыми афанасьевского населения Минусинской котловины и, шире, протоевропеоидных популяций степей Евразии этого времени (рис. 5).

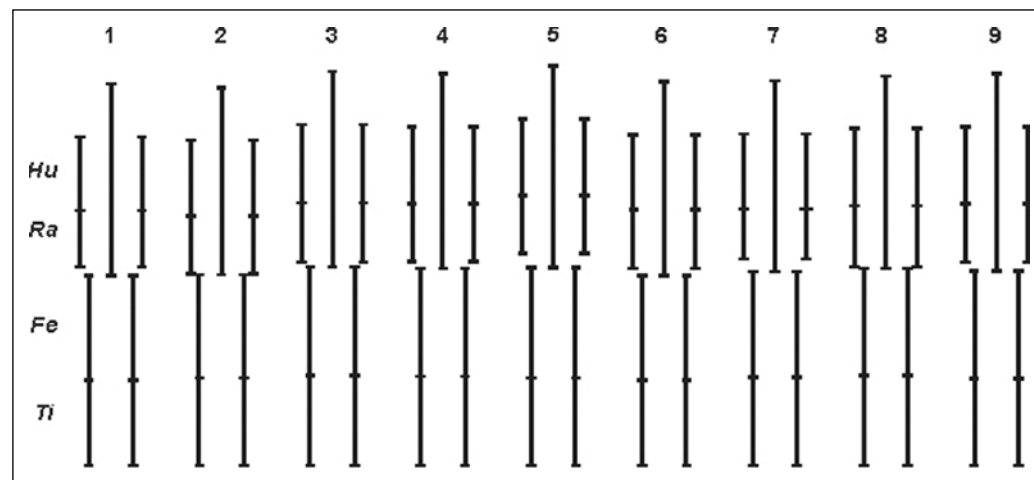


Рис. 5. Сравнительная характеристика длины и пропорций тела мужских групп афанасьевской культуры Южной Сибири и Центральной Монголии и ранней – средней бронзы юга Восточной Европы (средние по формуле Г.Ф. Дебеца [Дебеч, Дурново, 1971]): Hu – плечевая кость; Ra – лучевая кость; Fe – бедренная кость; Ti – большая берцовая кость; 1 – афанасьевская культура Минусинской котловины; 2 – афанасьевская культура Алтая, биоклиматическая зона I (группы А, В1, В2, В3); 3 – афанасьевская культура Алтая, биоклиматическая зона II (группы Б, Г1, Г2); 4 – афанасьевская культура Алтая, биоклиматическая зона III (группы Д, Е); 5 – афанасьевская культура Хангая (могильник Шатар-Чулу); 6 – древнеямная культура степного Поднепровья; 7 – древнеямная культура Калмыкии; 8 – ранняя и средняя бронза степного Предкавказья (могильник Чограй IX); 9 – ранняя и средняя бронза Волго-Уралья

Таблица 1

**Остеометрические параметры групп афанасьевской культуры
из разных биоклиматических зон Горного Алтая, Центральной Монголии,
ранней и средней бронзы Волго-Уралья**

№ по Мартину и др.	Афанасьевская культура				Ранняя и средняя бронза Волго-Уралья
	Алтай, биокли- матич. зона I	Алтай, биокли- матич. зона II	Алтай, биокли- матич. зона III	Хангай, Шатар- Чулу	
H1. Наибольшая длина плечевой кости	341,3(3)	351,1(8)	344,6(8)	345,5(2)	346,6 (19)
H7. Наименьшая окружность диафиза плечевой кости	69,2(6)	72,1(9)	66,8(8)	63,0(2)	69,8 (23)
R1. Наибольшая длина лучевой кости	262,3(4)	269,8(8)	261,3(8)	264,0(2)	265,9 (15)
R3. Наименьшая окружность диафиза лучевой кости	43,8(4)	48,4(8)	48,0(3)	48,5(2)	46,6 (15)
F1. Наибольшая длина бедренной кости	466,6(5)	490,8(8)	487,2(9)	498,0(2)	485,6 (18)
F8. Окружность середины диафиза бедренной кости	98,8(6)	99,3(9)	99,8(9)	99,5(2)	96,6 (19)
T1. Полная длина большой берцовой кости	398,6(5)	408,3(9)	406,1(9)	399,0(2)	395,1 (21)
T10в. Наименьшая окруж- ность диафиза большой берцовой кости	84,8(6)	87,2(9)	86,1(8)	84,5(2)	92,6 (21)
Длина по Дюпертюи и Хэддену	175,8	180,9	180,1	182,4	179,8
Длина по Троттер и Глезер	173,8	179,4	178,6	181,1	178,2
Длина по Дебецу	171,0	178,1	177,1	180,8	177,2
Вес по Дебецу	77,2	82,6	79,9	78,9	82,2

