



Мерзлота в наше время

Архив сведений о мерзлоте,
собранный местными жителями

Опубликовано при содействии информационного проекта «Новый мир Арктики»
и общеуниверситетской кафедры североведения
Северо-Восточного федерального университета им. М.К. Аммосова

Редакционная коллегия:
К. Йошикава (главный редактор),
М.Ю.Присяжный, Д.И.Осипов (ответственные редакторы)

М52 Мерзлота в наше время : архив сведений о мерзлоте, собранный местными жителями / Министерство образования и науки Российской Федерации, Северо-Восточный федеральный университет, Информационный проект «Новый мир Арктики» ; редакционная коллегия: К. Йошикава (главный редактор) [и др.] ; [автор предисловия: М. Ю. Присяжный, К. Йошикава]. – 2-е изд. – Якутск : Центр социогуманитарных исследований, 2021. – 280 с.
Агентство СІР НБР Саха

Дорогие читатели!

Перед Вами – второе издание научно-популярного издания «Мерзлотомер в школах Республики Саха (Якутия)» – результат творческого взаимодействия и сплоченной работы не только ученых, но и учителей, и самих детей из арктических регионов России, которые скрупулезно и увлеченно собирали данные о состоянии мерзлоты в своих населенных пунктах.

Дорога длиною в тысячу миль начинается с первого шага. Ваши наблюдения уже используются для мониторинга окружающей среды и будут способствовать сохранению «вечной» мерзлоты в Арктике.

2020 год стал ключевым для Якутии с точки зрения реализации арктических проектов. Так, в сентябре начала работу Международная Арктическая школа. Уникальное учебное заведение призвано интегрировать в себе лучшие международные образовательные практики. Выпускники этой школы, освоив опыт мирового сообщества, имея знания региональной специфики, будут способствовать в будущем устойчивому развитию Севера и Арктики. Мы сегодня создаем в республике систему работы с одаренными детьми, и Международная Арктическая школа становится одним из ее центров. Наряду с вновь создаваемым центром детского отдыха «Полярная звезда», строительство которой начинается под Якутском, а также Малой Академией наук вся эта система должна работать на развитие талантов наших детей.

Сегодня проблемы, связанные с изменением климата, становятся очевидной угрозой для жизнедеятельности и сохранности коренных малочисленных народов Севера и всех жителей Арктики. Разрушение почв из-за таяния вечной мерзлоты становится одной из самых масштабных угроз. И именно поэтому я предложил в рамках председательства нашей страны в Арктическом совете провести в 2023 году в Якутске Всемирный мерзлотный саммит.

Впереди еще много работы и новых проектов, которые призваны преобразовать социальный и экономический ландшафт в якутской Арктике. И я убежден, что арктические исследования являются фундаментом в поступательном движении вперед.

Еще раз подчеркну, что перед Вами – уникальный труд, который объединил в себе академический подход с гражданской наукой, вкладом локальных сообществ. И за такой колоссальный труд хотел бы отметить вклад профессора Университета Аляски (Фэрбенкс) Кенджи Йошикава, который в течение многих лет является руководителем научно-популярного проекта «Мерзлотомер в школах». С российской стороны координатором проекта является доктор географических наук, руководитель междисциплинарной секции «Североведение» республиканской научно-практической конференции школьников «Шаг в будущее» Михаил Присяжный. Мы также благодарны экспертному центру «ПОРА» и лично его генеральному директору за помощь в издании книги.



*Айсен НИКОЛАЕВ,
Глава Республики Саха (Якутия)*



Дорогой читатель!

Перед Вами второе издание книги по результатам реализации проекта «Мерзлотомер в школах России» с вовлечением порядка 90 школ Якутии, Магадана, Камчатки, Сахалина и Ямало-Ненецкого АО, руководителем которого является профессор университета Аляски (Фэрбенкс) Кенджи Йошикава.

За годы работы в Якутии профессор Йошикава стал другом и наставником для всех, кого он объединил в своем проекте. Выход книги — это коллективный труд сотен учеников, учителей, ученых из Института мерзлотоведения СО РАН, кафедры североведения Северо-Восточного федерального университета в Якутске, которые стали общественными помощниками проекта.

Издание является инструментом популяризации знаний о вечной мерзлоте в условиях глобального изменения климата.

Нами двигало желание объединить результаты исследований в отдельной книге, где содержится информация о каждой школе, которая участвовала в проекте, — с фотографиями, данными о населенном пункте, результатах мониторинга, которые школьники и учителя отправляли профессору для обобщения.

*Михаил Присяжный,
доктор географических наук,
со-руководитель проекта «Мерзлотомер в школах России»,
заведующий общеуниверситетской кафедры
Северо-Восточного федерального университета*



Благодарим вас за участие в программе и проявленный к ней интерес! Мы успешно выпустили второе издание этой книги. 15 лет назад мы запустили программу мониторинга вечной мерзлоты на уровне общин и за это время посетили около 550 школ, а также заинтересовали более 2000 учителей и 50000 школьников со всей Арктики. Разумеется, мы не добились бы успеха без вклада со стороны России и вашей поддержки. Помимо достижений программы, я невероятно рад тому, что встретил так много сибирских учителей и школьников во время посещения школ. Порой мы встречались и занимались бурением скважин при -50°C и даже холоднее. Это замечательные воспоминания. За время этого проекта я встречался с новыми учителями и учениками почти ежедневно! Было очень приятно вновь видеть их, возвращаясь в поселения.

Сейчас я вижу многих из тех школьников, которые помогли с бурением скважин, в университете. Мой снегоход проехал всю Северную Америку, побывав в большинстве поселений на Аляске и Канадской Арктике. На основании нашей работы, мы создали несколько видео историй (серия видео о «Tunnel Man»). После активной деятельности в Северной Америке, мы начали посещать Сибирь, Байкальский и Трансбайкальский регионы, Дальний Восток и т.д. Это вторая глава нашего проекта под названием «Мерзлота в наше время».

Идея этой книги в том, чтобы собрать и отобразить все фотографии и информацию о проделанной работе в одном месте. Сибирская вечная мерзлота – это горячая тема, которая привлекает мировое внимание из-за климатических изменений, которые вызвали такие явления, как образование Ямальских кратеров или оползни Батагайского кратера, а также из-за вспышки сибирской язвы, спровоцированной таянием вечной мерзлоты. Людям будет важно знать температурное состояние вечной мерзлоты, и, надеюсь, эта книга поможет им в знакомстве с этим явлением. Надеюсь, наши потомки откроют ее через 100-200 лет и узнают о состоянии вечной мерзлоты, при котором жили мы.

Мы представляем вашему вниманию второе издание книги о сибирской вечной мерзлоте. Спасибо всем, кто поддерживал наш проект!

*Проф. Кенджи Йошикава,
Председатель комитета по образованию,
Международная Ассоциация Мерзлотоведения,
руководитель тематической сети Университета Арктики по мерзлотоведению
1 апреля 2017 г.*

Содержание

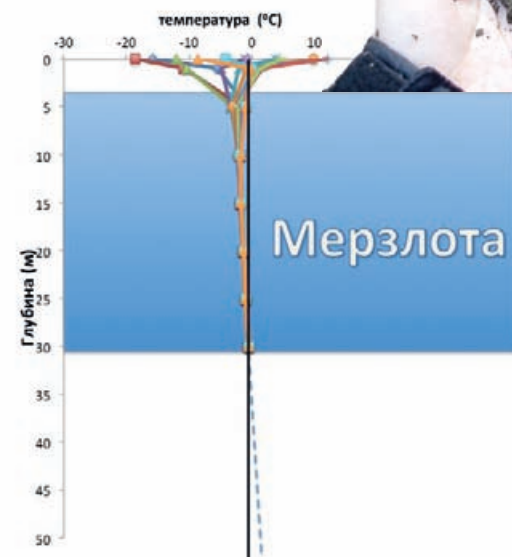
Предисловие.....	3	Мурманская область.....	126
Что такое мерзлота.....	4	Шпицберген.....	128
Мерзлота в Сибири.....	6	Острова Российской Арктики.....	130
Мерзлотомер в школах	8	Экстремальные температуры на Земле.....	132
В гостях у Снежной королевы.....	10	Мерзлота на Аляске.....	134
Давайте измерим температуру.....	12	Канадская Арктика.....	156
Республика Саха (Якутия).....	14	Япония.....	158
Вечная мерзлота и добыча полезных ископаемых в Якутии.....	42	Тибет.....	160
Нефтепровод Восточная Сибирь – Тихий Океан.....	50	Тянь-Шань.....	162
Структура ледников.....	72	Монголия.....	164
Лесные пожары и влияние на вечную мерзлоту.....	74	Скандинавия.....	166
Мерзлое... Даже под водой?!.....	76	Гренландия.....	168
Климат постоянно меняется.....	78	Южная Америка.....	170
Путешествие под землю.....	80	Африка.....	172
Чукотский АО.....	82	Гавайи.....	174
Камчатский край.....	86	Антарктида.....	176
Магаданская область.....	88	Мерзлота в космосе	
Сахалинская область.....	90	Луна.....	178
Хабаровский край	92	Меркурий.....	180
Амурская область.....	96	Кометы.....	181
Читинская область.....	98	Марс.....	182
Республика Бурятия.....	100	Юпитер и спутники.....	188
Иркутская область.....	102	Сатурн и спутники.....	190
Красноярский край.....	110	Плутон и остальная часть Солнечной системы	192
Ямало-Ненецкий АО.....	116	Геоморфологические комиксы.....	194
Республика Коми.....	120	Заключение.....	206
Республика Алтай.....	122	Благодарности.....	209
Республика Кабардино-Балкария (Эльбрус).....	124		

Что такое мерзлота

Вечная мерзлота – это горные породы и почвы, которые находятся при температуре ниже 0°C дольше двух лет подряд (в разных странах это определение может варьировать). Мерзлота образуется тогда, когда породы достаточно сильно охлаждаются в течение зимы и образуется мёрзлый слой, который не успевает растаять летом. Сезонно-талый (иногда его называют деятельный) слой – верхний горизонт почвы, который протаивает каждое лето. Толщина этого слоя, как и толщина мерзлоты, зависит от местных климатических условий, растительного и снежного покровов, типа почв, её влажности и потока тепла из недр Земли.



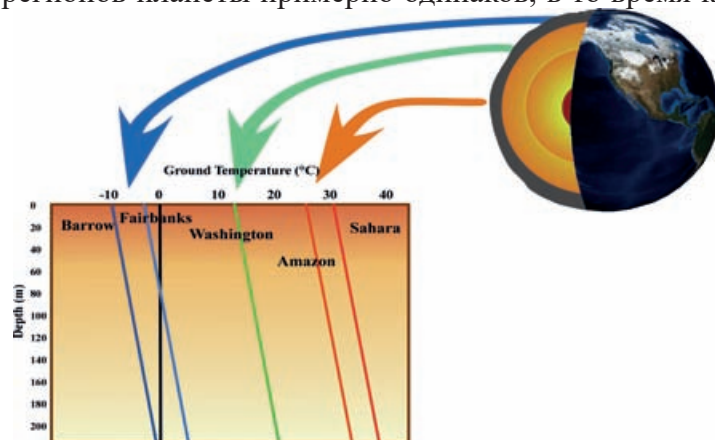
Этот график показывает взаимосвязь между глубиной и температурой почвы вблизи города Чара (Читинская область). Горизонтальная линия (ось X) показывает температуру пород (°C), а вертикальная (ось Y) – глубину (м). Синяя область обозначает вечную мерзлоту.



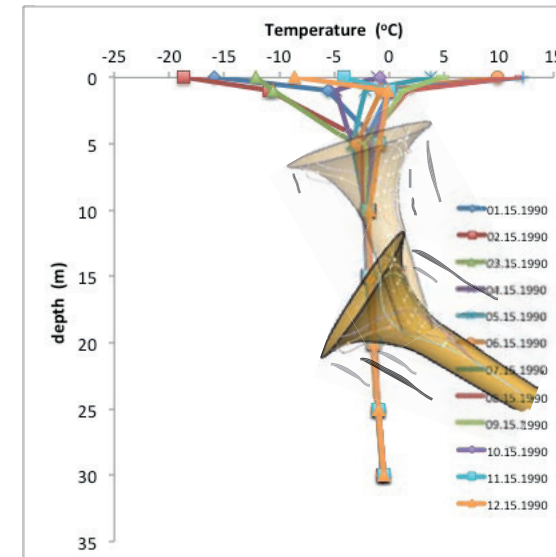
Температура пород увеличивается с глубиной. В регионах с вечной мерзлотой, где среднегодовая температура поверхности почвы ниже нуля, мерзлота распространяется глубоко вниз, в данном случае на 30 метров. В конце концов, температура на определённой глубине становится положительной из-за тепла земных недр, называемого тепловым потоком.

Ядро Земли очень горячее (его температура сравнима с температурой поверхности Солнца – около 5800 °C), но среднегодовая температура горных пород зависит от того места, где вы находитесь. Вечная мерзлота может существовать везде, где среднегодовая температура воздуха находится около или ниже нуля градусов по Цельсию.

Как правило, при увеличении глубины на 1 километр температура пород растёт на 20°C (за исключением мест с вулканами и горячими источниками). Скорость изменения температуры с глубиной называется термическим градиентом. Этот градиент для всех регионов планеты примерно одинаков, в то время как температура поверхности почвы может сильно изменяться в зависимости от географического положения. В центральных районах пустыни Сахара среднегодовая температура поверхности почвы превышает 30°C, в Москве – около 6°C, в Иркутске – 0°C, в Якутске – -10°C, а в Оймяконе – -16°C, однако во всех этих местах скорость роста температуры с глубиной примерно одинакова.



ДЕКАБРЬ 2020 г.

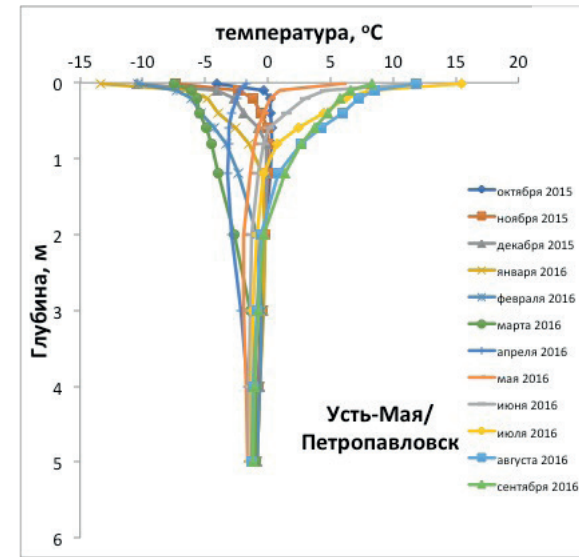


Называемый Trumpet Curve (из-за своей формы), этот график отражает изменение температуры почвы с глубиной в разные сезоны года. Изменение температуры горных пород показывает сезонные колебания в поверхностных слоях почвы в окрестностях села Чара. Другой график температуры почвы на метеостанции Петропавловск (недалеко от пос. Усть-Мая) показывает, что ниже глубины 5 метров сезонные колебания в почве уже не проявляются. Эта глубина значительно меньше, чем обычно, потому что средние температуры почвы очень близки к отметке 0°C.



Линия летней температуры на этом графике показывает, что в это время года положительная температура почвы здесь распространяется только до глубины 1 метр, после чего эта кривая пересекает отметку 0°C. Ниже этой отметки почва остаётся мёрзлой. Большую часть года этот верхний горизонт также остаётся замёрзшим, однако каждое лето он протаивает. Такой горизонт называется сезонно-талым (деятельным) слоем.

Давайте подробнее рассмотрим поверхностный горизонт, называемый деятельным слоем. Чтобы его охладить или нагреть, требуется некоторое время, при этом чем глубже, тем медленнее в нём происходят изменения температуры. В середине зимы (февраль) температура почвы становится очень низкой, но этот холод ещё не достигает более глубоких горизонтов. В марте, когда уже чаще сияет солнце и понемногу начинает согревать поверхность, волна холода проникает глубже. Самым холодным горизонтом становится отметка в 1 метр. Возможно, это самое прекрасное время в Сибири, однако из-за того, что на глубине 1 метр становится так холодно, водопроводные трубы могут перемерзнуть, несмотря даже на то, что по ним может идти тёплая вода.



Необычные признаки мерзлоты

Криопег – подземные воды, в которых растворены соли. Такая вода имеет более низкую температуру промерзания, чем пресная. Чем выше содержание солей в воде, тем ниже должна опуститься температура воды, чтобы она замёрзла (иногда до -21°C). Однако даже такая влажная почва называется вечной мерзлотой.

Скальные породы обычно не содержат воды или льда. Если такие породы постоянно находятся при температуре ниже 0°C из года в год, то они также являются вечной мерзлотой, хоть в них и нет льда. Таким образом, вечная мерзлота определяется именно температурой.



Криопеги на севере Аляски имеют солёность, в 4,2 раза превышающую морскую воду. Такая вода замерзает только при температуре ниже -10°C

Значительная протяженность территории Сибири с запада на восток и с юга на север, изменчивость рельефа, геологического строения, ландшафтных и климатических условий обусловили большую изменчивость и разнообразие геокриологических условий в различных её регионах. Распространение и параметры криолитозоны связаны здесь с историей формирования природных условий в неоген-четвертичный период, в течение которого сформировалась современная криолитозона, и с современными условиями теплообмена на поверхности и в толще горных пород.

