

НА СНЕГОХОДЕ ОТ ВОРКУТЫ ЧЕРЕЗ ПОЛЯРНЫЙ УРАЛ В ЯМАЛЬСКУЮ ТУНДРУ

Горы Полярного Урала, являясь естественной орографической границей для движущихся с Атлантики теплых воздушных масс, определяют отличие климата Большеземельской тундры на западе от климата находящейся на востоке южной части полуострова Ямал. Разница в климате в свою очередь отражается на характере распределения вечной мерзлоты — если на западе от Урала южную границу вечной мерзлоты на геокриологических картах принято проводить примерно по широте полярного круга, то на востоке от Урала в Западной Сибири она резко смещается примерно на 500 км к югу.

Очевидно, что эта картина, отраженная на геокриологических картах советского времени, будет меняться во времени из-за потепления климата. Несколькими годами ранее мы участвовали в изыскательских работах вдоль газопровода Бованенково — Ухта, в скважинах глубиной 8 м было отмечено отсутствие мерзлых пород на западе от Полярного Урала южнее Воркуты. Здесь мерзлота вскрывалась лишь под бугристыми торфяниками. Напротив, там, где нитка газопровода переваливает через Полярный Урал у г. Константинов Камень и далее на восток к Байдарацкой губе, всеми скважинами фиксировалась мерзлота.

Идея экспедиции, о которой пойдет речь, заключалась в том, чтобы в рамках одного снегоходного маршрута охватить три физико-географических района — восточную часть Большеземельской тундры, горы Полярного Урала и юг полуострова Ямал, а в научном отношении она посвящена изучению и мониторингу мерзлоты этих территорий, процессам, связанным с ее деградацией. Были запланированы посещения метеостанций в Воркуте и Салехарде с целью рекогносцировки под расположение пунктов государственной сети мониторинга вечной мерзлоты, а также изучение многолетних бугров пучения — булгуньяхов в рамках гранта РФФИ. Характерная особенность ландшафта данных территорий — большая заозеренность, которая с потеплением климата и развитием термокарстовых процессов будет иметь тенденцию к нарастанию. Органическое вещество, высвобождаясь из мерзлоты в ходе термокарстового процесса, вовлекается в современный круговорот. В ходе экспедиции собирался материал для изучения геохимических особенностей озер криолитозоны и их роли в глобальном цикле углерода.

В качестве транспортного средства был арендован Yamaha Viking 540 IV — один из самых распространенных снегоходов на просторах нашей страны. Из запасных частей к нему были взяты свечи и склизы. Быстро устанавливаемая палатка «Берег» была укомплектована дровяной печкой. Аварийный комплект включал аптечку, GPS и спутниковый телефон. Для определения

мощности мерзлоты на метеостанциях использовалась электроразведочная аппаратура ЦИКЛ (Россия), а для изучения внутреннего строения булгуньяхов — георадар ZOND (Латвия). Для зарядки аппаратуры был взят двухтактный генератор. Отбор донных отложений производился дночерпателем Экмана-Берджи. Пробы воды брались при помощи батометра. Физико-химические параметры воды (pH, Eh, O₂, минерализация, электропроводность) измерялись с помощью портативных приборов Milwaukee (США).

ДНЕВНИК ЭКСПЕДИЦИИ

15 апреля. Отправление участников поездом Санкт-Петербург — Воркута.

17 апреля. В 10 часов утра поезд прибыл в Воркуту, и мы приступили к сборам. Арендовали сани, закупили продукты. Также успели посетить геологический музей ОАО «Полярноуралгеология» им. К.Г. Войновского-Кригера. Этот музей, существующий стараниями и на средства энтузиастов, рассказывает об истории изучения и освоения