По результатам межгруппового статистического сравнения афанасьевцев Южной Сибири и Монголии с предковыми древними европеоидными популяциями степных и лесостепных районов Восточной Европы серии из низкогорных и среднегорных районов Алтая вместе с афанасьевской Минусинской котловины демонстрируют наибольшее морфологическое сходство с группами ранней и начала средней бронзы Волго-Уралья – территориальными выборками черепов древнейшей общности и связанных с ней культурно-хронологических групп. По-видимому, этот результат подчеркивает волго-уральскую основу формирования населения афанасьевской культуры. Наиболее массивные афанасьевцы из алтайского высокогорья и из Центральной Монголии морфологически объединяются с восточноевропейскими группами периода энеолита и самого начала ранней бронзы, оставившими древнейшие подкурганские захоронения бережновского типа Нижнего Поволжья, средне-стоговской культуры Днепро-Донского междуречья и т.н. плоских могильников Поднепровья (рис. 6). Это не исключает участия потомков данных культурно-хронологических образований в формировании афанасьевской культуры Южной Сибири и Центральной Азии. Но, возможно, данное сходство среди сравнительных протоевропеоидных групп вторично и основывается на специфичной массивности афанасьевского населения Центральной Монголии и южных районов Алтая как результате адаптации к местным условиям высокогорья и резко континентального климата.