Процесс формирования мерзлых толщ происходит при отрицательных температурах горных пород на их поверхности, в связи с этим температура пород является одним из основных критериев термодинамического состояния литосферы.

Распространение многолетнемерзлых пород (ММП), их соотношение по площади с тальми породами, а также пространственное изменение среднегодовых температур пород показывают их тесную взаимосвязь с ландшафтно-климатической зональностью. Изменение криолитозоны в Сибири подчиняется сложному сочетанию общеизвестных законов и проявляется в повышении суровости геокриологических условий с юга на север и северо-восток – под воздействием зональности прихода солнечной радиации (широтная зональность), а в горных районах — с ростом высоты местности и глубины расчлененности рельефа (высотная поясность).

Основными показателями геокриологических условий являются глубина сезонного протаивания (промерзания), температура пород и мощность мерзлых толщ. Для территории Сибири среднегодовые температуры пород изменяются от +5 до – 15 °С. Глубина сезонного протаивания (промерзания) варьирует в зависимости от условий теплообмена и климатических условий от 0,2 до 3,5 м, достигая в горных областях и предгорьях 6,0 метров. Мощность многолетнемерзлых пород варьирует от первых до 1500 метров.

По преобладанию мерзлых пород территория разделяется на 2 зоны: многолетнюю и сезонную криолитозоны, а линия, разделяющая эти зоны (области), называется южной границей криолитозоны.

К югу от этой границы многолетнемерзлые породы отсутствуют, здесь развиты сезонномерзлые горные породы. Соотношение талых и мерзлых пород по площади и их пространственное изменение определяются условиями формирования положительных и отрицательных среднегодовых температур пород. Самые южные острова мерзлых пород размером от нескольких десятков до нескольких сотен квадратных метров по площади характеризуются среднегодовыми температурами, близкими к 0°С, и периодически возникают вблизи южной границы криолитозоны.

По характеру распространения толщ мерзлых пород по площади выделяются сплошные (занимающие площадь 95 и более %), прерывистые (95—50%), островные (50—10%). В северной геокриологической зоне развиты многолетнемерзлые сплошного распространения, в южной геокриологической зоне – прерывистого и островного. Непрерывное распространение многолетнемерзлых пород по площади наблюдается в северных районах. Но и там под крупными реками и озерами и в тектонических трещиноватых зонах с усиленной циркуляцией подземных вод встречаются зоны, сложенные на всю мощность мерзлоты тальми породами. Такие участки среди мерзлых пород сокращенно называют “таликами”.

В вертикальном разрезе криогенной толщи по состоянию воды в горных породах выделяют многолетнемерзлые породы (породы с содержанием льда) и морозные породы (не содержащие льда и воды в своем составе).

По длительности существования мерзлого состояния пород принято различать: 1 — кратковременно-мерзлые породы (часы, сутки); 2 — сезонномерзлые породы (месяцы); 3 — многолетнемерзлые породы (годы, сотни и тысячи лет). Между этими категориями мерзлых пород могут образовываться промежуточные формы и взаимные переходы. В случае, если сезонномерзлые породы в холодное лето не оттаивают, они могут просуществовать несколько лет в виде так называемого “перелетка” мощностью до метра и более.

Время начала формирования многолетней криолитозоны оценивается от многих сотен тысяч лет (порядка 2 млн лет и более) до нескольких лет.

Современные мерзлые толщ развиты с поверхности под слоем сезонного оттаивания, а реликтовые (древние) залегают на некоторой глубине, превышающей этот слой. В случае непрерывного однослойного залегания мерзлых пород большой мощности эти толщ сливаются. В случае двухслойного залегания мерзлых пород второй слой является реликтовым, свидетельствующим о более холодных предшествующих климатических эпохах.

В настоящее время при повсеместно отмечающемся потеплении климата в системе наук о Земле важным компонентом является оценка влияния климата на реакцию экосистем, в том числе и криолитозоны – как одной из составляющих экосистемы.

Характер и динамика реакции горных пород на изменение климата в разных регионах различна и зависит от особенностей циркуляционных процессов, условий теплообмена на поверхности и состава грунтов. За 30-летний период в Сибири среднегодовая температура воздуха повсеместно имеет тенденцию к повышению на 0,3-0,6 °С/10 лет. Анализ наблюдений за тепловым состоянием грунтов показал различную реакцию криолитозоны на эти изменения. Так, в Центральной Якутии температура пород имеет значительные межгодовые колебания за счет холодных (летних) или более теплых (зимних) отдельных периодов. Однако в большинстве типов местности заметного повышения температуры пород за этот период не обнаружено. В горных районах повышение температуры пород определяется в зависимости от ландшафтных условий и изменяется на 0,2-0,6 °С/10 лет. Максимальные значения повышения температуры отмечены в гольцовых и подгольцовых областях, минимальные - на склонах и в долинах.

Важное значение на межгодовую изменчивость температуры пород практически во всех регионах оказывает время образования устойчивого снежного покрова. Более высокие температуры формируются в многоснежные годы с аномально ранним образованием устойчивого снежного покрова.



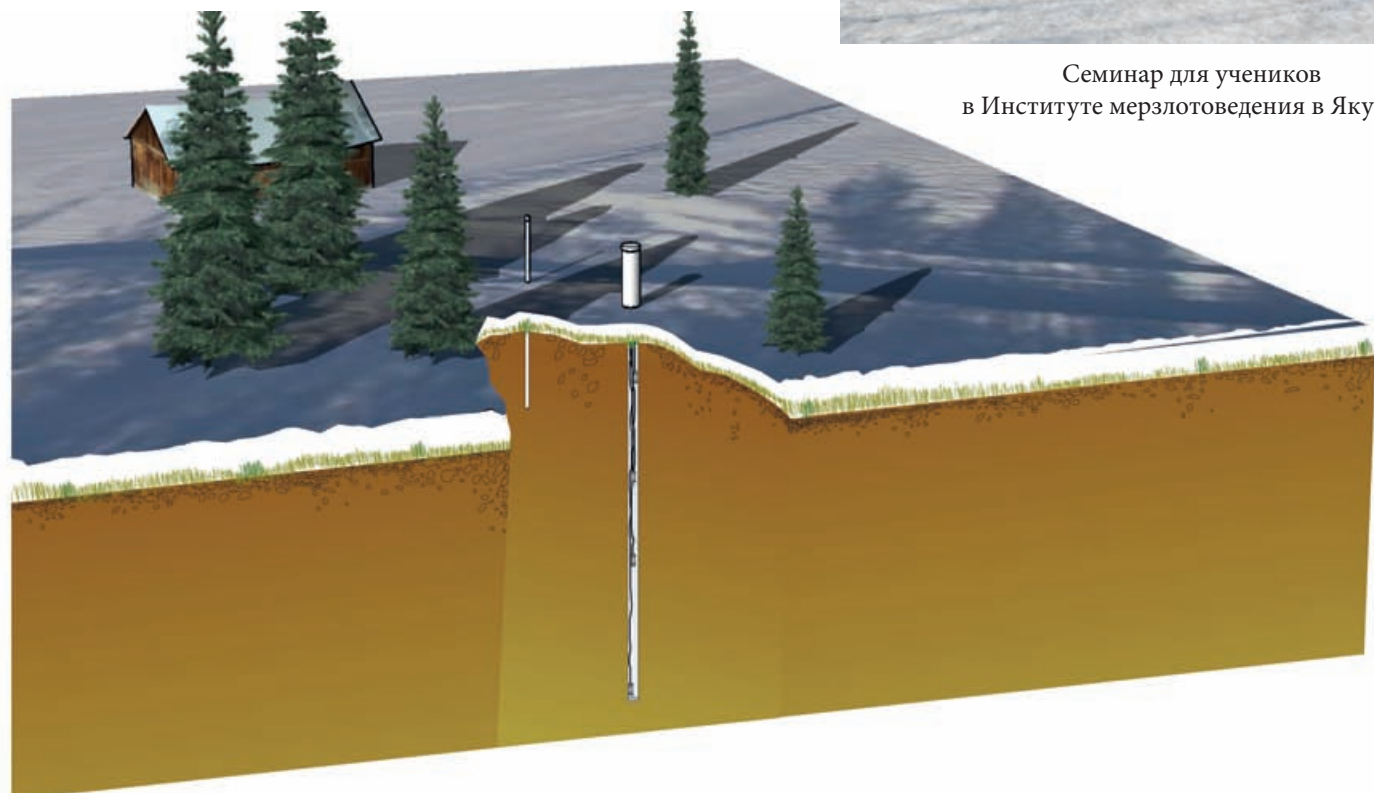
Мерзлотомер в школах

Программа мониторинга вечной мерзлоты и деятельного слоя – это научный проект, который позволяет отслеживать (проводить мониторинг) температуру пород и глубину деятельного слоя. Информация, получаемая в результате этих исследований, позволяет учёным выявить климатические изменения и оценить их воздействие на природную обстановку и местные экосистемы. Данные, получаемые сейчас, являются начальной позицией (точкой отсчёта) того, что мы узнаем в будущем, что делает такие измерения долговременными. Собранная за много лет информация позволит проследить, как мерзлота и деятельный слой изменяются со временем. Чтобы собрать эти данные, учёные-

мерзлотоведы устанавливают точки мониторинга вблизи поселений разных регионов, где есть вечная мерзлота. Ученики и учителя местных школ участвуют в этих исследованиях, считывая показания в точках мониторинга и записывая полученные результаты. Они могут сравнить свои показания онлайн со школами из других посёлков и городов, также стоящих на вечной мерзлоте, и обсудить, что у них получилось. Школьные уроки по мерзлотоведению разработаны для учеников всех классов. Уроки и деятельность на мониторинговых участках позволяют ученикам получить опыт научных исследований и увидеть их взаимосвязь с наукой.



Семинар для учеников в Институте мерзлотоведения в Якутске



Мерзлотомер – это инструмент, который измеряет, когда и на какую глубину промерзла почва. Он состоит из 2 трубок, вставленных друг в друга. Внутренняя трубка прозрачная, она маркируется отметками глубины и заполняется подкрашенной водой. Эта трубка помещается в пластиковую трубу, открытую с обоих концов. Полностью собранный мерзлотомер имеет диаметр около 12 мм. Опущенный в заранее пробуренную дыру в земле (скважину), мерзлотомер опирается своим нижним концом на мерзлоту (или наиболее глубокую отметку, куда промерзает почва). Верхняя часть мерзлотомера, торчащая из земли, накрывается, чтобы в скважину не попал снег или вода. Трубка с подкрашенной водой, промерзая сверху, показывает, на какую глубину промерзла окружающая её почва. Вода подкрашивается специально, чтобы можно было отчётливо увидеть её границу с относительно прозрачным льдом. Время от времени трубка вытаскивается из скважины, а в специальном журнале делаются записи, на какую отметку глубины вода в ней промерзла.



Более 100 школ в сибирских общинах измеряют температуру грунта круглый год, в основном в зоне вечной мерзлоты, а также в южных районах, таких как Сахалин. Эта программа предполагает наличие по крайней мере одной мониторинговой скважины в каждом населенном пункте.



В гостях у Снежной королевы

Сергей Сериков

Не секрет, что современной науке не хватает молодых, ищущих, азартных, инициативных кадров, а проблема современного высшего образования и подготовка специалистов в разных областях науки и не только науки напрямую связана со школьным образованием. И это проблема не только России, но и других стран. Профессор Университета Фэрбенкс (США) Кенджи Йошикава - организатор и участник экспедиций в Гренландию и Антарктиду, прошедший на снегоходах север Аляски и Канады, покоривший не одну горную вершину тропических широт - в 2005 г. начал реализацию программы «Мерзлотомер в школах» с установки приборов в нескольких школах штата Аляска. Смысл программы – пропаганда знаний о мерзлоте учащимся, живущим на территориях распространения мерзлоты. В 2007 г. подобные станции появились в ряде скандинавских стран, Монголии, Канаде, России. Реализация данной программы в Якутии проводится совместными усилиями профессора Йошикава и кафедр североведения СВФУ. Мерзлотомеры уже установлены в Абыйском, Нерюнгринском, Намском, Усть-Алданском, Амгинском, Томпоиском, Верхнеколымском и Оймяконском улусах республики. В результате проводимых совместно со школьниками исследований будут получены новые данные по глубине промерзания и протаивания почвы в различных регионах мира, но, самое главное, обязательно появятся ребята, которым станет интересно заниматься изучением природных процессов и явлений, и эта увлечённость, возможно, станет в будущем их профессией.

Весной 2012г. Кенджи предложил в рамках его программы «Мерзлотомер в школах», программы Университета Аляски Thermal State of Permafrost и программы ИМ СО РАН «Организация мониторинговой геотермической сети» совершить зимнюю поездку по населённым пунктам, расположенным вдоль федеральной трассы М-56, посетить школы с целью привлечения учащихся этих школ к научной работе. Эта идея воплотилась в действие в январе – феврале 2014 г. Почему зимой? Да потому, что только зимой дороги позволяют относительно без проблем проехать в нужный пункт и добраться даже за Полярный круг. Почему в Институте выбрали для поездки с Кенджи меня? Да потому, что я тоже на протяжении последних 3 лет стараюсь «зажечь» детей и подростков проблемами, связанными с мерзлотой, увлечь их и вдохновить на будущее продолжение научных исследований в области науки мерзлотоведения. Ещё в 2007 г. Железняком М.Н. в г. Ленске были организованы первые две мониторинговые точки за наблюдением температуры деятельного слоя; измерения проводили ученики старших классов, в последующем используя полученные данные в своих работах, представленных на различных школьных конференциях и олимпиадах. В 2009 г. мною были установлены логгеры и обучены работе с ними учащиеся с. Хону, а в 2012 г. - с. Беченча. Осенью 2012 г. ученица из села Беченча заняла 1 место в Российской научно-социальной программе для молодежи и школьников «Шаг в будущее» по Ленскому району в секции «Науки о земле», а зимой 2012 г. стала дипломантом 2 степени в этой же программе в г. Якутске.

Первым населённым пунктом, который мы посетили, стало с. Мугудай Чурапчинского улуса. Администрацией средней общеобразовательной школы им. Д.Д. Красильникова была организована встреча с ребятами. Учащимся 6 - 10 классов Кенджи рассказал о том, как в мерзлоте образуется лёд, как в результате техногенного воздействия этот лёд исчезает и что при этом происходит на поверхности, рассказал и показал фильм, как можно изучать деятельный слой в мерзлоте. Я рассказал ребятам о нашем институте, о том, что изучает наука мерзлотоведение, какую роль в жизни человека играет мерзлота, где можно получить знания, чтобы изучать её и как заниматься этой наукой. Наши сообщения были приняты с большим вниманием и интересом, даже восторгом. Дети и преподаватели задавали много вопросов, с радостью приняли наше предложение о сотрудничестве по изучению мерзлоты и участию в последующей научно-исследовательской работе. По инициативе директора школы



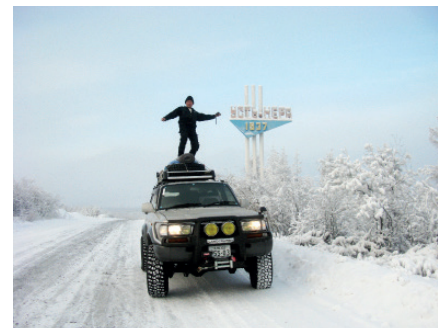
Томпоиский учебный геологический полигон (2012 г.). Слева направо: Анатолий Кирилин, Кенджи Йошикава и Михаил Железняк проверяют оборудование мониторинговой геотермической точки «гора Баранья 1375»



На встрече с педагогическим коллективом и учащимися средней общеобразовательной школы им. Д. Д. Красильникова с. Мугудай Чурапчинского улуса



Одно из крупных криогенных образований (булгуннях) недалеко от с. Мугудай



Усть-Нера позади, вперёд, на Зырянку!

на следующий день мы посетили местную достопримечательность - одно из крупных криогенных образований булгуннях. Высота этого криогенного образования 27 м, в центральной части булгуннях, в результате вытаивания ледяного ядра, образовались несколько достаточно глубоких провалов глубиной до 5 - 7 м. Последующую работу с ними запланировано проводить совместно с учащимися школы. В этот же день мы выехали дальше.

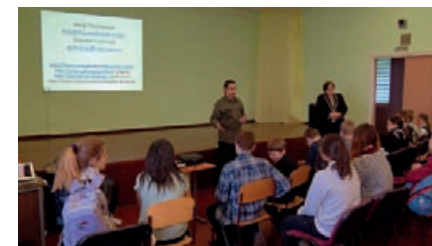
Следующим посёлком на нашем пути, где также была организована встреча со школьниками, стала Усть-Нера. Руководство школы очень радушно встретило нас и организовало встречу с учащимися 6-10 классов. Все наши сообщения также были приняты с большим интересом. Дети задавали множество вопросов, касающихся глобального потепления, изменения климата, стихийных бедствий, связанных с вытаиванием мерзлоты и т.д. Мы договорились о будущем сотрудничестве, участии детей в инструментальных наблюдениях за температурой пород деятельного слоя многолетнемёрзлых пород. На следующий день на окраине посёлка была пробурена скважина.

30 января мы двинулись из Усть-Неры по федеральной трассе в сторону Магадана. Через 90 км мы свернули на автотрассу по направлению к Зырянке и 1 февраля ночью прибыли в п. Сасыр. В очередной раз, благодаря содействию администрации посёлка и школы, для нас была организована встреча с учащимися поселковой школы. Дети также, с большим интересом выслушав наши рассказы о науке, мерзлоте, учёных-мерзлотоведах, задавали много вопросов, интересуясь не только земными проблемами, но и вопросом о наличии мерзлоты на других планетах. В этот же день недалеко от села нами была пробурена скважина. К сожалению, дети при этом участия не принимали, так как ртутный столбик термометра опустился до -58 градусов.