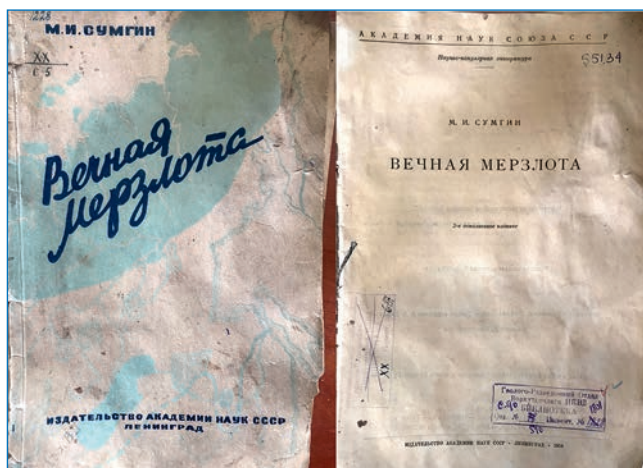
Печерского угольного бассейна и Полярного Урала. Здесь нам подарили уникальное издание одного из первых учебников по мерзлотоведению М.И. Сумгина 1934 года. Согласно печати на книге, она использовалась сотрудниками геолого-разведочного отдела Воркутпечлага НКВД.

18 апреля. Первую половину дня посвятили обследованию метеостанции на предмет возможности расположения здесь пункта государственной

сети мониторинга вечной мерзлоты. После обеда, загрузив снегоход и сани с грузом в машину, выехали на окраину Воркуты на ведомственный зимник, идущий вдоль газопровода Бованенково — Ухта. Упаковали сани, притянули груз. Торжественный момент старта... но снегоход отказался заводиться, несмотря на то, что его работоспособность проверялась перед отправкой из Москвы. Усилился ветер, поднялась поземка. Потребовалось около часа, чтобы разобраться, что завестись мотору не дает так называемая система ТОРС — типичная для данного снегохода проблема, с которой ранее мы сталкивались на мысе Баранова. Разомкнули два провода, идущих от курка газа к карбюратору, подлили под одну из свечей бензин, и снегоход завелся. С удовлетворением наблюдали, как он уверенно стартовал с санями весом под 500 кг.

Около 8 часов вечера, преодолев путь в 40 км, разбили лагерь на безымянном озере. Успели разбурить мотобуром четыре лунки в разных его частях с целью отбора проб воды и донных отложений, но во всех лунках толщина льда около 1,5 м, озеро оказалось замороженным до дна.

19 апреля. Продолжаем путь на северо-восток. По пути заезжаем на фабрику, пьем чай. Пытаемся разузнать о пути через перевал к Щучьим озерам, но, как



Раритетное издание книги «Вечная мерзлота» М.И. Сумгина с печатью геолого-разведочного отдела Воркутпечлага НКВД. 1934 год



Озеро Усть-Ваты

и в Воркуте, здесь никто этим маршрутом не ездил. Пересекаем реку Малая Уса, вдоль которой попадаются заросли из крупного ивняка. Здесь встречаются бугристые торфяники. Однажды, лавируя по буграм, успеваем вывернуть и не свалиться в двухметровую яму между надувами. Бугры достигают высоты 4 м. Разбуриваем лед на нескольких озерах, но все они оказываются промороженными до дна. После обеда на нашем пути встают горы Полярного Урала, погода начинает портиться, метет поземка. Поворачиваем на восток по долине Малой Усы. Видимость падает, на всем пути от Воркуты мы не встретили ни одного снегоходного следа. Внезапно натываемся на пару старых ненецких нарт и связку жердей для чума. «Остатки пропавшей экспедиции», — шутим мы. Ветер стихает, но он не единственная помеха на нашем пути. Проезжая че-

рез небольшой ручей, как обычно подгазовываем, чтобы снегоход смог вытянуть на подъеме, но передок саней проламывает лед, плугом зарывается в снежный надув, стопорит снегоход, и мы слетаем с него через ветрозащитное стекло. Если не успеть оперативно вытащить сани, то они вмёрзнут в лед. Отцепляем их. Около получаса тяжелой работы по откапыванию. Цепляем сани за задок снегоходом и вытягиваем их из ручья. Дальше нам необходимо пересечь Малую Усу. Предварительно проходим через реку пешком, проверяя лед. Местами его можно пробить ногой и из-под него вытекает вода, но под водой снова идет лед, хоть и неизвестной толщины. Решаем, что пересечь реку можно. Вначале проезжаем без саней на скорости. Затем переносим самый необходимый груз пешком и благополучно проезжаем через реку с санями.