Причиной расселения в столь дискомфортных условиях, как высокогорные

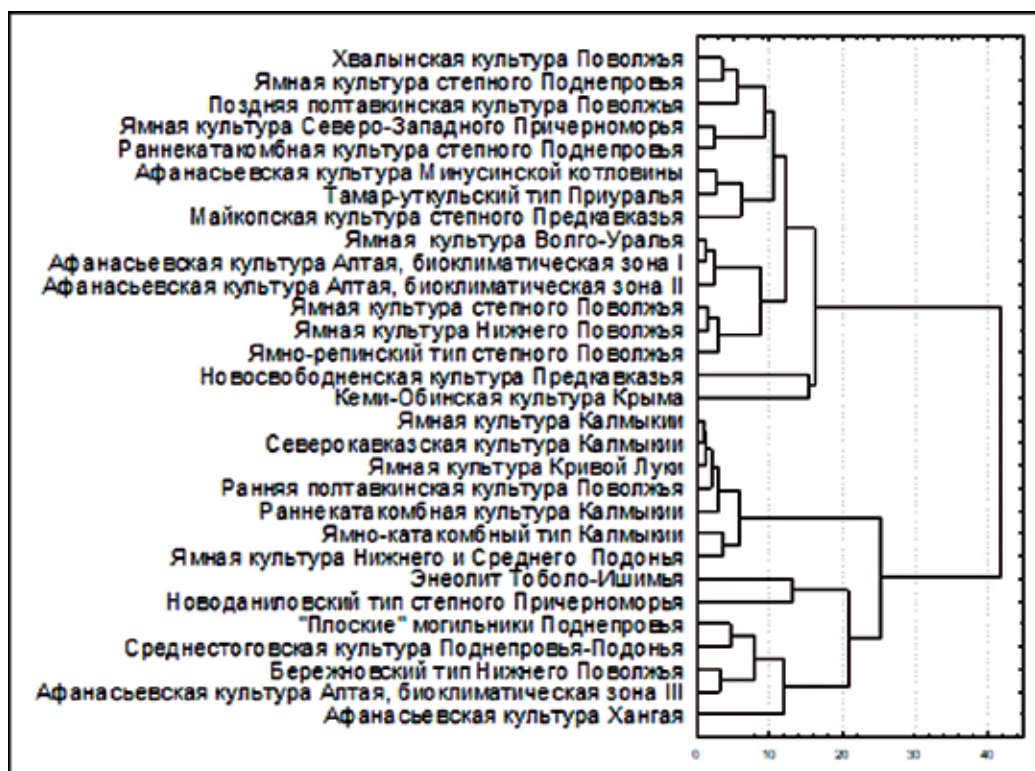


Рис. 6. Результаты кластеризации расстояний D^2 Махаланобиса–Рао между мужскими группами афанасьевской культуры Южной Сибири и Центральной Монголии и ранней – средней бронзы юга Восточной Европы

районы Алтая, по-видимому, являлись особенностями хозяйственной деятельности древнескотоводческих коллективов энеолита – ранней бронзы. Морфологические различия афанасьевских популяций формировались под воздействием климатогеографических и биоклиматических факторов, вероятно, как результат отбора и адаптации к местным условиям мигрантного населения, осваивавшего новые для себя экологические ниши. Результаты комплексного анализа палеоантропологических данных по населению Горного Алтая энеолита – ранней бронзы могут указывать на значительный отбор в пришлых

афанасьевских коллективах. В частности, предполагается недостаточная стабильность обеспечения пищевыми ресурсами в силу цикличности скотоводческого хозяйства в условиях резко континентального климата и витаминная недостаточность, в первую очередь витамина С, что приводит к развитию цинги. Хотя в окружающей природной среде имелось немало ценных источников витамина С (хвоя, шиповник, черная смородина, рябина), необходимый опыт использования в пищу растительных компонентов у афанасьевских скотоводов, по-видимому, отсутствовал [Тур, Рыкун, 2006]. Дефицит витамина С,

вероятно, был связан с процессом адаптации к холодовому стрессу и горной гипоксии. Относительное увеличение длины нижних конечностей, особенно голеней, в условиях холодного климата имело также и негативные последствия – увеличивало угрозу локального переохлаждения. В целом для афанасьевского населения Алтая основными патогенными факторами были холодовой и пищевой стрессы, воздействие которых тормозило процессы роста и ослабляло иммунный статус организма. Задержки ростовых процессов успешно преодолевались, но неблагоприятные факторы, по-видимому, нередко приводили к смерти детей и к хроническим очагам воспаления в ротовой полости у людей старше 35 лет, что увеличивало риск смертности в этой возрастной группе [Эпоха энеолита и бронзы ..., 2006. С. 77–80]. Значительный отбор в афанасьевских группах при небольших эффективно-репродуктивных объемах популяций, по-видимому, и определил сравнительно быструю морфологическую адаптацию афанасьевского населения в исторически короткий срок существования культуры в горах Алтая (рис. 7, 8). Обратной стороной этого процесса было расходование ресурсов и потенциала коллективов не на культурно-хозяйственное развитие, а на адаптацию к суровым условиям при определенной нивелировке как морфофизиологических, так и внебиологических культурных параметров (не всегда в положительную сторону). По-видимому, в этом кроется непродолжительность существования алтайского варианта афанасьевской культуры, чему также послужила стратегия избегания связей с местным населением и наступивший

период похолодания. В отличие от культурных образований последующего времени юга Сибири и Центральной Азии, сформировавшихся во многом в результате взаимодействия с местными популяциями пришлых групп второй волны европеоидов на эту территорию [Солодовников, 2007; Козинцев, Селезнева, 2015], афанасьевская культура не дала эффективных производных на Алтае-Саяно-Хангайском нагорье.