Следующими населёнными пунктами, где мы также посетили школы, провели интересные встречи с учащимися и установили датчики, были Зырянка и Арылах.

4 февраля мы двинулись в обратный путь, планируя посетить п. Томтор и Оймякон с той же целью - общение со школьниками и привлечение их к научно-исследовательской работе.

6 февраля в 4 часа утра мы с Кенджи Йошикава покинули село Сасыр и примерно к 12 часам достигли перевала Улахан-Чистайский. За 15 км раньше, при пересечении перевала «Антон», нас застигла кратковременная снежная буря и на расстоянии 2 км мы передвигались в прерывистой снежной мгле. За рулём автомашины был Кенджи, мы в буквальном смысле «проскочили» этот перевал, но у меня возникло смутное чувство, что на следующем перевале может возникнуть такая ситуация. По пути к перевалу мы обогнали колесный трактор К-700, оборудованный «лопатай» для сгребания снега и прицепным устройством в виде двух больших покрышек для сглаживания дороги, а также автомобиль Камаз «Сайгак» с прицепом. Далее мы встретили Камаз с прицепом, водитель нас убедил, что дорога расчищена, и мы спокойно проедем следующий перевал без проблем. Действительно, мы достигли седловинной части перевала без проблем. Решив в районе перевала отобрать образцы снега, мы проехали примерно 200 - 300 метров вниз по склону и остановились. Во время отбора снега никаких видимых признаков приближающейся метели не было и, отобрав снег, мы двинулись дальше. Спустившись по склону ещё на 500 м, мы застряли в снежном заносе. Раскопав машину, мы через 100 метров снова попали в снежный занос, снова раскопав машину через 300 м, мы окончательно попали в снежный плен. Впереди перед нами был наметён сугроб чуть больше метра, а назад дороги уже не было. В этот момент погода резко начала меняться, задул сильный ветер и буквально через 15 - 20 минут видимость стала практически нулевой. Понимая, что двигаться в любом направлении уже не сможем, мы приняли решение защитить себя от снежной бури и приготовить к её пережиданию. Обмотав низ машины полотном ватина (проксинт), который был припасён у нас, мы



Выступление н.с. ИМЗ СО РАН С. И. Серикова перед школьниками средней общеобразовательной школы п. Зырянка



Группа учащихся средней общеобразовательной школы п. Зырянка, изъявивших желание заниматься научными исследованиями



Раннее утро, позади Зырянка, впереди Арылах, на улице -59°С



Фото на память со школьниками перепрофилированной средней общеобразовательной школы с. Арылах



Профессор Кенджи Йошикава выступает перед школьниками в агропрофилированной средней общеобразовательной школе с. Арылах с лекцией о проблемах мерзлотоведения

принялись благоустраиваться внутри машины, готовясь к, возможно, длительному пережиданию внезапно разыгравшейся снежной бури. Учитывая, что запас бензина ограничен, Кенджи предложил прогревать двигатель через каждые 1 - 1,5 часа, в зависимости, как будет остывать машина. Сами мы достали и одели тёплые вещи, проверили наличие продуктов и стали терпеливо ждать. Через час ветер набрал такую силу, что машину стало сильно раскачивать. Реально оценить ситуацию было трудно, так как мы не знали, во-первых, какой силы будет буря, во-вторых, сколько времени продлится вся эта непогода и, в-третьих, сможем ли мы позже связаться по спутниковой связи. Оценив все эти моменты, я позвонил в Якутск и в



В ожидании погоды

Усть-Неру, сообщив о сложившемся положении. В 6 часов утра буря прекратилась так же резко, как и началась, а после 11 часов на перевале появилась колонна из 4 Камазов «Сайгак». В течение часа один из Камазов в буквальном смысле пробивал к нам дорогу для того, чтобы вытащить машину из снежного плена. К этому времени на перевале появился «Урал», специально отправленный по просьбе МЧС из Сасыра для нашего спасения. Договорившись с водителем «Сайгака», мы прицепили машину и на протяжении более 10 км он буксировал нас по снежным заносам, а оставшееся расстояние до Усть-Неры мы проехали сами и к вечеру были в посёлке. К большому удивлению мы узнали, что о случившемся с нами «пестрит» весь интернет и пресса. Информация в интернете была так разнообразна и в основном очень далека от действительности.



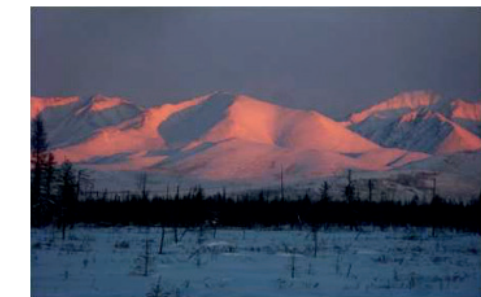
Если хочешь быть здоров - закаляйся!



Камаз «Сайгак», вызволивший нас из снежного плена



Спасатели опоздали - мы уже спасены



Давайте измерим температуру!



Температура может быть измерена с использованием различных датчиков (сенсоров): жидкости, металлы, керамика, полимеры или, например, электроника.

На рисунке изображён норвежский путешественник Фритьоф Нансен, капитан судна «Фрам», во время арктической экспедиции 1893-96 гг., который измеряет температуру морской воды на различных глубинах в акватории Северного Ледовитого океана. Нансен использует свой стеклянный термометр (в котором используется ртуть в качестве измерительной жидкости), считывая показания при помощи увеличительного стекла. Пригрузы используются, чтобы опустить термометр глубоко под воду, до отметок 3000 метров. Это первые в мире измерения температуры воды вблизи Северного Полюса. В 1890-х гг. ртутный термометр был единственным прибором для измерения температуры.



Существует множество способов определения температуры, но для научных целей необходима точность, подробная детализация измерений. Существует 4 типа сенсоров (датчиков), которые используются чаще всего: термистор, термопара, платиновый резистор и инфракрасный сенсор.

Термистор является устройством из полупроводниковых материалов, как, например, транзистор. Его электрическое сопротивление изменяется с температурой. Термисторы очень чувствительны, их сопротивление в зависимости от разной температуры образует определённый график кривой, на основе которого можно по степени электрического сопротивления узнавать температуру. Термисторы очень хороши для использования в определённых температурных диапазонах. Их точность относительно высока, но диапазон измерений узок.

Термопары широко применяются в инженерных областях. Они не такие точные, как термисторы, но имеют практически линейную взаимосвязь с температурой в широких температурных пределах, превышая отметку в 1000°C. В термопаре концы двух проводов из разных металлов скрепляются между собой. Если между проводами в виду разной тепло-

проводности возникает разница температур, то образуется небольшой электрический ток. Вольтметр определяет его напряжение и переводит в единицы температуры. Поскольку сам ток очень небольшой, то точность температуры зависит от того, насколько точно прибор определит напряжение.

Платиновые резисторы используются в основном в Европе и Японии. Металлы – хорошие проводники тепла, они позволяют определить электрическое сопротивление в зависимости от изменения температуры. Платина – металл, который имеет устойчивую линейную взаимосвязь между температурой и электрическим сопротивлением, поэтому учёные и специалисты часто используют именно её. Однако платина – очень дорогой металл!

Инфракрасные сенсоры в последнее время становятся всё более популярными. Хотя их точность относительно не высока, эти устройства выдают цифровой сигнал. Другие сенсоры производят лишь аналоговый сигнал, который всё равно надо будет переводить в цифровой формат, удобный для считывания. С инфракрасными сенсорами в этом нет необходимости. В дополнение ко всему, эти приборы проще, меньше и дешевле в использовании.

Биметаллические термометры (такие, как, например, круглый термометр для измерения температуры наружного воздуха, которым мы часто пользуемся в повседневной жизни) – наиболее популярные недорогие устройства для измерения температуры. Принцип их работы прост: две разные металлические пластины спаиваются и закручиваются в спираль. Когда температура меняется, то металлы расширяются или сжимаются, при этом коэффициент теплового расширения для двух металлов неодинаков, что заставляет пружину сжиматься или разжиматься. Помимо уличных термометров, биметаллические сенсоры используются в домашних термостатах и для определения температуры в духовках. Такие устройства просты, надёжны и недорогие при производстве, однако не так точны, как остальные виды термометров.

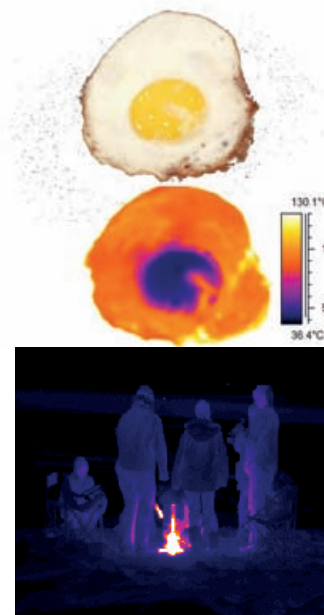


Цифровые термометры стремительно набрали популярность в последние два десятилетия из-за развития кремниевой промышленности; они относительно недорогие и достаточно точные. Цифровые устройства можно подключать к аналоговым сенсорам, таким как инфракрасные сенсоры, термисторы, термопары и/или цифровые сенсоры. Инфракрасный цифровой термометр становится всё более популярным для определения температуры тела. Эти сенсоры можно даже использовать для её определения, просто измерив тепло, исходящее из уха.



Термические камеры (термографы) показывают распределение температуры по площади (в виде снимков), а не просто в одной точке. Ярким примером использования термографов являются аэропорты, в которых при их помощи можно предотвратить распространение простудных заболеваний. Они используются, чтобы определить жар у пассажиров.

Другой пример – куриные яйца. Некоторые люди любят яйца, сваренные вкрутую, некоторые любят, чтобы желток оставался жидким, а некоторые – где-то посередине между первыми двумя вариантами. Этот термический снимок яичницы показывает, что яичный белок готовится быстрее, чем желток. Когда в желтке образуются первые пузырьки, видно, что его температура составляет около 43°C.



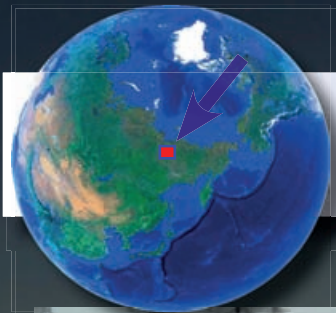
Если вы посмотрите на термический снимок костра, то увидите, что сам огонь – горячий. Термометрическая шкала показывает, что люди, обращённые к огню, теплее. Огонь создаёт тепловое излучение.

Тепло переносится различными способами: тепловое излучение, кондуктивный и конвективный теплообмен. Когда мы жарим яйца или мясо, тепло приходит к ним от сковороды при помощи кондуктивного переноса. Когда мы варим суп в кастрюле, то вода согревается конвективным переносом. В случае приготовления блюда в духовке тепло поступает в него, в основном, через тепловое излучение. Современные духовки также позволяют использовать опцию конвективного теплообмена.

Калибровка

Все приборы нуждаются в калибровке, поскольку они не могут быть абсолютно точными. Чтобы калибровать прибор, т. е. улучшить его точность, нужна среда с достоверно известной температурой. Всем известно, что пресная вода замерзает при 0°C, а морская вода (с солёностью 3,5%) замерзает при -1,8°C. Чтобы калибровать сенсор, пресная вода смешивается со льдом. В полученную смесь помещается сенсор, который должен показывать ровно 0,00°C. Если этого не происходит, то прибор в целом показывает искажённые значения температуры.





Абыйский район, РС(Я)

Белая Гора, Сутуруоха

Текст: Дмитрий Осипов

БЕЛАЯ ГОРА — посёлок городского типа, административный центр Абыйского улуса. До 1974 года центр района располагался в поселке Дружина.

Расстояние от улуса до столицы республики г. Якутска составляет: наземным путем - 2900 км, воздушным путем - 1380 км., водным путем - 3242 км. Расстояние от Белой Горы до Восточно-Сибирского моря составляет около 600 км.

Территория улуса полностью располагается за Северным полярным кругом, продолжительное время (около 30 суток) стоит заполярная ночь.

Сегодня в п. Белая Гора проживает 2081 человек (2016 г.). В Белой Горе функционируют средняя и начальная школы, улусная гимназия, центр детского творчества, школа искусств, 4 детских сада, ДЮСШ, две библиотеки, типография, телестудия, пищекомбинат.

Мерзлотомеры установлены на базе Белогорской гимназии в ноябре 2013 г.

СУТУРУОХА — сельский населённый пункт, центр Урасалахского наслега Абыйского улуса. Расположен за Северным полярным кругом, в 1 км к северу от улусного центра п. Белая Гора. Основан в 1953 г. За селом закреплено 40 га земель, из которых около 75 % находится под застройкой и индивидуальными приусадебными участками.

Население — 421 чел. (2016 г.). В селе — хозяйственный центр коллективного сельскохозяйственного предприятия “Кырымах”, ведущего традиционные отрасли хозяйства — оленеводство и промыслы (рыбный и пушной). Имеются клуб, средняя общеобразовательная школа, учреждения здравоохранения и торговли.

Электроснабжение осуществляется с ноября месяца переходной линией с улусным центром п. Белая Гора путем установки столбов через реку Индигирку. Летом потребности в электроэнергии удовлетворяются за счёт работы местных дизелей, электроэнергия подаётся по 8 часов в сутки. Центрального теплоснабжения нет, население использует дрова. В селе работает пекарня.



Школьники устанавливают мерзлотомер в пос. Белая Гора



Школьники пос. Белая Гора измеряют глубину промерзания



Лекция по мерзлотоведению в гимназии пос. Белая Гора



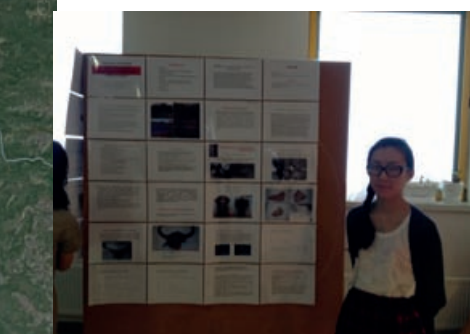
На фото: несколько бугров пучения на берегу р. Индигирка вблизи пос. Белая Гора



Белая рыба - важный источник белка в этом поселении



Лекция по мерзлотоведению в гимназии пос. Белая Гора



Ученица гимназии пос. Белая Гора представляет результаты измерений по мерзлотомеру





Алданский район, РС(Я)

Алдан, Томмот

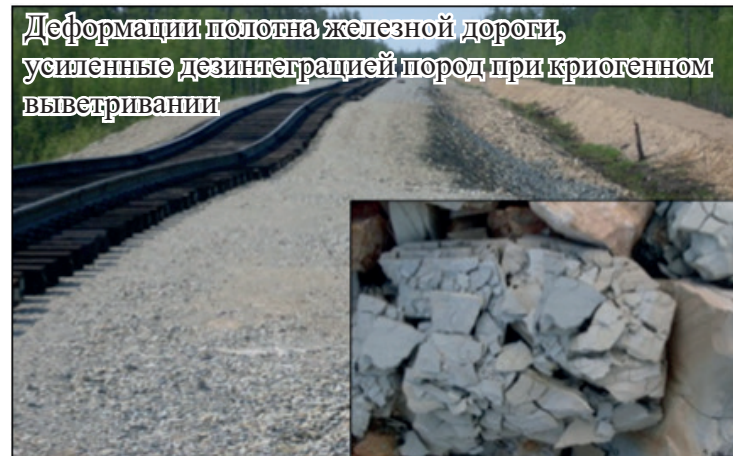
Координаты: 58.41° с. ш. 125.42° в. д.

Текст, фото: Андрей Мельников
Данные: Михаил Железняк, Андрей Мельников

АЛДАН находится в 530 км юго-западнее г. Якутска, на юге Республики Саха (Якутия). В районе 18 населенных пунктов, в том числе 13 сельских, 2 города районного значения, 3 поселка.

Расположен на Алданском нагорье, в бассейне реки Алдан (правый приток Лены), на слиянии реки Орто-Сала и ручья Незаметного. Город, как и весь Алданский район, находится на Алданском щите. На поверхность выходят древнейшие кристаллические образования горных пород возрастом более 3 миллиардов лет.

В 1990-е гг. г. Алдан переживал демографический кризис, однако в период с 2000 по 2010 гг. в город снова начали приезжать люди, появилась коммерческая авиация, железнодорожная станция. Также в период с 2009 по 2010 г. в Алдане началось строительство ветки нефтепровода, что существенно повлияло на экономическое развитие города. По состоянию на начало 2016 г., в городе проживает 20 892 человека.