На пути к перевалу Европа-Азия



Далее двигаемся по правому берегу реки и находим уютное укрытое от ветра место с редким лесом из ивняка — лучше и быть не может! Если придется пурговать, то мы обеспечены дровами для печки. Встаем на ночевку.

20 апреля. К утру погода наладилась, и, наловив и погрузив про запас ивняка, мы тронулись вдоль правого берега реки Малая Уса в сторону перевала. Ключевое место этого дня — это прижим, где долина реки сужалась и пришлось двигаться по крутому склону. Несмотря на уклон и хаотичное нагромождение камней, приходилось проходить этот участок на скорости, смещая центр тяжести снегохода в сторону горы. Любая вынужденная остановка могла привести к тому, что снегоход скатился бы к реке, где могли быть промоины. Успешно преодолев траверс опасного участка, снова оказываемся перед необходимостью пересечь реку. По опыту предыдущего дня вначале проверяем маршрут пешком, затем проезжаем его на снегоходе без саней и только после этого перевозим снегоходом сани. И вот снегоход въезжает на гладь окруженного горами озера Усть-Ваты. Ставим палатку прямо на льду в центральной его части, подвязываем ее к снегоходу и саням. К вечеру ветер начинает разгонять поземку, но мы успеваем разбурить две лунки, отобрать пробы воды и уже в палатке измерить pH, Eh, O₂ и минерализацию. Лунки на глазах замерзают и заносятся снегом. Отбор донных отложений из-за непогоды переносим на завтра и под завывания ветра готовим ужин на печке.

21 апреля. С утра сильный ветер, отсиживаемся в палатке. К обеду начало стихать, отбираем донные отложения, оперативно собираем лагерь и в путь — сегодня предстоит пересечь перевал Европа–Азия. Продолжаем подъем по долине реки Малая Уса. От озера Усть-Ваты и до перевала долина ее сжата красивыми горными пиками. Солнце освещает горную страну, снежные условия идеальны для снегохода, и он уверенно, несмотря на тяжелые сани, вкатывает нас к перевалу. На перевале дует ветер, и мы, спрятавшись за снегоход, устраиваем перекус, зачарованно наблюдая окружающую горную страну, так непохожую на воркутинскую тундру. Ветер набирает обороты, надо спешить вниз с перевала. Сразу после старта в лицо начинает бить сильная поземка, водителю приходится держать забрало открытым, чтобы разглядеть путь, и одновременно закрываться от снега ладонью. Так постепенно спускаемся вниз в надежде, что ветер ослабнет. Действительно, уйдя от перевала на несколько километров, почувствовали, что ветер стихает. Водитель откидывает капот снегохода и отогревает за-

Укрывшись от ветра за снегоходом, проводим отбор проб воды и донных отложений на озере Большое Щучье



мерзшие пальцы на двигателе. Пересекаем первые на маршруте снегоходные следы, ведущие от озера Малое Щучье. Они ведут в нужном направлении. Временами встречаются участки с полностью выдутым снегом, но они пока небольшие. На пути к озеру Большое Щучье нам предстоит пройти опасную мокрую наледь, о которой нас предупреждали салехардские туристы. Вот за крутым спуском и она, но наледь оказывается скованной морозом, и мы успешно ее пересекаем. Вскоре подъезжаем и осматриваем балки у южного берега озера Большое Щучье. Погода пока позволяет двигаться дальше, поэтому мы продолжаем путь по озеру на север до балков на его восточном берегу. Осматриваем балки и находим лучшим вариантом остановиться в балке-бане, оборудованном печкой. За окном вновь свирепствует пурга, а мы уже обогрели балок и радуемся достижению одной из важнейших целей экспедиции — жемчужины Полярного Урала, озера Большое Щучье. Это самое большое озеро всей уральской гряды, располагается оно в тектонической впадине на высотной отметке 185 м, его протяженность 13 км, глубина достигает 163 м.