Приспособление к суровым климатогеографическим условиям у населения Алтая периода энеолита – ранней бронзы существенно отличается от механизма биологической адаптации современных коренных сибирских и центральноазиатских популяций, обитающих в условиях резко континентального климата. Внешние черты последних имеют ряд специфических особенностей, являющихся адаптацией к холодовому стрессу. В таких популяциях распространен брахиморфный тип телосложения с относительно укороченными нижними конечностями и относительно высокой массой тела. На территории Центральной Азии и Алтае-Саянского нагорья основное направление изменчивости прослеживается в соответствии с ландшафтными особенностями среды: таежные жители отличаются некоторой миниатюрностью телосложения, а степные – его массивностью [Чижишева, 1986; Антропозкология ..., 2005]. В более высоких широтах Западной Сибири с суровыми климатическими условиями таежной полосы и воздействием холодового стресса у близких к современности популяций коренного населения также наблюдается грацилизация и даже миниатюризация телосложения [Федосова, 1988; Багашев, 1993]. Это

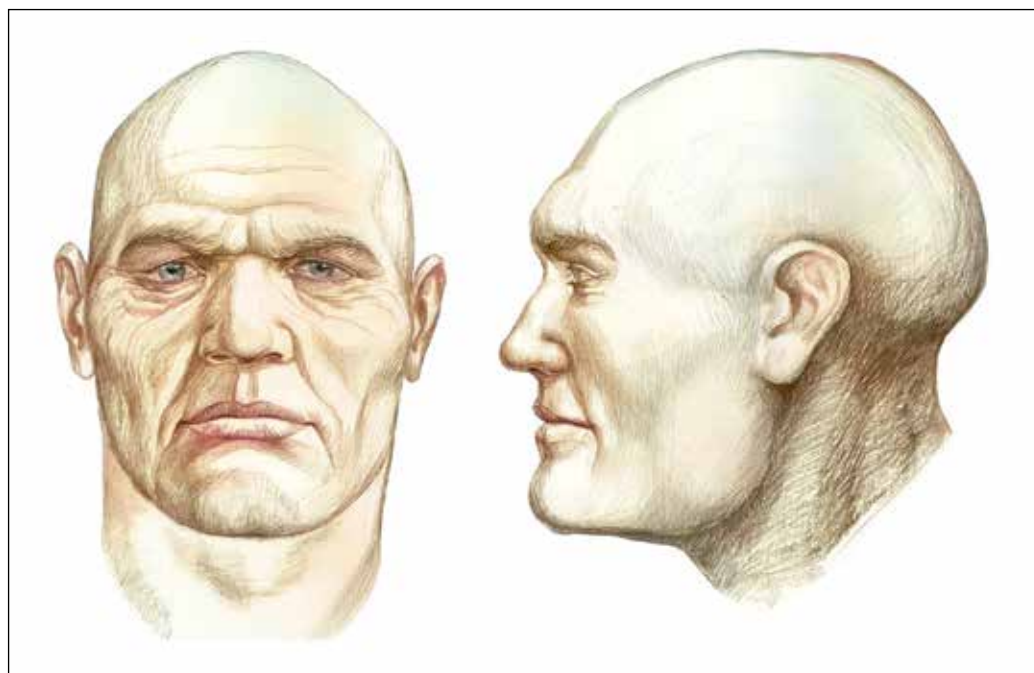


Рис. 7. Нижний Тюмечин I, огр. 13. Биоклиматическая зона II. Реконструкция лица по черепу. Графический портрет мужчины 35–45 лет. Автор Алексей Нечвалода, графическая проработка – Елена Нечвалода