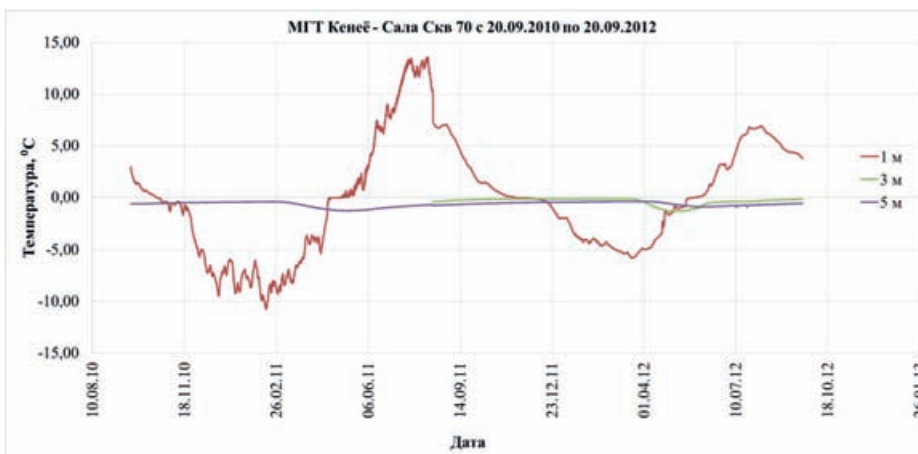


Деформации полотна железной дороги, усиленные дезинтеграцией пород при криогенном выветривании



Распученные торфяники к югу от г. Алдана

Железнодорожная линия «Томмот – Кердем – Нижний Бестях» в Якутии – один из самых сложных в инженерном плане инфраструктурных объектов. В ходе его строительства было обустроено свыше 370 км железнодорожного полотна, возведено более полусотни мостовых переходов, несколько десятков водопропускных труб большого диаметра в теле насыпи, а также множество объектов энергетического хозяйства, связи и инженерно-технического обеспечения.



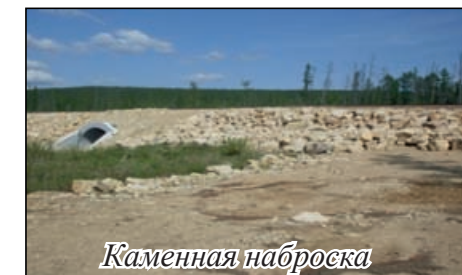
Изменение температуры пород в долине реки Кенеё-Сала (20 км юго-восточнее г.Томмот)



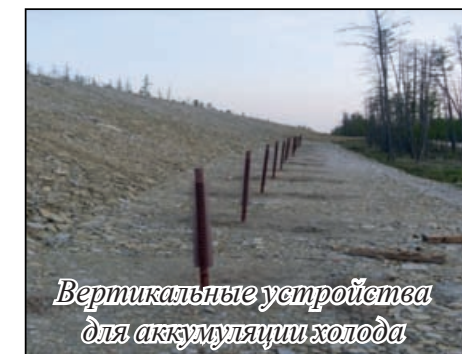
Термокарстообразование в полосе железнодорожной



Солнцесадкозащитный навес



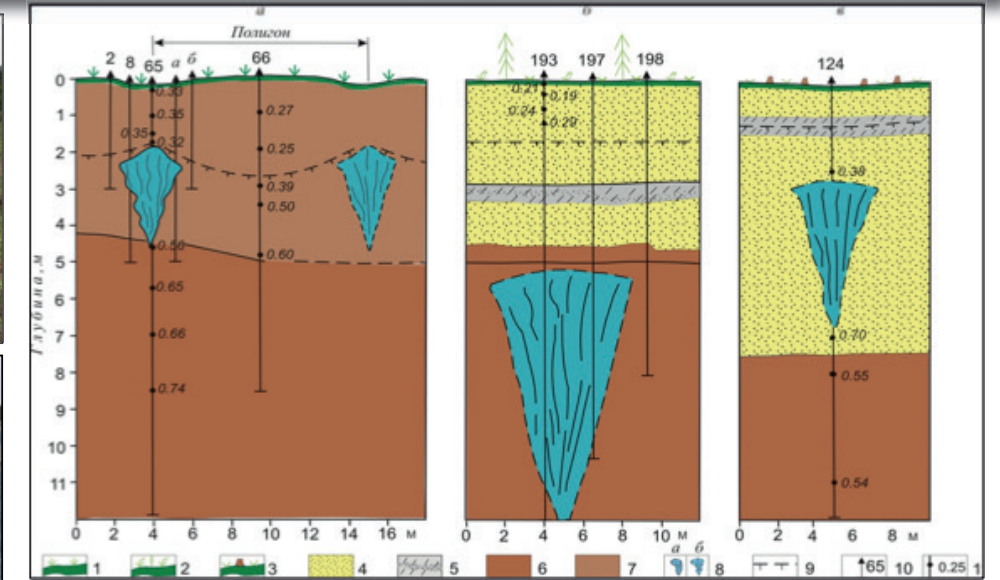
Каменная наброска



Вертикальные устройства для аккумуляции холода

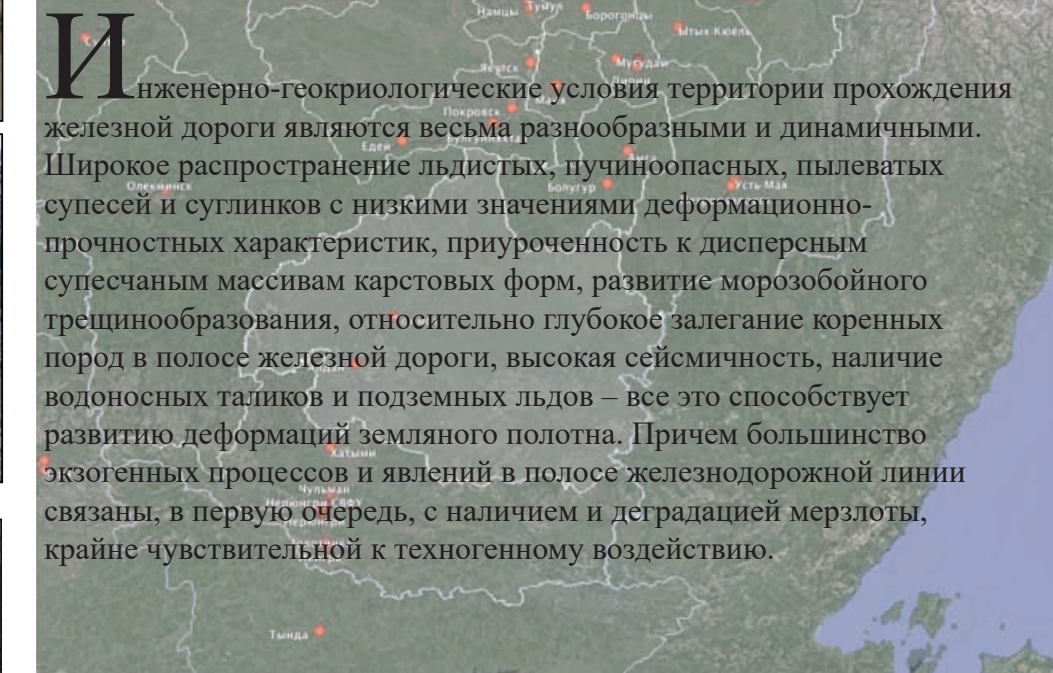


Поперечные охлаждающие трубы



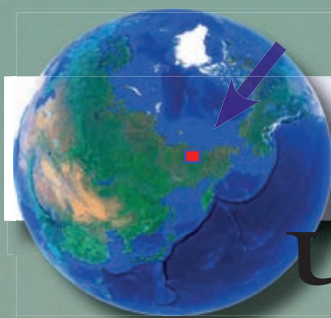
Криолитологические разрезы отложений, характерные для межлассного типа местности на участке «ледового комплекса» железной дороги Томмот - Кердем (Схема Института мерзлотоведения им. П.И. Мельникова СО РАН):

- а – в районе 728 км; б – на вырубке леса на 732-733 км;
- 1 – пылеватые глины с линзовидной и массивной криотекстурами; 2 – ледяные жилы с установленными (а) и предполагаемыми (б) контурами; 3 – верхняя граница ММП; 4 – скважина и ее номер; 5 – величина объемной льдистости и точка определения; 6 – луговая растительность; 7 – вырубка; 8 – пески с массивной криотекстурой; 9 – пески с прослоями супеси со слоистой криотекстурой; 10 – суглинки с массивной, порфирированной и линзовидной криотекстурой.



Инженерно-геокриологические условия территории прохождения железной дороги являются весьма разнообразными и динамичными. Широкое распространение льдистых, лучиноопасных, пылеватых супесей и суглинков с низкими значениями деформационно-прочностных характеристик, приуроченность к дисперсным супесчаным массивам карстовых форм, развитие морозобойного трещинообразования, относительно глубокое залегание коренных пород в полосе железной дороги, высокая сейсмичность, наличие водоносных таликов и подземных льдов – все это способствует развитию деформаций земляного полотна. Причем большинство экзогенных процессов и явлений в полосе железнодорожной линии связаны, в первую очередь, с наличием и деградацией мерзлоты, крайне чувствительной к техногенному воздействию.

Крайне неблагоприятные природно-климатические условия Якутии вынудили широкий круг инженеров и ученых применить неординарные технологические решения для строительства железной дороги Томмот – Кердем – Нижний Бестях.



Аллаиховский район, РС(Я)

Чокурдах

Координаты: 70,63° с. ш. 147,90° в. д.

Фото, данные: Александр Холодов
Текст: Дмитрий Осипов

ЧОКУРДАХ — посёлок, центр Аллаиховского улуса. Расположен за Северным полярным кругом, на левом берегу р. Индигирки. Расстояние до г. Якутска: наземным путем — 2700 км, воздушным — 1290 км, водным — 2830 км.

Население – 2068. чел. (2016 г.). По переписи 1989 г., численность населения составляла 3,9 тыс. чел. Основан в 1936 г. Отнесён к категории рабочих посёлков в 1981 г.

Выполняет функции местного организующего центра. В посёлке — речная пристань, рыбозавод, хозяйственный центр родовой общины “Аллаиха”, ведущей традиционные отрасли хозяйства — оленеводство и промыслы.

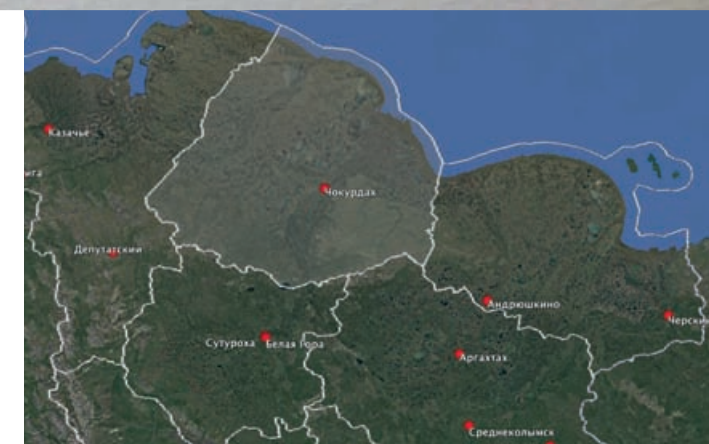
Имеются Дом культуры, средняя, неполная средняя общеобразовательные и музыкальная школы, музей природы тундры и охотничьего промысла, учреждения здравоохранения, торговли и бытового обслуживания.

В посёлке расположен порт и аэропорт. Порт Чокурдах — один из северных портов России, навигация здесь длится менее трёх месяцев.



Вид с воздуха на выход высокольдистых отложений Едомы (ледового комплекса) на левом берегу реки Индигирки в 20 км южнее поселка Чокурдах. Обнажение этих высокольдистых отложений происходит вследствие темпов тепловой и механической эрозии, по мере отступления берега с бугристым (байджераховым) рельефом.

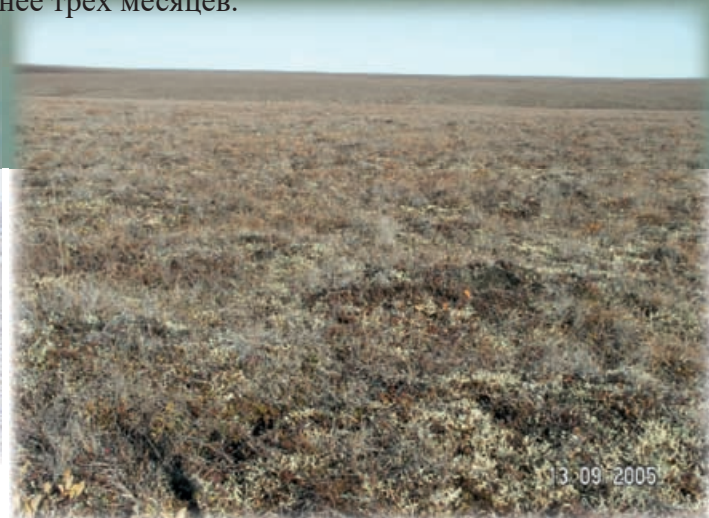
Обзорный вид поселка Чокурдах. Большинство зданий расположены на коренном берегу



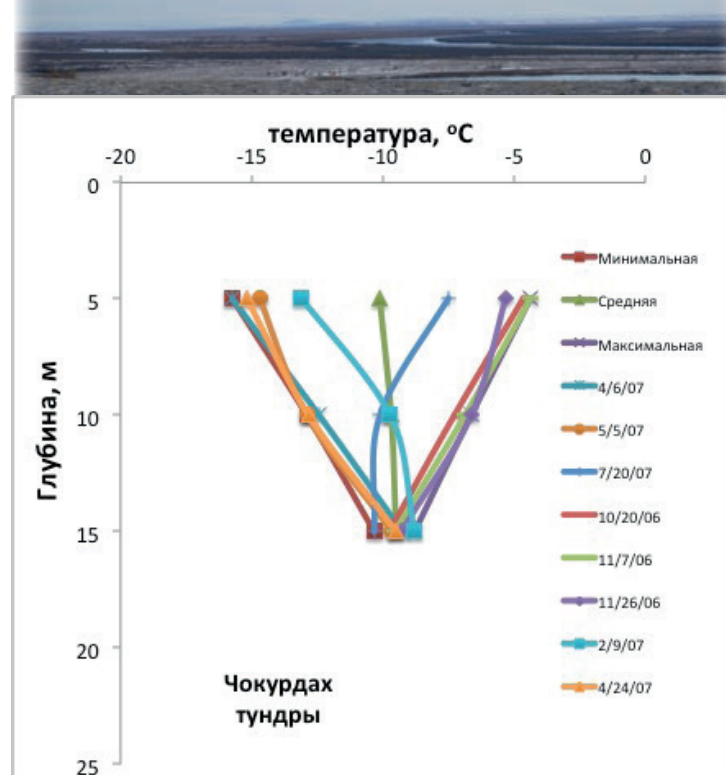
Неконтролируемый слив сточных вод – одна из основных причин развития термоэрозии и формирования оврагов

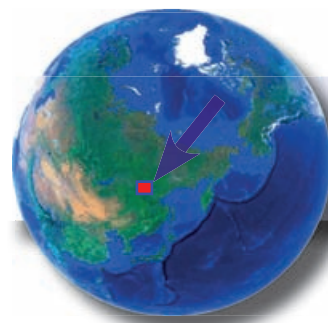


Свайный фундамент – один из способов охлаждения мерзлых грунтов под зданиями. Металлические тросовые стяжки предотвращают перекося свай



Участок мониторинга температуры мерзлоты расположен в 18 км к югу от поселка Чокурдах близко к границе тундровой и северо-таежной природной зон. Среднегодовая температура мерзлоты на глубине 15 метров составляет здесь -9,5°C. Глубина сезонного протаивания не превышает 60 см.





Амгинский район, РС(Я)

Амга, Болугур

Координаты: 60.89° с. ш. 131.98° в. д.

Фото, данные: Алена Быстрова
Текст: Алена Быстрова

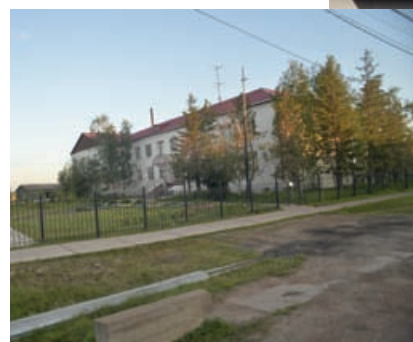


АМГА — село, административный центр Амгинского улуса, расположенное на левом берегу реки Амга — левого притока Алдана. Название происходит от названия реки, а то, в свою очередь, от эвенкийского слова амнга — ущелье. Самая низкая температура в Амге была отмечена в январе 1946 г. и составляет -63,1 °С.

Амга возникла как слобода, поселение пашенных крестьян, когда здесь поселили русских крестьян для занятия земледелием. В архивных документах Амга упоминается еще в 1633 г., когда «мангазейский служивый Иван Ребров участвовал в походе на Алдан и на Амгу. В том же году с Амги пришли ясачные сборщики с ясаком, взятым с Амгинских якутов».

Численность населения – 6578 чел. (2016).

Амга находится в 204 км от Якутска по круглогодичной автодороге республиканского значения «Амга». Продолжение дороги на восток до Усть-Маи представляет собой автозимник. Существуют проекты продления её на восток до Аяна и придания ей федерального статуса.



Лицей пос. Амга



Вид на школу пос. Болугур сверху

Въезд в Болугур, расположенный на сильнольдистых грунтах. В результате вытаивания льда поверхность становится бугорчатой



Проjekt реализуется в Амгинском улусе с 2012 г. с целью мониторинга состояния многолетнемерзлых пород, воздействия криогенных процессов на инженерно-технические сооружения на базе Амгинской гимназии. Учащиеся занимаются изучением температуры верхнего слоя мерзлоты, проблем и причин оттаивания мерзлых грунтов, процессов вытаивания и промерзания сезонно-талого слоя на лабораторно-исследовательском полигоне. Проведены экспедиции на место схода грунтовой массы и термооврагов на 41-й километр трассы Амга - Якутск. Пробурено 3 скважины глубиной 3 метра и установлены 2 датчика температуры для мониторинга состояния многолетнемерзлых грунтов. Ведутся элективные курсы «Мерзлотоведение (Строительство на мерзлых грунтах)», «Природопользование».