22 апреля. С утра, несмотря на благоприятный прогноз, который мы ежедневно запрашивали по спутниковой связи, на озере дул сильный ветер, и единственное, что удалось нам сделать по научной части, — это разбурить лунку, отобрать пробы воды с поверхности и батометром с глубины 100 м, а также выполнить полевые гидрохимические анализы. В балке под завывания ветра особенно хорошо отдыхается, и мы даже успеваем помыться.

23 апреля. Сегодня нам предстоит взять стратифицированные донные отложения в глубоководной части озера Большое Щучье. Выезжаем на точку с палаткой и печкой, так как опасаемся, что на ветру будет непросто возиться с пробоотборником. Но все проходит гладко — справляемся без палатки. С помощью стального троса и пробоотборника берем колонки с глубины 150 м. Уже в балке режем и запаковываем их послойно через каждый 1 см. Пообедав в балке, собираемся и стартуем. Возвращаемся к южной оконечности озера, преодолеваем наледь и поворачиваем по долине реки Большая Щучья на восток в сторону ямальской тундры. Оказывается, что пурга, которую мы пережидали в балке на Большом Щучьем, выдула снег, и теперь нам приходится лавировать между снегом и пятнами голой тундры. Чем дальше, тем меньше становится снега, и снегоходу необходимо преодолевать прогалины в несколько сот метров, впрочем, пока он без особого труда справляется

Узнаем подробности дальнейшего пути у ненцев-оленьеводов





Становище ненцев на восточном склоне Полярного Урала



Бурение льда на озере Предгорное

с этой задачей. Местами пытаемся ехать по льду реки, но она сильно петляет, и видны полыньи. Поэтому решаем не пытаться счастья на реке, а выйти на обозначенную на карте тракторную дорогу, идущую вдоль ее правого борта. Останавливаемся на ночлег в лиственничном лесу, ставим палатку и, пользуясь отсутствием снега, впервые на маршруте зажигаем большой костер. Со стоянки открывается красивый вид на долину реки. После разведки, показавшей, что выше по склону в лесу есть снег, и посиделок у костра довольные тем, что шансы на продолжение движения есть, ложимся спать.

24 апреля. Утром в 200 м от лагеря находим след россомахи. Светит солнце, штиль. Прогноз погоды неутешителен — ближайшую неделю осадков не ожидается. Если ситуация с отсутствием снега на маршруте усугубится, придется становиться лагерем и ждать неопределенное время осадков. Трогаемся в путь по лесистому склону. Двигаться непросто, так как приходится на скорости лавировать между деревьями, при сбросе газа снегоход с санями норовит уйти вниз по склону. Вскоре доходим до лесной дороги от реки в сторону кордона заповедника, GPS-трек которой нам скидывали туристы из Салехарда. Решаем попытаться счастья на этой дорожке. Снова снегоход на скорости лавирует по неровной дороге вверх на гору, но на плато нас ждет выдутая до мха с камнями тундра. С трудом разворачиваем нашу конструкцию и возвращаемся вниз к реке. Решаем, что единственным вариантом продолжить путь будет осторожное движение вниз по льду реки. Главное, чтобы не встретились порожистые участки с открытой водой, зажатые между скал, которые мы не сможем объехать по берегу. Успешно двигаемся несколько часов по реке, объезжая редкие промоины и снежницы. Голубой