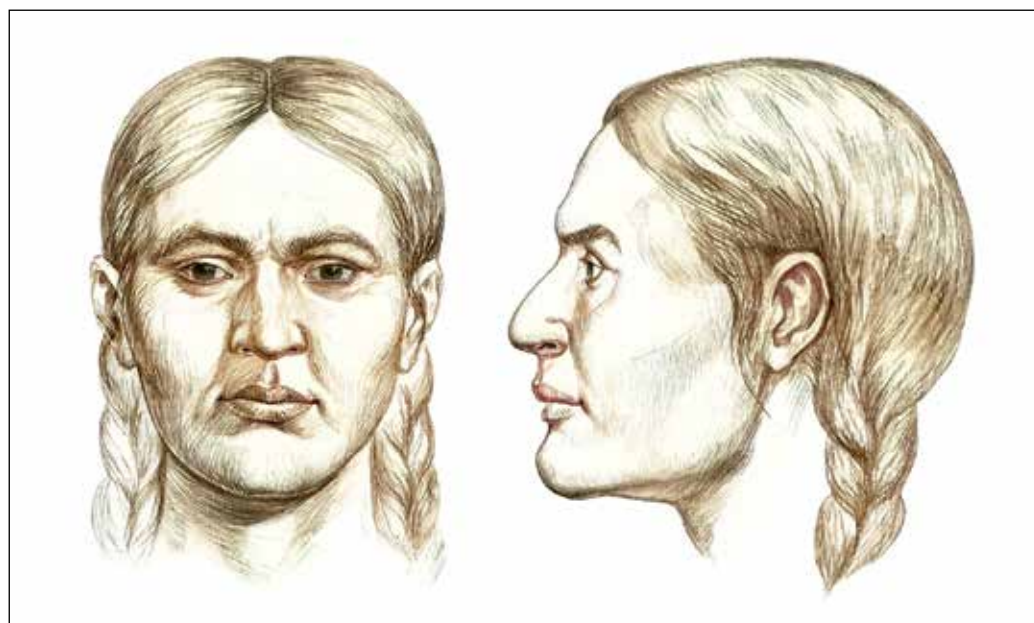


Рис. 8. Семисарт II, огр. 1. Биоклиматическая зона II. Реконструкция лица по черепу. Графический портрет женщины 30–35 лет. Автор Алексей Нечвалода, графическая проработка – Елена Нечвалода



противоположно проявлениям механизма биологической адаптации у групп афанасьевской культуры в горах Алтая и Хангая, проявляющегося в еще большем увеличении размеров тела изначально высокорослого и крупного протоевропеоидного населения восточноевропейского происхождения.