ДЕКАБРЬ 2020 г.



А.Ф.Миддендорф (1860) установил, что озеро Мюрю имеет «ледяное дно». В этом описании он впервые указал на термокарстовое происхождение озёрных котловин, а также выявил характерную зависимость усыхания озера от засушливости климата.

А.Ф.Миддендорф участвовал в экспедиции до Охотска, одним из пунктов которой было село Амга.

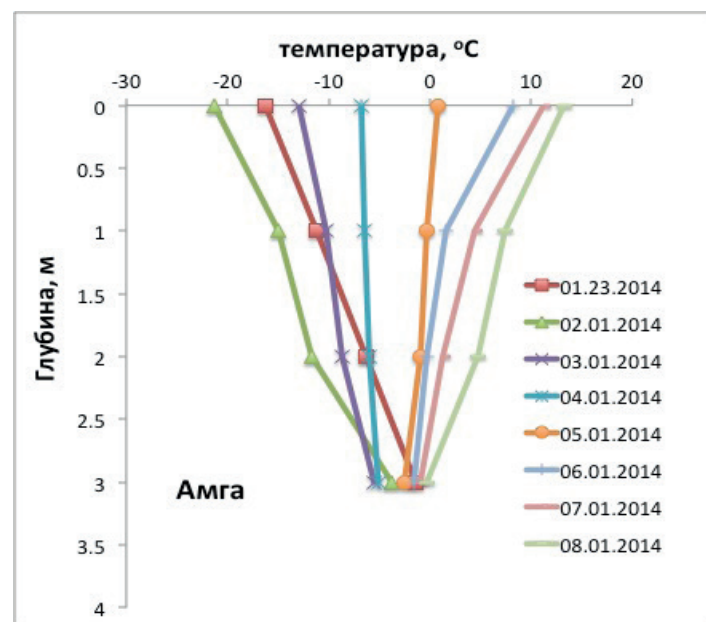
Учителя географии из с. Амга, участвующие в бурении мониторинговой скважины



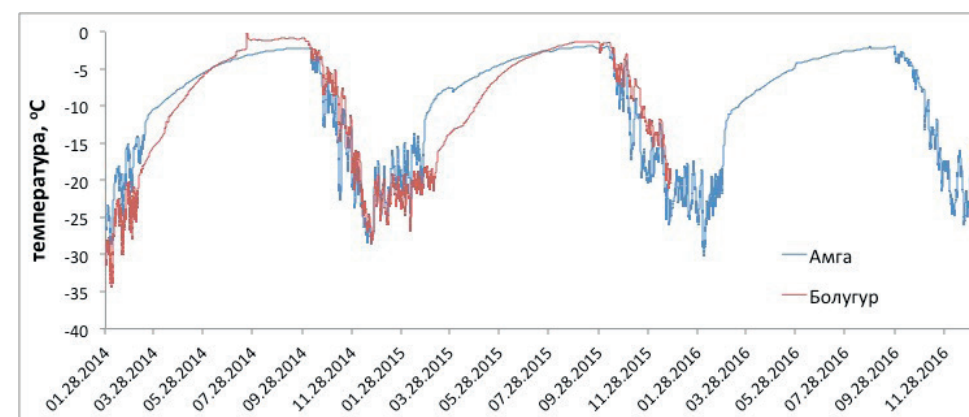
На аэрофотоснимке видна сеть полигонов, образовавшихся в результате протаивания вечной мерзлоты. Это привело к растрескиванию зданий (например, печь, изображённая во вставке)



Сползание деятельного слоя вдоль дороги к пос. Амга в результате сильных дождей



20 Мерзлота в наше время



Температура в леднике

Текст: Дмитрий Осипов
Данные: Пол Овердуин



Анабарский район, РС(Я) Саскылах

Анабарский улус расположен на крайнем северо-западе Республики Саха (Якутия) между 71-й и 76-й градусами северной широты. Улус занимает обширную территорию в 55,6 тыс. кв. км и граничит с Булунским, Оленекским улусами и Хатангским районом Таймырского национального округа. В улусе на 01.01.2016 г. всего проживает 3431 человек, в том числе коренное население: долганы, эвенки.

Среднегодовая температура воздуха по гидрометеостанции Анабар -4°C, января -35,1°C, июня +5,5°C, абсолютный минимум -58°C, максимум +36°C, среднегодовое количество осадков 228 мм за год, из них около 140-150 мм в теплое время года. Территория улуса в течение 8 месяцев (256 дней) находится под снежным покровом. Самый ранний снегопад отмечается 20 августа, поздний – 10 октября, а средний срок – 19 сентября. Снежный покров устанавливается: самый ранний – 8 сентября, поздний – 7 октября, в среднем – 27 сентября. Сходит снег самое раннее 21 мая, позднее – 29 июня, в среднем – 7 июня. Из-за низких температур летних месяцев вегетация растительности продолжается всего 60-90 дней, причем заморозки прекращаются только в конце июня и осенью наступают во второй половине августа.

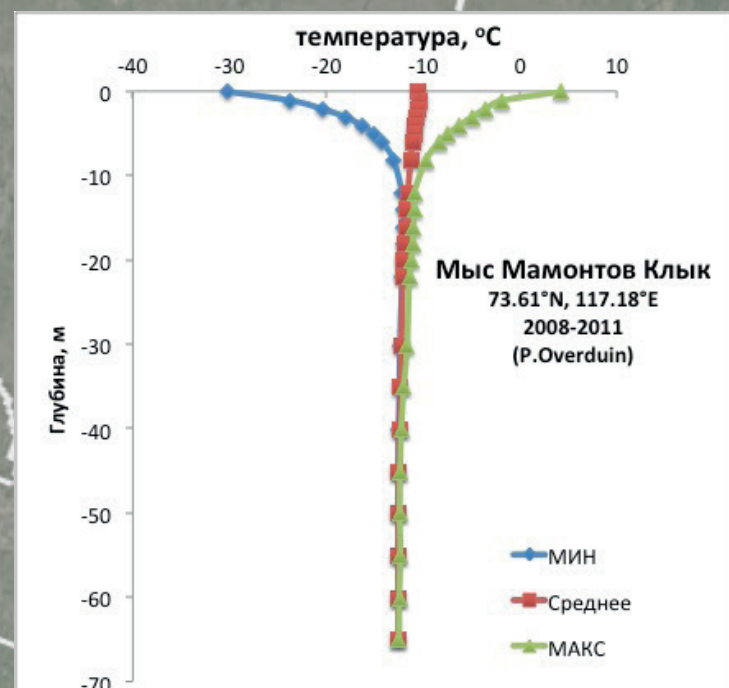
Главная река улуса – р. Анабар. Истоком р. Анабар считается место слияния рек Большой и Малой Куонамки, берущих начало в центральной части Среднесибирского плоскогорья. Общая длина р. Анабар составляет 940 км. Самое крупное озеро улуса – Улахан-Кюель длиной 10 км и шириной 5 км, которая через узкий перешеек соединяется с другим озером – Саппыя, имеющим длину 5-6 км и ширину 3-4 км. Таких крупных озер в улусе мало. Основная масса более мелких озер располагается по долинам рек Суолема, Анабар и Уэле.

В районе имеется ряд месторождений полезных ископаемых: россыпные алмазы, нефть, газ, уголь. В настоящее время ведутся разведочные работы по месторождениям нефти.

На территории улуса обитает 23 наземных вида и 2 морские формы млекопитающих и 94 вида птиц, некоторая часть которых являются объектами охотничьего промысла и любительской охоты.

Всего по улусу сформировано 23 рыбопромысловых участка, в том числе: речных – 1 участок (промышленных – 1); озерных – 22 участка (промышленных – 8, традиционных (КМНС) – 14). Из сформированных рыбопромысловых участков закреплено за пользователями – 8, в том числе: за 1 – индивидуальным предпринимателем, за 1 – юридическим лицом. Из числа закрепленных участков по улусу 1 – речной участок (промышленных – 1), 7 – озерных участков (промышленных – 7).

10 декабря 1930 г. Президиум Всероссийского Центрального Исполнительного Комитета постановил образовать на территории расселения малых народностей Севера в составе Якутской АССР Анабарский национальный (эвенкийский) район (районный центр — Уджа). Постановление было подписано Председателем ВЦИК М. И. Калининым. Анабарский улус до сих пор сохраняет статус национального района.

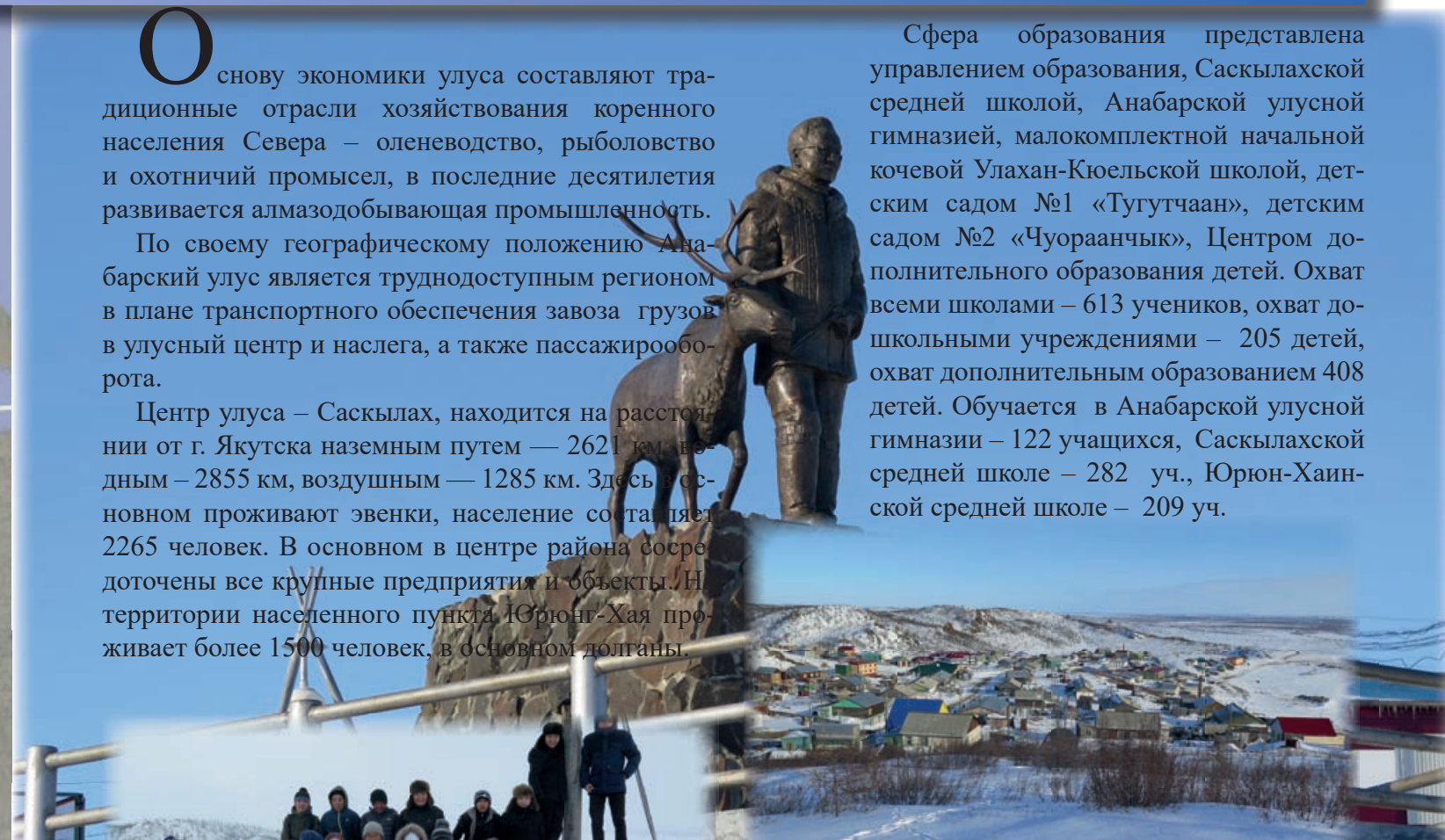


Основу экономики улуса составляют традиционные отрасли хозяйствования коренного населения Севера – оленеводство, рыболовство и охотничий промысел, в последние десятилетия развивается алмазодобывающая промышленность.

По своему географическому положению Анабарский улус является труднодоступным регионом в плане транспортного обеспечения завоза грузов в улусный центр и наслега, а также пассажирооборота.

Центр улуса – Саскылах, находится на расстоянии от г. Якутска наземным путем — 2621 км, водным – 2855 км, воздушным — 1285 км. Здесь в основном проживают эвенки, население составляет 2265 человек. В основном в центре района сосредоточены все крупные предприятия и объекты. На территории населенного пункта Юрюнг-Хая проживает более 1500 человек, в основном долганы.

Сфера образования представлена управлением образования, Саскылахской средней школой, Анабарской улусной гимназией, малокомплектной начальной кочевой Улахан-Кюельской школой, детским садом №1 «Тугутчаан», детским садом №2 «Чуораанчык», Центром дополнительного образования детей. Охват всеми школами – 613 учеников, охват дошкольными учреждениями – 205 детей, охват дополнительным образованием 408 детей. Обучается в Анабарской улусной гимназии – 122 учащихся, Саскылахской средней школе – 282 уч., Юрюнг-Хайнской средней школе – 209 уч.

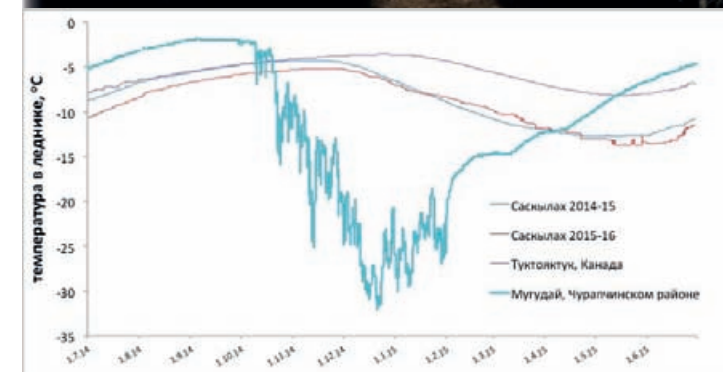


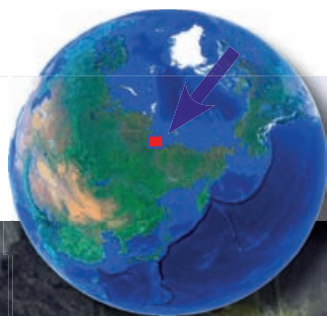
С учениками гимназии во время установки мерзлотмера



Лекция для старшеклассников

Температура в поселковом леднике в Саскылахе достаточно холодная, имеет низкую амплитуду колебаний (8,5 °С), по сравнению с центральными улусами Якутии (см. графики ниже). Среднегодовая температура в 2014-2015 гг. была -17,5 °С, а в 2015-2016 - 21,3 °С. Это один из лучших поселковых ледников в Якутии по своему температурному режиму.





Булунский район, РС(Я)

Тикси, Кюсюр

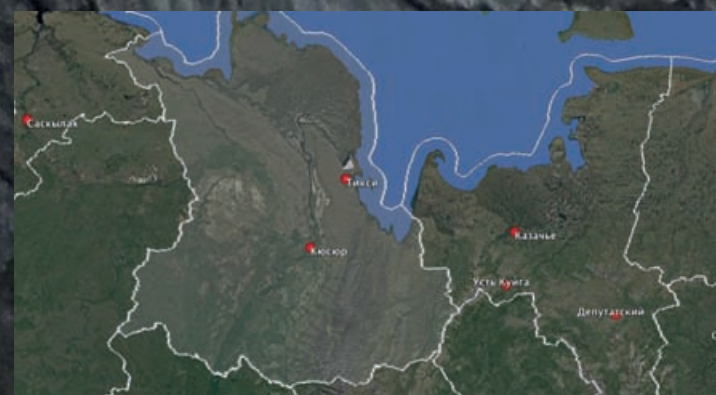
Текст: Дмитрий Осипов
Данные: Александр Холодов

ТИКСИ — посёлок, центр Булунского улуса. Расположен за Северным полярным кругом, на берегу бухты Тикси (море Лаптевых). Расстояние до г. Якутска: наземным путем — 1694 км, воздушным путем — 1270 км, водным — 1703 км. Население — 4557 чел. (2015). По переписи 1989 г., численность населения составляла 11,9 тыс. чел.

История поселка связана с освоением Северного морского пути, как полярная станция на месте стойбища оленеводов. Год основания — 1934. Отнесён к категории рабочих посёлков в 1939 г.