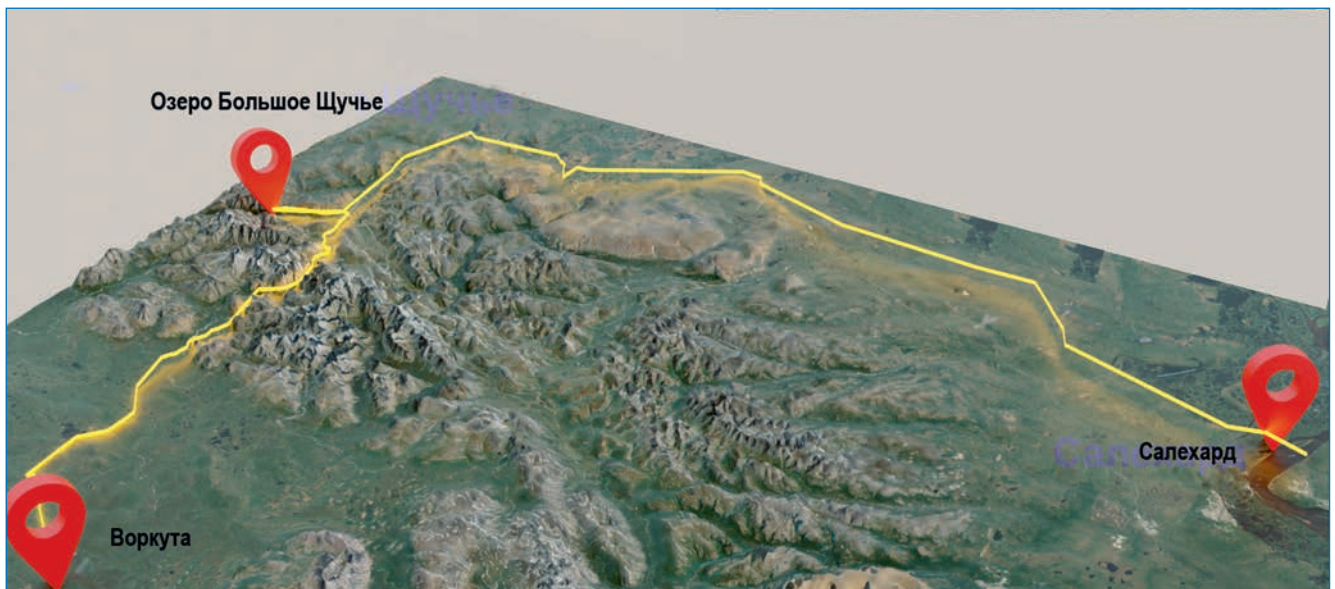
лед реки огибают разноцветные галечные отмели, на берегах лиственничный лес, перемежающийся со скалами и тундрой. Выходим на след от снегохода с санями, который также вьется по льду то вдоль одного, то вдоль другого берега. Решаем, что это след ненца, который лучше нашего знает путь, будем держаться его. В одном месте след снегохода резко уходит к центру реки и обходит опасный провал во льду глубиной 1,5 м. За следующей излучиной реки подъезжаем к стаду оленей, затем видны двое нарт с поклажей, но чумов не видим. Еще через 15 минут на берегу показывается чум. Выруливаем к становищу. Кроме чума здесь пара таких же, как и у нас, двухтактных Yamaha Viking и множество нарт. Знакомимся, расспрашиваем подробности дальнейшего пути. Все ненцы одеты в национальные костюмы. В чуме нас за низеньким деревянным столиком у печки угощают чаем с жареной рыбой и мороженой морошкой. Видя, как охотно мы поглощаем дары тундры, нам предлагают отведать сырой оленины, от которой мы тоже не отказываемся. Дарим ненцам сало и сублимированную капусту, а также одну из пустых пластиковых канистр из-под топлива. Мы преодолели автономную часть путешествия, далее на пути будут встречаться становища, связанные друг с другом снегоходными и нартовыми дорожками и варгами — так здесь называют пути перегонки оленей. Сворачиваем с реки в тундру и за сутки проходим еще около 25 км, примерно 5 из них не по снегу. На участках без снега снегоход сильно трясет по кочкам и валам полигональных жил. Остановившись на один из перекусов, почувствовали сильный запах бензина. Оказалось, что финская ледовая пила, которая заклинила в раскрытом положении и была уложена на дно саней, перетерла острием пластиковую канистру.