ЛИТЕРАТУРА

1. Агатова А.Р., Назаров А.Н., Непоп Р.К., Орлова Л.А. Радиоуглеродная хронология гляциальных и климатических событий голоцена Юго-Восточного Алтая (Центральная Азия) // Геология и геофизика. 2012. Т. 53, № 6, С. 712–737.
2. Антропоэкология Центральной Азии. М.: Научный мир, 2005. 368 с.
3. Багашев А.Н. Этническая антропология тоболо-иртышских татар. Новосибирск: Наука, 1993. 152 с.
4. Григорьев А.П. Морфологические особенности посткраниальных скелетов из погребений ямной культуры раннего бронзового века Волго-Уралья // Актуальная археология 4: комплексные исследования в археологии: сб. материалов конф. молодых исследователей. СПб.: ИИМК РАН, 2018. С. 170–175.
5. Дебец Г.Ф., Дурново Ю.А. Физическое развитие людей эпохи энеолита в Южной Туркмении // СЭ. 1971. № 1. С. 26–35.
6. Козинцев А.Г., Селезнева В.А. Вторая волна миграции европеоидов в Южную Сибирь и Центральную Азию (к вопросу об индоиранском компоненте в окуневской культуре // Радловский сборник. Научные исследования и музейные проекты МАЭ РАН в 2014 г. СПб.: МАЭ РАН, 2015. С. 51–62.
7. Поляков А.В. Проблемы хронологии и культурогенеза памятников эпохи палеометалла Минусинских котловин: автореф. дис. ... д. ист. н.: 07.00.06. – Археология. СПб., 2020. 53 с.
8. Эпоха энеолита и бронзы Горного Алтая / А.П. Погожева, М.П. Рыкун, Н.Ф. Степанова, С.С. Тур. Ч. 1. Барнаул: Азбука, 2006. 233 с.
9. Русанов Г.Г. Озера и палеогеография Северного Алтая в позднем неоплейстоцене и голоцене. Бийск: БПГУ, 2007. 164 с.
10. Солодовников К.Н. К вопросу о роли европеоидного компонента в расогенезе населения Алтае-Саянского нагорья эпохи ранней и развитой бронзы // Алтае-Саянская горная страна и история освоения ее кочевниками. Барнаул: АГУ, 2007. С. 145–150.
11. Солодовников К.Н., Кравченко Г.Г., Рыкун М.П. Морфологические особенности населения энеолита – ранней бронзы как результат адаптации к географическим и биоклиматическим условиям Алтайской горной страны // Вестник археологии, антропологии и этнографии. 2018. № 4. С. 120–135.
12. Тумэн Д. Палеоантропологическая находка у горы Шатар-Чулу // Studia Archeologica. Т. VII. F. 10–18. Улаанбаатар: Шинжлэх ухааны Академийн хэвлэл. 1978. С. 23–31.
13. Тур С.С., Рыкун М.П. Краниологические материалы афанасьевской культуры Горного Алтая в палеоэкологическом аспекте исследования // Вестник антропологии: науч. альманах. Вып. 14. М.: Оргсервис-2000, 2006. С. 102–108.
14. Федосова В.Н. Анализ морфологии длинных костей остеологической серии хантов // Вопросы антропологии. 1988. Вып. 81. С. 42–61.
15. Хохлов А.А., Солодовников К.Н., Рыкун М.П., Кравченко Г.Г., Китов Е.П. Краниологические данные к проблеме связи популяций ямной и афанасьевской культур Евразии начального этапа бронзового века // Вестник археологии, антропологии и этнографии. 2016. № 3(34). С. 86–106.
16. Чикишева Т.А. Опыт оценки связей антропологических признаков со средовыми факторами на примере Алтае-Саянского региона // Проблемы антропологии древнего и современного населения Советской Азии. Новосибирск: Наука, 1986. С. 170–191.
17. Hermes T.R., Tishkin A.A., Kosintsev P.A., Stepanova N.F., Krause-Kyora B., Makarewicz C.A. Mitochondrial DNA of domesticated sheep confirms pastoralist component of Afanasievo subsistence economy in the Altai Mountains (3300–2900 cal BC) // Archaeological Research in Asia. 13 October 2020. <https://doi.org/10.1016/j.ara.2020.100232>
18. Narasimhan V.M., Patterson N., Moorjani P., Rohland N., Bernardos R., Mallick S., Lazaridis I., Nakatsuka N., Olalde I., Lipson M., Kim A.M., Olivieri L.M., Coppa A., Vidale M., Mallory J., Moiseyev V., Kitov E., Monge J., Adamski N., Alex N., Broomandkhoshbacht N., Candilio F., Callan K., Cheronet O., Culleton B.J., Ferry M., Fernandes D., Freilich S., Gamarra B., Gaudio D., Hajdinjak M., Harney É., Harper T.K., Keating D., Lawson A.M., Mah M., Mandl K., Michel M., Novak M., Oppenheimer J., Rai N., Sirak K., Slon V., Stewardson K., Zalzal F., Zhang Z., Akhatov G., Bagashev A.N., Bagnera A., Baitanayev B., Bendezu-Sarmiento J., Bissembaev A.A., Bonora G.L., Chavgynov T.T., Chikisheva T., Dashkovskiy P.K., Derevianko A., Dobeš M., Douka K., Dubova N., Duisengali M.N., Enshin D., Epimakhov A., Fribus A.V., Fuller D., Goryachev A., Gromov A., Grushin S.P., Hanks B., Judd M., Kazizov E., Khokhlov A., Krygin A.P., Kupriyanova E., Kuznetsov P., Luiselli D., Maksudov F., Mamedov A.M., Mamirov T.B., Meiklejohn C., Merrett D.C., Micheli R., Mochalov O., Mustafokulov S., Nayak A., Pettener D., Potts R., Razhev D., Rykun M., Sarno S., Savenkova T.M., Sikhymbaeva K., Slepchenko S.M., Soltobaev O.A., Stepanova N., Svyatko S., Tabaldiev K., Teschler-Nicola M., Tishkin A.A., Tkachev V.V., Vasilyev S., Velemínský P., Voyakin D., Yermolayeva A., Zahir M., Zubkov V.S., Zubova A., Shinde V.S., Lalueza-Fox C., Meyer M., Anthony D., Boivin N., Thangaraj K., Kennett D.J., Frachetti M., Pinhasi R., Reich D. The formation of human populations in South and Central Asia // Science. 2019. Vol. 365. Issue 6457, eaat7487. DOI: 10.1126/science.aat7487