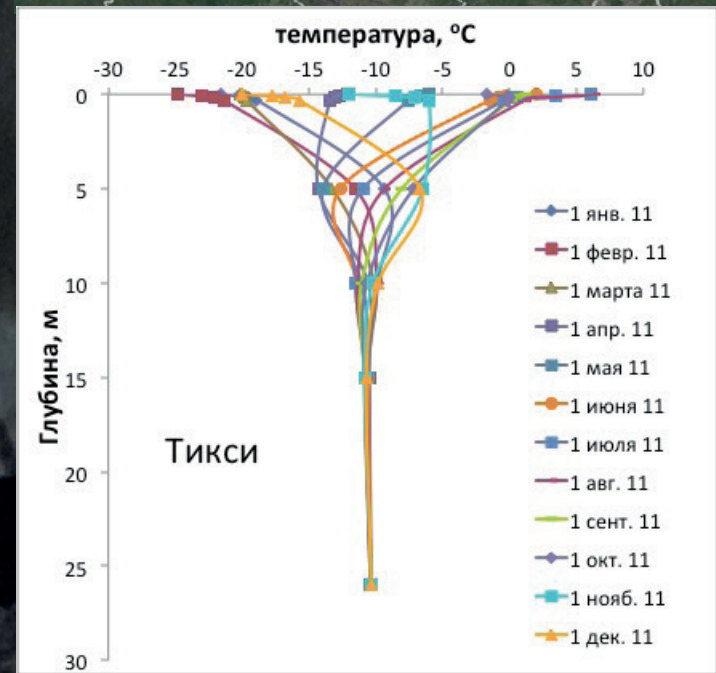
Выполняет функции транспортного центра. В поселке крупный морской порт, гидрографическая база, завод железобетонных изделий, строительные предприятия. Имеются Дом культуры, клубы, средние общеобразовательные, спортивная и музыкальные школы, спортивный комплекс, народный художественный музей (общественный), учреждения здравоохранения, торговли и бытового обслуживания. Близ Тикси — полярная станция. Памятник политссыльному М. И. Брусневу.

Тикси - вид сверху



Едомный ледовый комплекс в разрезе Мамонтовый Хаята на востоке Быковского полуострова. Наблюдается активная прибрежная эрозия

Северные прибрежные острова (Новосибирск) являются одними из самых холодных районов вечной мерзлоты в Сибири. Труба кривой Тикси (на фото слева) показывает температуру -11 °С при нулевой годовой амплитуде. Тикси расположен в устье реки Лены. Интересно, что Оймякон (один из самых холодных мест в северном полушарии: -72°С минимум) не имеет самую холодную температуру вечной мерзлоты благодаря очень жарким летним температурам района.

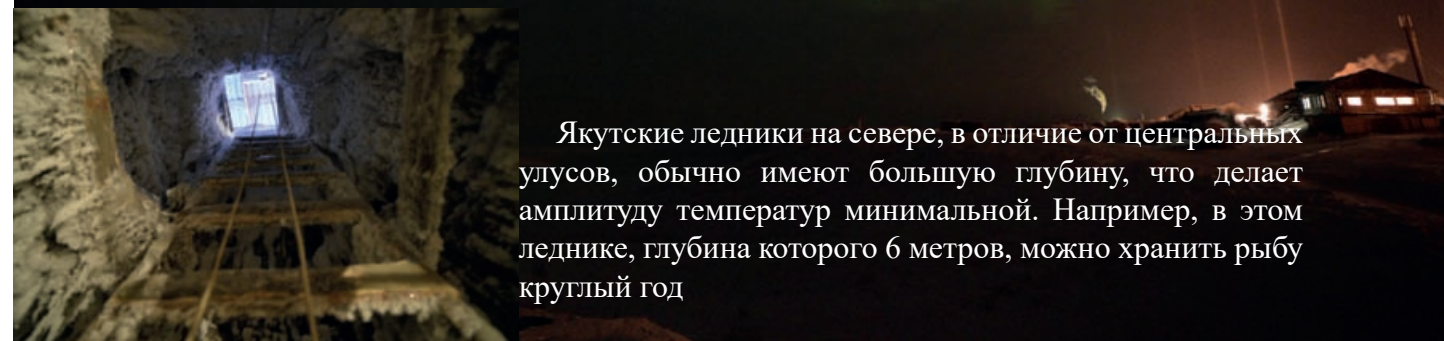


КЮСЮР — село, центр и единственный населённый пункт сельского поселения Булунский эвенкийский национальный наслег в Булунском улусе Якутии.

Село расположено за Северным полярным кругом, на правом берегу реки Лены, в 120 км к юго-западу от посёлка Тикси.



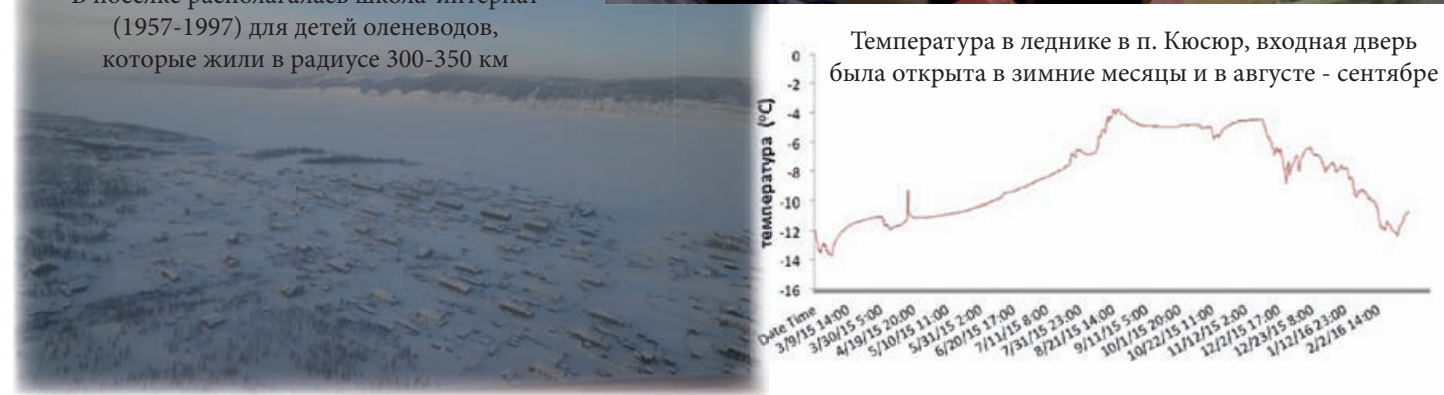
Вертолет МИ-8 - основной вид транспорта



Якутские ледники на севере, в отличие от центральных улусов, обычно имеют большую глубину, что делает амплитуду температур минимальной. Например, в этом леднике, глубина которого 6 метров, можно хранить рыбу круглый год



Вид с воздуха на поселок Кюсюр и реку Лена. В поселке располагалась школа-интернат (1957-1997) для детей оленеводов, которые жили в радиусе 300-350 км



Температура в леднике в п. Кюсюр, входная дверь была открыта в зимние месяцы и в августе - сентябре



Верхнеколымский район, РС(Я)

Зырянка, Усун-Кюёль

Координаты: 66.35° с. ш. 150.46° в. д.

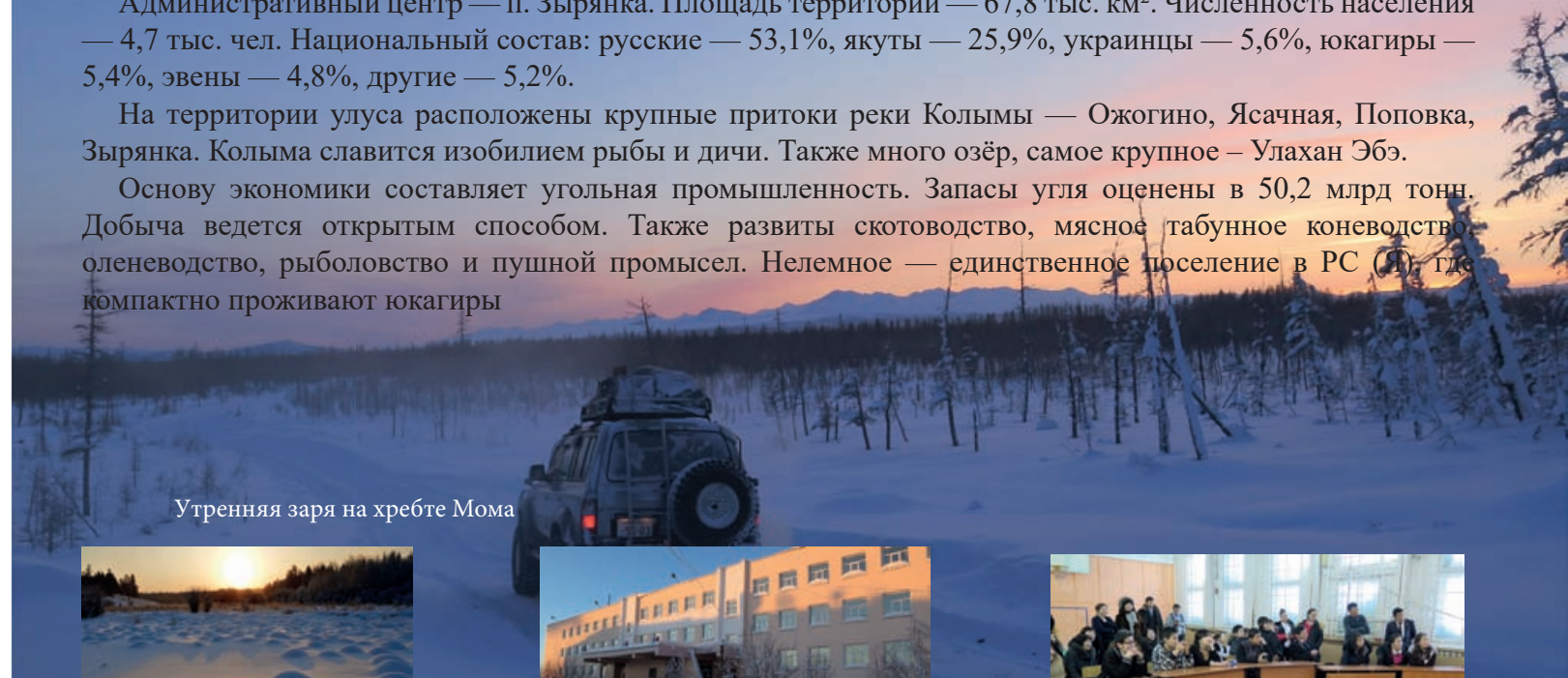
Текст: Вадим Кузин
Данные: Михаил Железняк

Улус расположен на северо-востоке республики. Рельеф неоднороден, встречаются и равнины, и горы. Центральную часть территории занимает Колымская низменность, юго-западную — хребт Аргаа-Таас, северо-западную — Ожогинский дол, восточную — Осалинский кряж.

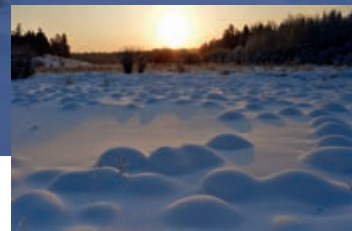
Административный центр — п. Зырянка. Площадь территории — 67,8 тыс. км². Численность населения — 4,7 тыс. чел. Национальный состав: русские — 53,1%, якуты — 25,9%, украинцы — 5,6%, юкагиры — 5,4%, эвены — 4,8%, другие — 5,2%.

На территории улуса расположены крупные притоки реки Колымы — Ожогино, Ясачная, Поповка, Зырянка. Колыма славится изобилием рыбы и дичи. Также много озёр, самое крупное – Улахан Эбэ.

Основу экономики составляет угольная промышленность. Запасы угля оценены в 50,2 млрд тонн. Добыча ведется открытым способом. Также развиты скотоводство, мясное табунное коневодство, оленеводство, рыболовство и пушной промысел. Нелемное — единственное поселение в РС(Я), где компактно проживают юкагиры



Утренняя заря на хребте Мома



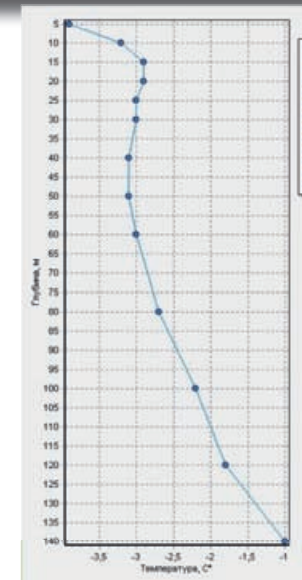
Тундровые кочки вблизи зимника



Школа пос. Зырянка



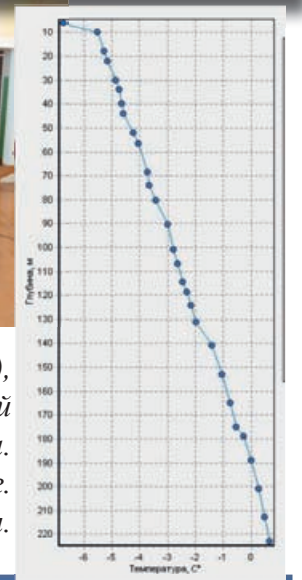
Урок по мерзлотоведению в школе пос. Усун-Кюёль



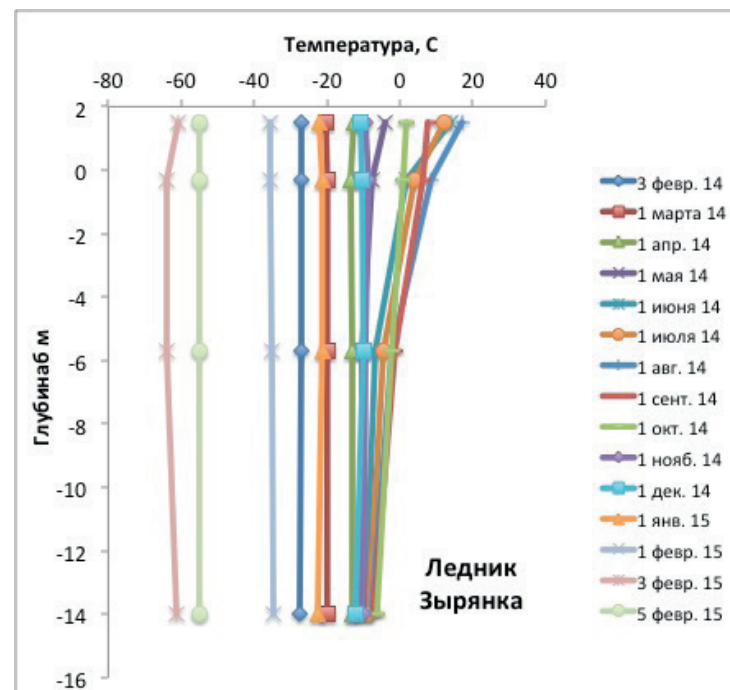
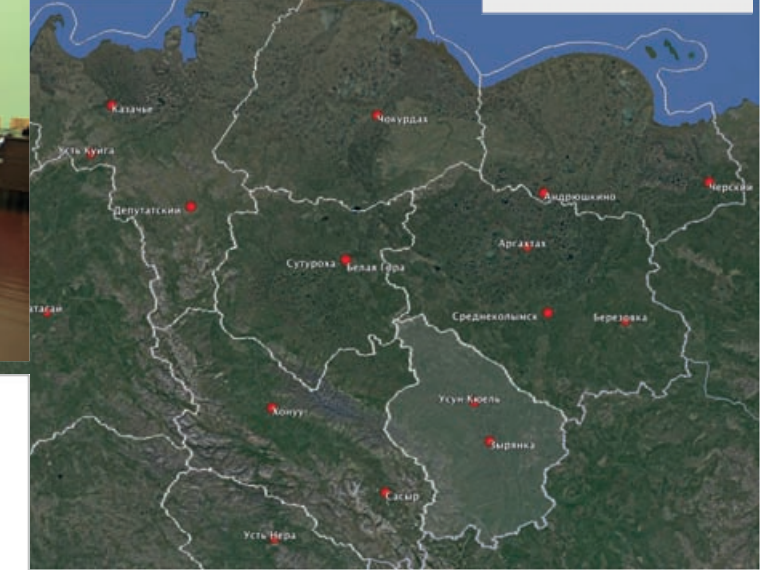
Пл. Зырянка (скв.12) расположена в 1 км южнее от пос. Зырянка на левом берегу р. Колымы (устье), р. Ясачная. Мощность мерзлоты 190 м. Дата замера: июль 1973 г.



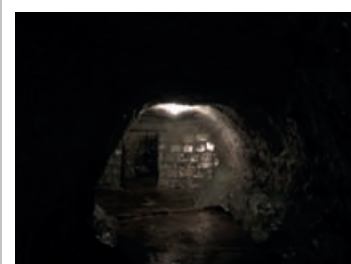
Участок Харанга (скв.666), расположен в пос. Угольный в 60 км к западу от пос. Зырянка. Дата замера: июнь 1982 г. Мощность мерзлых толщ – 190 м.