Гидрохимическая лаборатория на вьючнике в палатке



Участники экспедиции на вершине ледяного бугра — блистера





Маршрут снегоходной экспедиции Воркута — Салехард

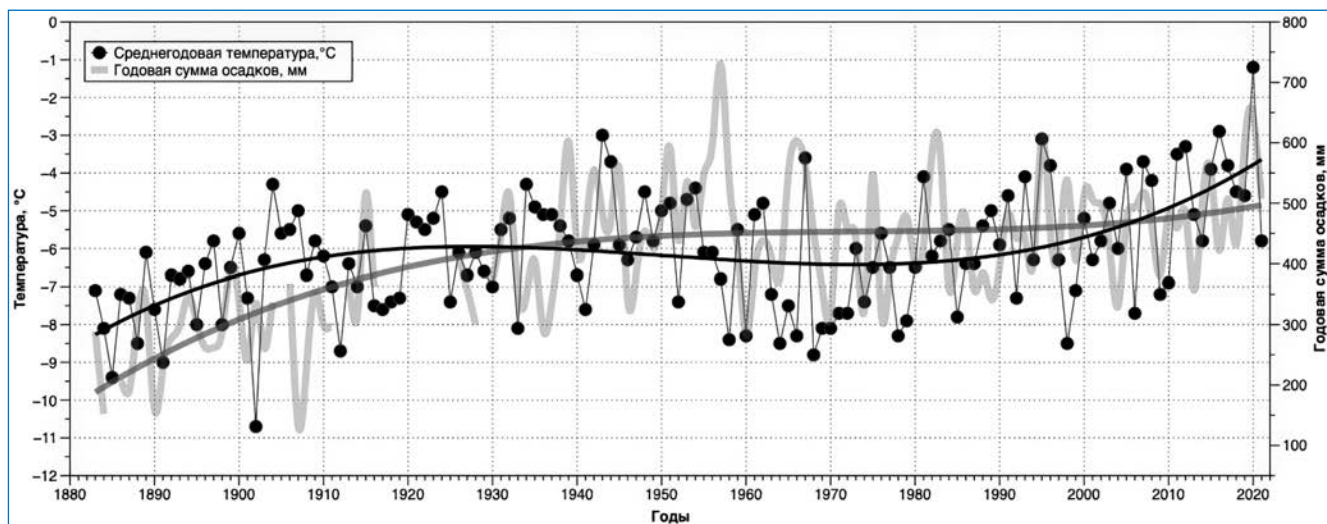
В результате мы лишились последней канистры с топливом. Пришлось также оставить половину продуктов, пропитавшихся бензином. До Салехарда нам в любом случае не хватает бензина, и мы планируем дозаправку на фактории.

25 апреля. С утра следуем по варге с протяженными бесснежными участками. Встречаем становище ненцев и обмениваем пустую пластиковую канистру на два вяленых щокура, одного из которых съедаем на обед. Отрабатываем очередное озеро, выходим на ж/д и автодорогу, идущие к Бованенково, и посещаем факторию, где пополняем припасы, заправляем бак снегохода и дополнительно две 20-литровых канистры. Оказывается, что вдоль ж/д дороги нет снегоходной трассы, на что изначально рассчитывали, и мы пробиваемся на юг вдоль нее. Именно пробиваемся, так как ситуация с отсутствием снега становится критической. Дорога прорезает оголенные скальные выступы и ущелья. Снег местами есть только на склоне насыпи железной дороги. Приходится лавировать по крутым склонам и буквально проламываться сквозь заросли березы толщиной до 5 см. На одном из перекусов находим свежий след проснувшегося медведя. Радеемся каждому пройденному километру. К счастью, вскоре железная дорога выходит на обширное плато, до горизонта покрытое снегом. Перепрыгиваем через железнодорожную и автомобильную дороги и уходим на юго-восток. Встаем на ночевку в центре большого термокарстового озера Хойгылнато и успеваем выполнить на нем гидрохимические анализы и отбор донных отложений.

26 апреля. Утром, пользуясь хорошей погодой, раздевшись, растираемся снегом. Горный участок позади, и сегодня мы планируем сделать максимальный за экспедицию переход в 100 км. Плотный снег, который покрывает практически всю тундру, делает эту задачу вполне реалистичной, найти бы еще снегоходный след на Салехард. Двигаемся на юг среди идиллической картины холмистого рельефа с то тут, то там пасущимися стадами оленей, среди которых попадаются совершенно белые особи. Через час движения выходим на накатанный снегоходный след, что позволяет прибавить скорости. На переправе через одну из рек разбуриваем и отбираем пробы из ледяного бугра — блистера. К ве-

черу снегоходный след уходит в ненужную нам сторону, мы продолжаем путь по азимуту и лишь через несколько часов вновь находим след в нужную сторону, хоть и еле читаемый. В GPS закачан кратчайший трек на восток от ж/д дороги до точки с булгуньяхами под Салехардом, которые мы обязательно должны посетить. Пересекаем трек и решаем попытаться счастья, свернув на него. Но к вечеру погода растеплела, и снегоход с санями начал валиться и закапываться в толстом снеге, который здесь скапливается благодаря появившимся деревьям. Спустя несколько тяжелых километров, решаем, что лучше вовремя вернуться на снегоходный след и продолжить движение на юг. По старому следу доезжаем до фактории, от которой идет хорошо укатанная варга на восток в нужную нам сторону к берегу Оби. Через час выходим к одной из проток Оби, где нам попадается замечательная избушка, в ней мы и решаем остановиться. Начинается дождь, но мы уже топим печку и празднуем день рождения одного из участников, сделав торт из шоколада, черного хлеба и сгущенки. План 100 км дневного перехода выполнен.

27 апреля. После ночного дождя снег сильно раскис. Сегодня нужно добраться до булгуньяхов в 10 км на северо-восток от Салехарда, встать лагерем, выполнить на них георадиолокационные работы и отработать соседнее озеро. Пересекаем трехкилометровую Обь, местами на льду большие снежницы и лужи. На правом берегу находим хорошо утопанную варгу, но она проходит в 4 км от булгуньяхов, преодолеть которые в условиях мокрого снега оказалось невозможным. Покружившись в поисках хоть какого-то следа в сторону булгуньяхов, находим просеку ЛЭП, идущую примерно в нужном направлении, и на скорости пытаемся пробиться через мокрый снег толщиной около метра. Через несколько сот метров понимаем, что оттепель не позволит нам пробиться к нужной точке. Разворачиваемся и по варге снова выходим на Обь. Два часа по льду Оби, покрытому мокрым снегом со снежницами, и мы в Лабытнангах. Здесь заканчивается снегоходная часть экспедиции длиной около 500 км. У переправы в Лабытнангах нас встречает Евгений Сказка и помогает добраться до гостиницы в Салехарде и отправить снегоход в Москву. Принимаем решение отдохнуть следующий день в Салехарде и после арендовать у Евгения на сутки вездеход на шинах



Ход среднегодовой температуры воздуха и годовой суммы осадков в г. Салехарде с 1883 по 2021 год

низкого давления, чтобы выполнить намеченные работы на салехардских булгунняхх.