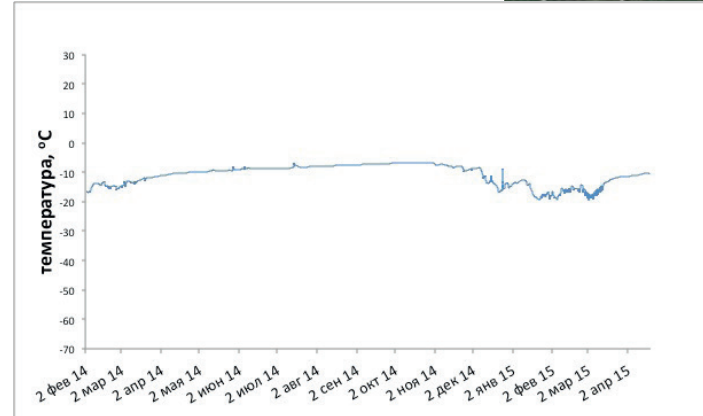
Урок по мерзлотоведению в школе пос. Зырянка



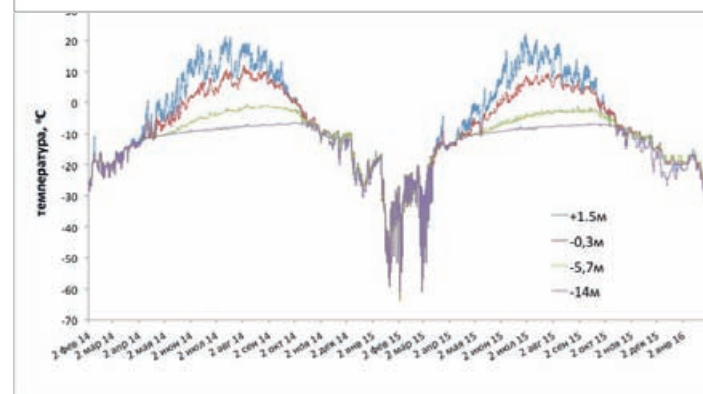
Коммерческий ледник в пос. Зырянка



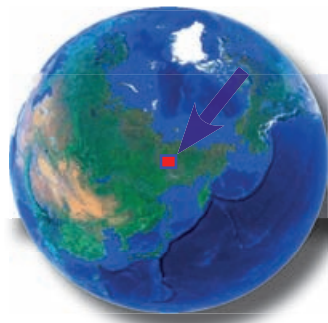
Частный ледник в пос. Усун-Кюёль



Температурный профиль в частном леднике в пос. Зырянка на глубине 15 м ниже уровня земли. Плавная линия говорит о том, что ледник не проветривался в течение зимы



Температурный профиль в коммерческом леднике пос. Зырянка. Верхние горизонты летом достигали температуры +10 градусов, в то время как нижние были ниже -10 градусов, что свидетельствует о хороших условиях для хранения продуктов. Во время зимы 2014/15 гг. двери ледника были открыты, что хорошо видно на температурной кривой (фиолетовая линия)



Верхоянский район, РС(Я) Батагай, Верхоянск

Координаты: 67,65° с. ш. 134,58° в. д.

Текст: Вадим Кузин
Данные: Михаил Железняк

Район расположен за Северным полярным кругом на территории бассейна реки Яны. Рельеф горный. Центральную часть района занимает Янское плоскогорье, восточную — горные цепи хребта Черского, западную — хребты Верхоянский (здесь расположен географический центр Якутии) и Орулган, северо-западную — хребет Кулар.

По территории района протекает река Яна с притоками Адыча, Сартанг, Дулгалах, Быгантай, расположено большое количество озёр.

Все междуречье верховьев Яны и Индигирки — зимой самые холодные места Северного полушария.

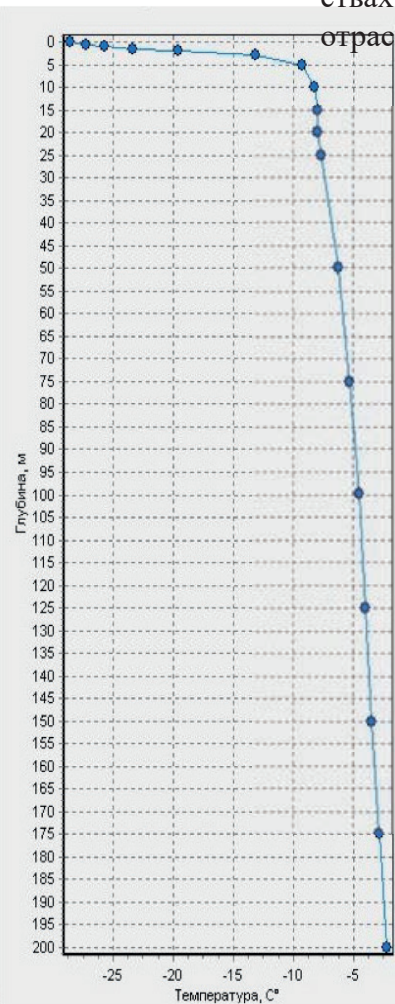
Административный центр — п. Батагай.

Площадь территории — 137,4 тыс. км². Численность населения — 11,4 тыс. чел.

Национальный состав: якуты — 70,2%, русские — 20,2%, украинцы — 2,9%, эвены — 2,8%, другие — 3,9%.

Верхоянск — один из старейших заполярных городов Якутии, самый маленький город России и самый холодный город планеты: здесь 15 января 1885 г. была зарегистрирована самая низкая температура воздуха — минус 67,8 °С.

Это самый крупный сельскохозяйственный район на севере Якутии. В хозяйствах района разводят множество лошадей, коров, серебристо-черных лисиц. Из отраслей сельского хозяйства особо выделяется табунное коневодство.



Бугор пучения на берегу реки Яна

*Батагай (скв. 4), расположена в пос. Батагай.
Дата замера: декабрь 1969 г. Мощность мерзлых пород в районе поселка варьирует от 360 до 420 м.*

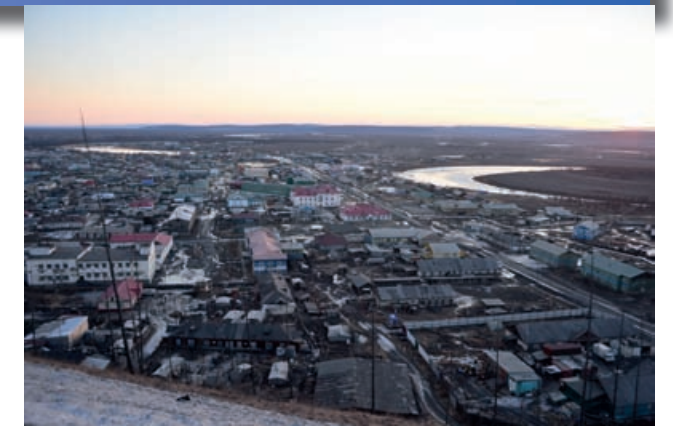
ДЕКАБРЬ 2020 г.



Коммерческий ледник в пос. Батагай



Ученики школы пос. Батагай помогают устанавливать мониторинговую точку



Панорама пос. Батагай

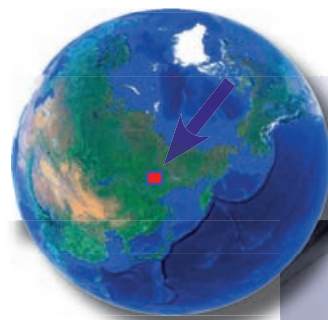


Урок по мерзлотоведению в школе пос. Батагай



Урок по мерзлотоведению в школе пос. Верхоянск



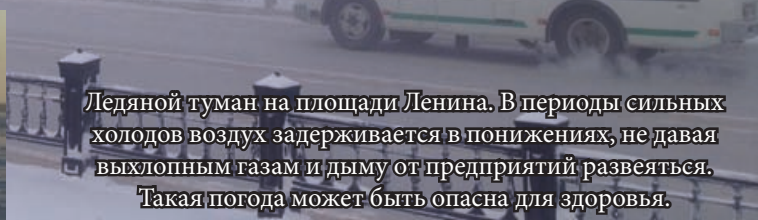


Якутск, РС(Я)

Якутск

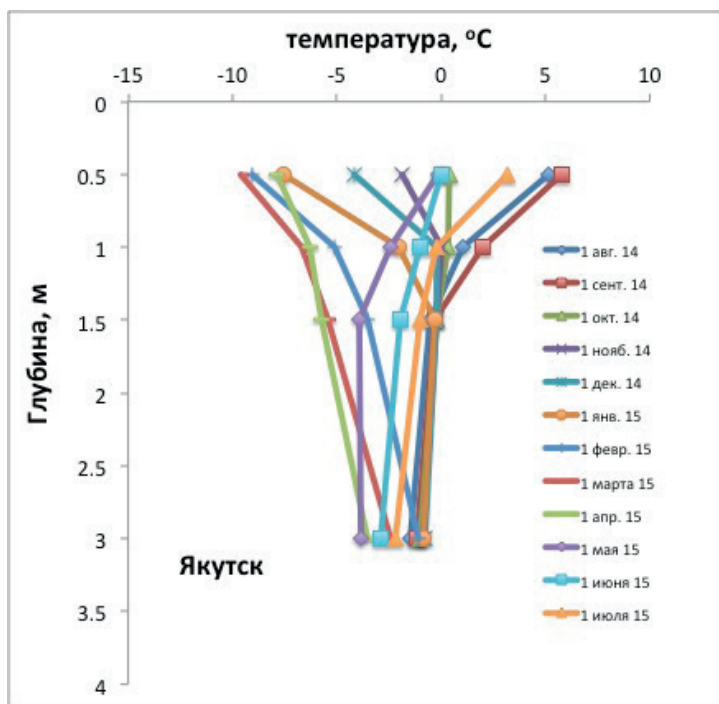
Координаты: 62,04° с. ш. 129,65° в. д.

Основан Петром Бекетовым в 1632 г. Столица Республики Саха (Якутия) – крупнейшего по площади субъекта РФ. Якутск расположен на левом берегу р.Лены в долине Туймаада. Площадь территории — 122 км². Численность населения округа — 320,6 тыс. чел. (в т.ч. г. Якутск – 303,8 тыс. чел.). Национальный состав: русские — 46,1%, якуты — 42,4%, эвенки — 0,8%, эвены — 0,6%, другие — 10,1%. Градообразующие отрасли — алмазо- и золотообрабатывающая промышленности (предприятия ювелирного производства: ООО «Туймаада Даймонд», АК «Золото Якутии», «Сахаювелир» и др.), машиностроение и металлообработка (Якутский ремонтно-механический завод), стройиндустрия и деревообработка (Якутский домостроительный комбинат, ОАО ЯКСМиК, «Якутуглестрой» и др.). Градообслуживающие отрасли — электроэнергетика (ОАО «Якутскэнерго»), водоснабжение и водоотведение (ОАО «Водоканал»), теплоснабжение (МУП «Теплоэнергия», Якутская ТЭЦ), транспорт (ГУП «Аэропорт Якутск», ОАО «ЛОРП», ОАО «Якутский речной порт» и др.).



Ледяной туман на площади Ленина. В периоды сильных холодов воздух задерживается в понижениях, не давая выхлопным газам и дыму от предприятий развестись. Такая погода может быть опасна для здоровья.

Обустройство ледяной дороги (зимника) через р. Лену. Насос закачивает речную воду на дорогу, чтобы сделать её поверхность гладкой



Шахта Шергина существует и сегодня в качестве исторического памятника. Новая мониторинговая скважина пробурена вблизи неё



Бурение скважины вблизи школы №14 г. Якутска



Школа №1 г. Якутска



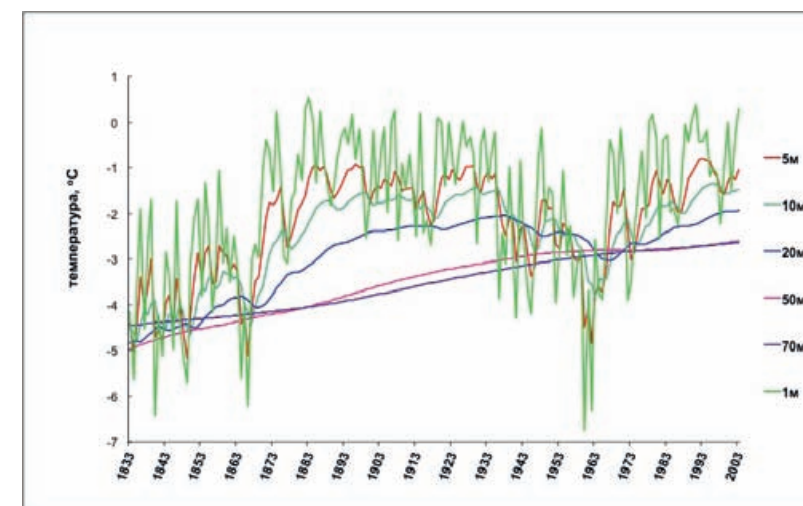
Школа № 14 г. Якутска



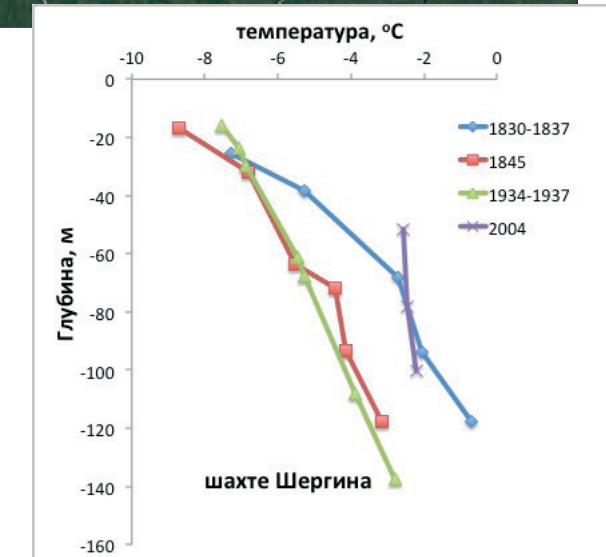
Бурение 3-метровой скважины вблизи летнего лагеря в пригороде Якутска



Школа №2 г. Якутска



Реконструкция температуры мерзлоты на разных глубинах шахты Шергина. Модель составлена Владимиром Романовским



Профиль температуры в шахте Шергина, вырытой в Якутске в 1835 г. 1830-1837 - измерения Шергина; 1845 - измерения Миддендорфа; 1934-1937 - измерения Зацепиных; 2004 - современные измерения



Ленский район, РС(Я)

Ленск, Беченча

Текст: Вадим Кузин
Данные: Сергей Сериков

Район расположен в юго-западной части республики в пределах Приленского плато. Рельеф разнообразный, состоит из переплетений возвышенностей и равнин, покрытых древними лесами.

Основной водной артерией является река Лена с крупными притоками Нюя и Пеледуй.

Административный центр — г. Ленск.

Площадь территории — 77,0 тыс. км².

Численность населения — 37,6 тыс. чел.

Национальный состав: русские — 78%, якуты — 10,2%, эвены — 0,1%, эвенки — 0,1%, другие — 11,6%.

Основу экономики района составляет нефтедобывающая промышленность. Развивается газовая отрасль. В районе также быстрыми темпами развивается лесная и лесоперерабатывающая промышленность. Сельское хозяйство представлено мясомолочным скотоводством, свиноводством, возделываются картофель и другие овощи.



Средняя школа с. Беченча

Мерзлотные условия на берегу р. Лена сложно установить ввиду частых весенних паводков



Лекция по мерзотоведению в школе г. Ленска



Дискуссия по теме мерзотоведения в школе г. Ленска



Лекция по мерзотоведению в школе с. Беченча



Бурение скважины в мерзлоте вблизи г. Ленска



Ученики г. Ленска собирают данные о вечной мерзлоте



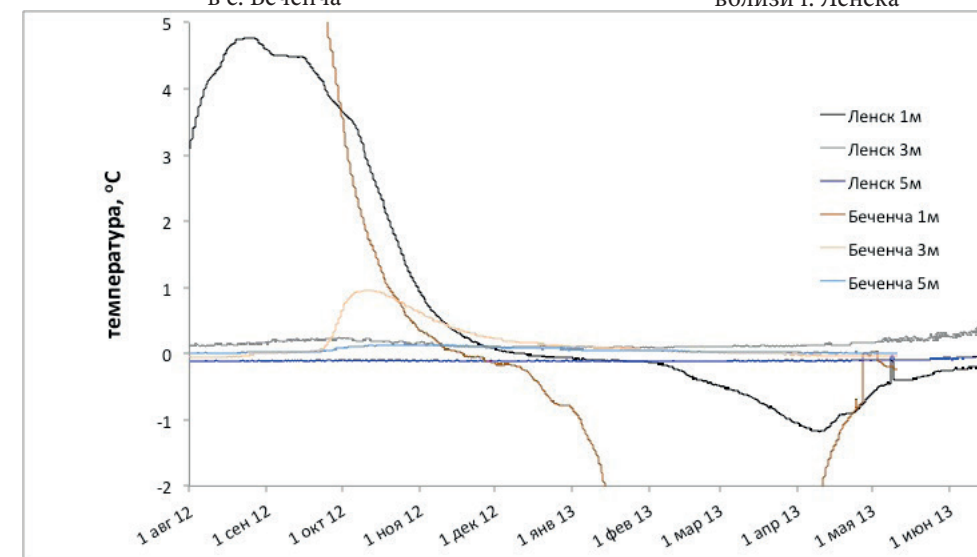
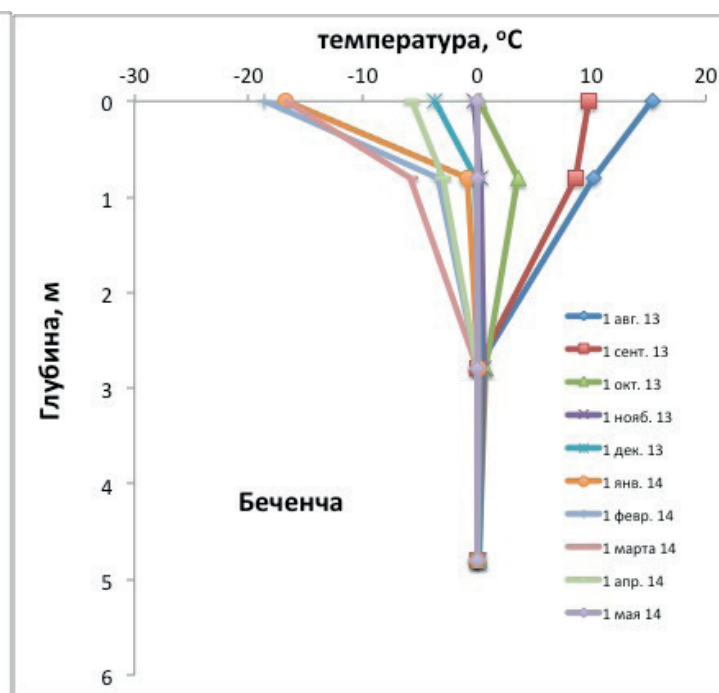
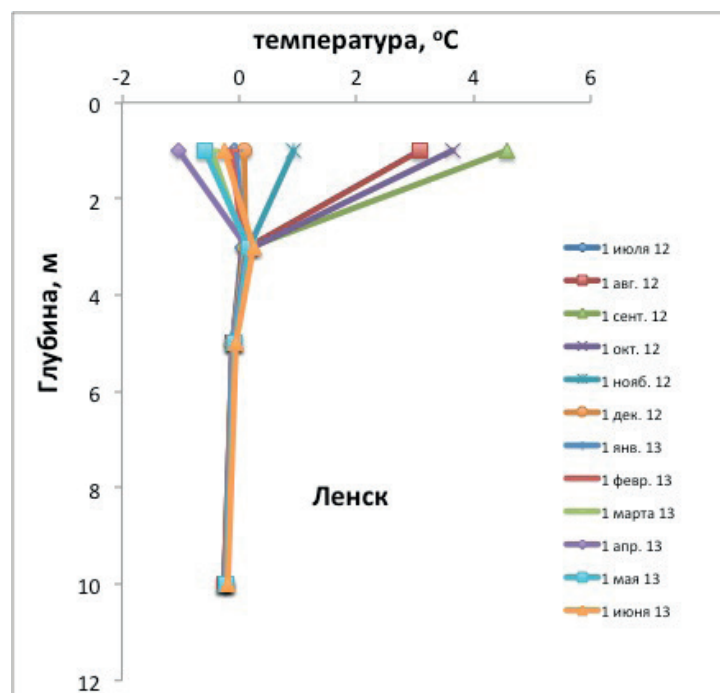
Сбор данных о температуре пород в с. Беченча