29 апреля. Евгений подбирает нас на двухзвонном вездеходе Тром на окраине Салехарда, и мыдвигаемся в сторону булгунняхов. Вездеход преодолевает непроходимый для снегохода толстый мокрый снег. Начинаем «закатывать» георадарными профилями булгунняхы. В два предшествующих летних сезона мы ставили здесь палаточный лагерь и разбурили два булгунняхы. Нас интересует их внутренне строение и возможная связь с образованием ямальных воронок газового выброса. Результаты бурения и электромагнитных зондирований рассказали нам о том, что основание ледяных ядер заморожено и бугры закончили стадию роста. В процессе бурения с помощью газоанализатора мы отслеживали эманацию газов, изучали распределение пузырьков, а также в лаборатории определяли концентрации метана в мерзлых ядрах. Повышенных концентраций газа в булгунняхх мы не обнаружили. Термометрические измерения в скважине, пробуренной на вершине одного из бугров, показали, что среднегодовая температура мерзлоты составляет здесь $-0,5\text{ }^{\circ}\text{C}$, что близко к температуре начала оттаивания грунтов. Таким образом, с учетом наличия массивных льдонасыщенных ядер, изученные булгунняхы при продолжающемся потеплении климата могут подвергнуться деградации по сценарию термокарста, но не представляют опасности с точки зрения выброса газов. Поскольку геометрия льдонасыщенных ядер нам известна, сейчас мы хотим провести методические работы и проверить, способен ли георадар «отбить» верхнюю границу ядер. Булгунняхы здесь выросли на берегу двух термокарстовых озер, и вторая задача на этот день — взятие проб воды и донных отложений. К вечеру благополучно возвращаемся в Салехард и берем авиабилеты в Санкт-Петербург.

30 апреля. Главной задачей этого дня было обследование метеостанции в Салехарде. Как и в Воркуте, здесь предстояло ознакомиться с работой метеостанции и оценить возможность расположения пункта государственного мониторинга вечной мерзлоты. Поскольку в районе Салехарда имеются таликовые зоны, а термометрические скважины должны быть пройдены в мерзлых породах, мы провели электроразведочные работы, чтобы удостовериться в наличии мерзлоты. Одним из важных критериев при выборе мест расположения пунк-

тов фонового мониторинга является наличие не затронутой техногенной деятельности площади, поиск ее также входил в задачи инспекции.

На примере г. Салехарда уместно очередной раз отметить чрезвычайную важность формирования государственной сети мониторинга вечной мерзлоты. Выше мы упоминали, что температуры мерзлоты в данном районе близки к температуре начала оттаивания грунтов. Благодаря работе одной из старейших метеостанций по Салехарду нам известна тенденция изменения климата начиная с 1883 года. Как видно, на протяжении последних 140 лет наблюдается рост температуры воздуха и количества осадков. В настоящее время среднегодовая температура составляет около $-4,3\text{ }^{\circ}\text{C}$, а годовая сумма осадков около 500 мм, тогда как в начале метеонаблюдений эти величины составляли $-8,2\text{ }^{\circ}\text{C}$ и 180 мм соответственно. За период с 1990 по 2021 год величина линейного тренда составила $+0,06\text{ }^{\circ}\text{C}/\text{год}$, по осадкам — $+2,08\text{ мм}/\text{год}$.

Итогом прохождения данного маршрута стала рекогносцировка мерзлотных условий обширного района от г. Воркуты до г. Салехарда. В рамках маршрута обследованы первые метеостанции на предмет расположения пунктов государственной сети мониторинга вечной мерзлоты. Продолжено изучение одной из визитных карточек ямальской тундры — многолетних бугров пучения булгунняхов, с которыми, как считается, могут быть связаны таинственные воронки газового выброса. В лабораторных условиях предстоит изучить многочисленные пробы воды и донных отложений, отобранных из озер региона, в том числе из самого большого озера уральской горной цепи — Большого Щучьего. Успешно опробован подход к организации протяженных и одновременно относительно малозатратных в финансовом отношении экспедиций на снегоходах с ночевками в палатках, который может быть использован в дальнейшем при исследовании мерзлоты Арктики.

Исследования булгунняхов выполнены при поддержке гранта РФФИ 19-45-890012 и финансовой поддержке со стороны Правительства Ямало-Ненецкого автономного округа. Изучение озер проводилось в рамках темы НИР Института озероведения РАН — СПб ФИЦ РАН.

*Н.Э. Демидов (ААНИИ),
А.В. Гузева, А.Е. Лапенков (ИНОЗ РАН — СПб ФИЦ РАН).
Фото Н.Э. Демидова*