Бурение скважины в мерзлоте вблизи г. Ленска



Ученики г. Ленска собирают данные о вечной мерзлоте



Профиль температуры на разных глубинах в Ленске и Беченче. Если посмотреть на графики на глубинах 5 метров, то в Беченче немного теплее, чем в Ленске



Мирнинский, Оленекский, Сунтарский районы, РС(Я) Оленёк, Мирный, Алмазный, Чернышевский, Санга

Координаты: 63,44° с. ш. 112,50° в. д.

Текст: Вадим Кузин
Данные: Сергей Великин, Андрей Малышев



Дамба на Вилюйском водохранилище, состоящая из вечной мерзлоты, которая препятствует фильтрации воды

Сунтарский улус расположен в бассейне реки Вилюй. Рельеф равнинный, с низменностью вдоль речных долин и возвышенностью на севере, где максимальная высота составляет 533 м. Преобладает плоскогорный рельеф. На севере Среднесибирское плоскогорье, на юге — Приленское плато.

В улусе в долине реки Вилюй встречаются единственные в республике соляные источники.

Административный центр — с. Сунтар.
Площадь территории — 57,8 тыс. км²
Численность населения — 25 тыс. чел.
Национальный состав: якуты — 96,7%, русские — 1,5%, эвенки — 0,5%, эвенки — 0,4%, другие — 0,9%.

В 2000 г. здесь был обнаружен новый вид динозавра - ксенокретозуха Колосова (*Xenocretosuchus kolosovi*), по имени ученого П.Н. Колосова, который его обнаружил. Знамениты лечебные грязи озера Мохсоголлох. Здесь находится санаторий-профилакторий им. Г.Е. Чолбодукова АК «АЛРОСА». Также в настоящее время эксплуатируются соляные рассолы («Кемпендяйская соляная компания»), бурые угли («Кемпендяйский угольный разрез»), цеолиты месторождения Хонгуруу (ООО «Сунтарцеолит»), лечебные грязи («Кемпендяйская грязелебница»).

Оленекский улус.
Административный центр — с. Оленёк.
Площадь территории — 318 тыс. км² (самый большой по площади в Якутии).
Численность населения — 4 тыс. чел.
Национальный состав: эвенки — 63,3%, якуты — 30,5%, русские — 3,5%, другие — 2,7%.

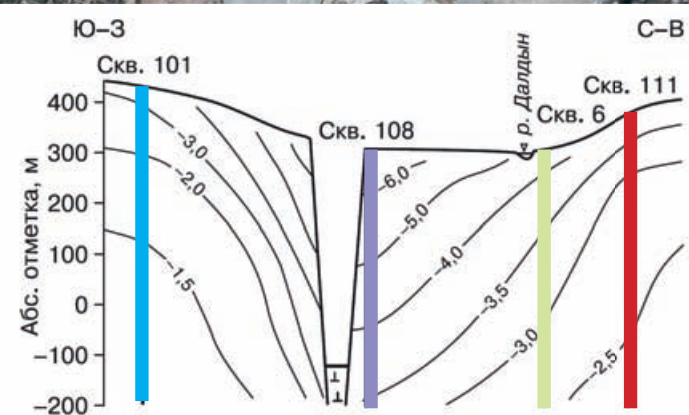
Мирнинский улус.
Административный центр — г. Мирный.
Площадь территории — 165,8 тыс. км².
Численность населения — 72,2 тыс. чел.
Национальный состав: русские — 68,7%, украинцы — 9,8%, якуты — 6,7%, татары — 3,2%, буряты — 1,9%, мордва — 1,3%, другие — 8,4%.

В 1955 г. была открыта первая алмазная трубка. В 1957 г. в г. Мирном началась добыча алмазов открытым способом. Карьер «Юбилейный» — самый крупный карьер в мире. Его площадь составляет 59 га. Самым глубоким карьером в мире является карьер «Удачный» (640 м).

Ведущее место в экономике района занимает алмазодобывающая промышленность (99% от общего объема промышленного производства). Добычей, обработкой и реализацией алмазов занимается крупнейший производитель алмазов — Акционерная компания «АЛРОСА». На ее долю приходится 25% мировой и 99% российской алмазодобычи, что составляет 30 млн каратов в год. В районе 8 крестьянских хозяйств и птицеферма подсобного хозяйства АК «АЛРОСА», насчитывающая более 70 тыс. кур. В год производится около 13 млн яиц.



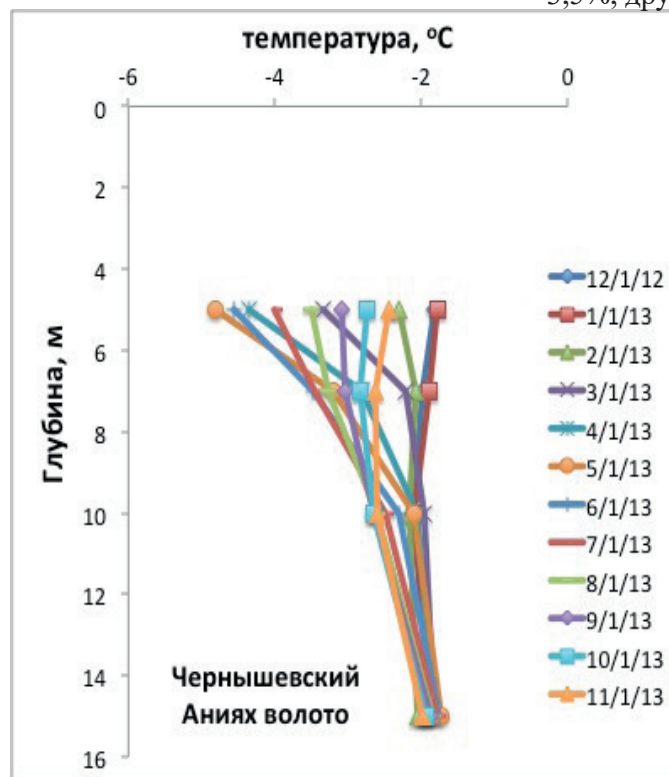
Крупнейший карьер по добыче алмазов вблизи г. Мирного



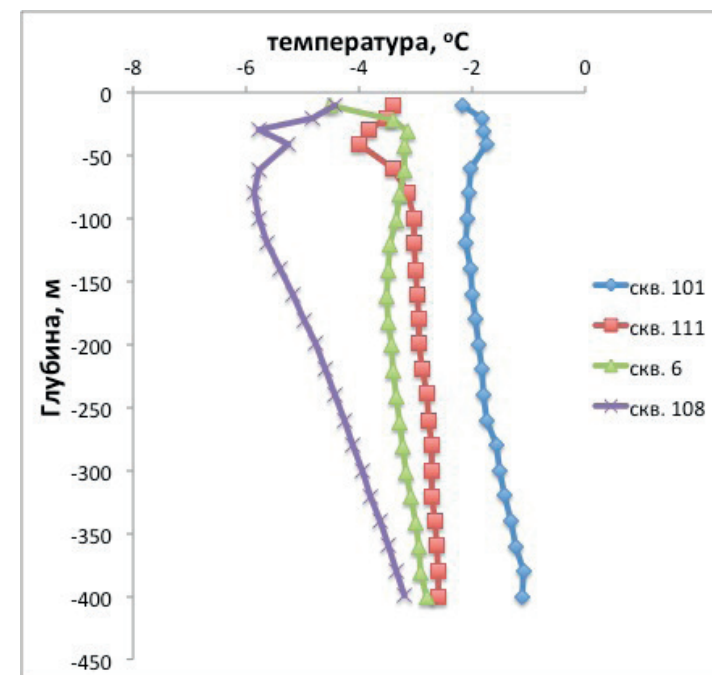
Схематический геотермический разрез



Посёлок Удачный насчитывает 12000 жителей (2010 г.) и был основан для размещения горнорабочих. Карьер «Удачный» принадлежит компании «АЛРОСА», на долю которой приходится 97% алмазов в России и 25% всех алмазов в мире (данные за 2005 г.). Алмазы были обнаружены здесь в 1955 г., а их добыча началась в 1967 г.



Чернышевский
Аниях волово



Источник: Дроздов А.В., Шубин Г.В., Кирюшин Д.И. Изменение температурных полей в криолитозоне при отработке алмазных месторождений западной Якутии открытым способом (на примере трубки Удачной) // Криосфера Земли, 2007. Т. XI. - № 4. - С. 3-14.



Лекция по мерзлотоведению в пос. Чернышевский



Момский район, РС(Я) Хонуу, Сасыр

Координаты: 65.16° с. ш. 147.11° в. д.

Текст: Вадим Кузин
Данные: Сергей Сериков

Территория района расположена в пределах горной системы Черского и Момо-Селенняхской впадины, характеризуется сильно расчлененным горным рельефом. Хребет Черского — самый высокий и длинный хребет не только Якутии, но и всей Восточной Сибири.

Административный центр — с. Хонуу.

Площадь территории — 104,6 тыс. км².

Численность населения — 4,1 тыс. чел.

Национальный состав: якуты — 70,0%, эвенки — 16,6%, русские — 9,1%, эвенки — 0,9%, украинцы — 0,8%, другие — 2,6%.

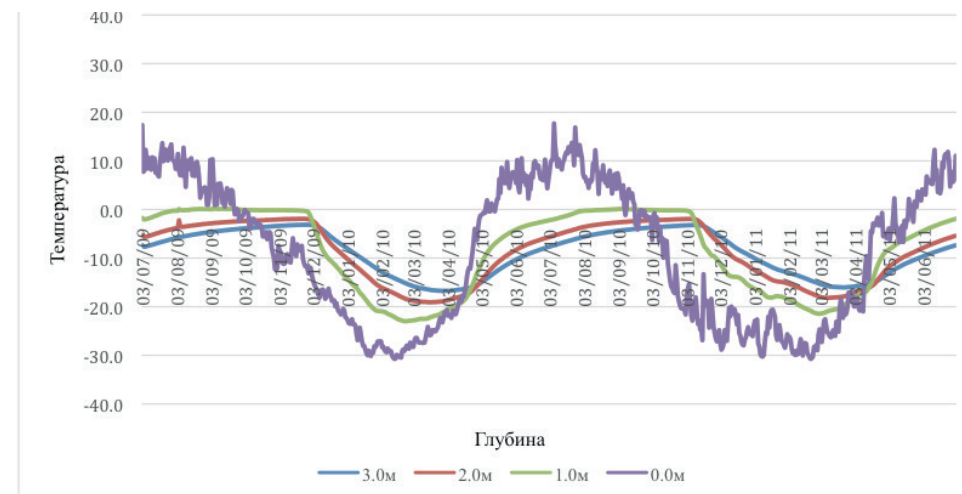
На р. Индигирке находился легендарный город Зашиверск, переживший свои необычайные взлет и падение, единственный вымерший город в Восточной Сибири. Он был основан в 1639 г. и просуществовал около 250 лет, пока эпидемия черной оспы почти полностью не уничтожила его население.

В среднем течении реки Момы расположена крупнейшая наледь мира — Улахан Тарын, представляющая собой необычный природный феномен. Даже в самые суровые якутские зимы ее поверхность, тянущаяся в виде гигантского языка вниз по реке Моме, покрыта водой.

Своей природной красотой выделяется гора Юрюнг Таастаах, состоящая из лучшего в мире мрамора. Она расположена на правом берегу реки Тирехтях в осевой части хребта Улахан-Чистай. Здесь находится месторождение уникального мрамора «Солнечное».

Ведущее место в экономике района занимает сельское хозяйство. Главная его отрасль — оленеводство. Развиты также животноводство, пушной промысел.

С 1994 г. ведется добыча золота с участием местного населения.



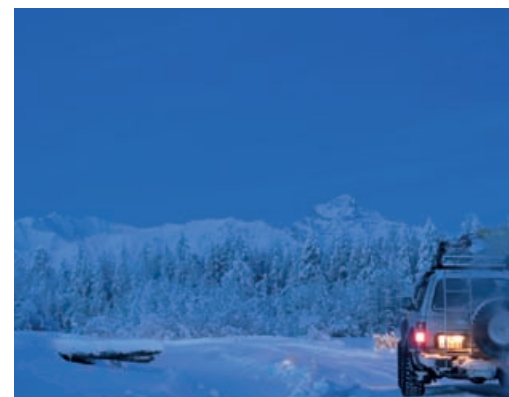
Изменение температуры пород на участке Хонуу



Въезд на зимник до пос. Черский



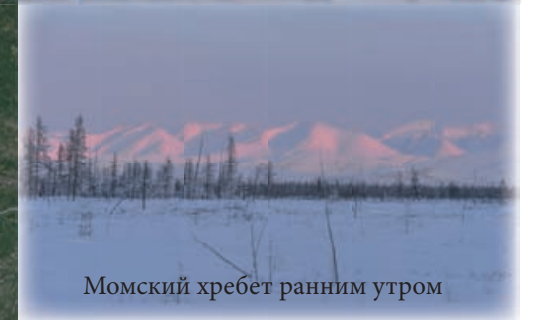
Обнажение ледяных жил и льдистых отложений вблизи трассы Якутск - Магадан



Высшая точка Республики Саха - г. Победа (3003 м)



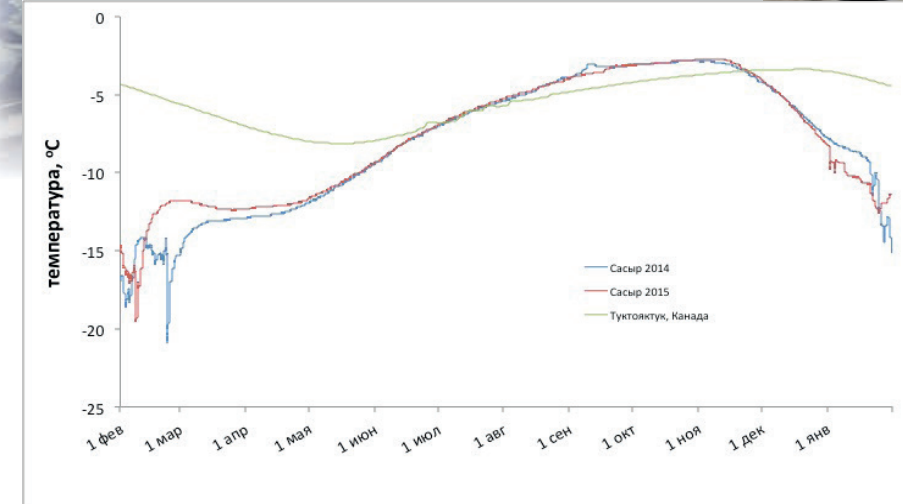
Наледный бугор, образовавшийся из-за перемерзания русла реки
ДЕКАБРЬ 2020 г.



Момский хребет ранним утром



Ледник эвенков в пос. Сасыр. На правом рисунке виден чёрный шланг, ведущий наружу, чтобы охладить пространство ледника.



Годовой ход температуры в леднике пос. Сасыр



Намский, Горный районы, РС(Я)

Намцы, Модут, Бердигестях

Текст: Вадим Кузин

Намский улус расположен в пределах одной из трех великих долин реки Лены — Энциэли. Рельеф равнинный, но его отдельные элементы разнородны: одни представляют речные террасы, другие — аллювиальные равнины, третьи имеют денудационное происхождение.

Административный центр — с. Намцы.

Площадь территории — 11,9 тыс. км².

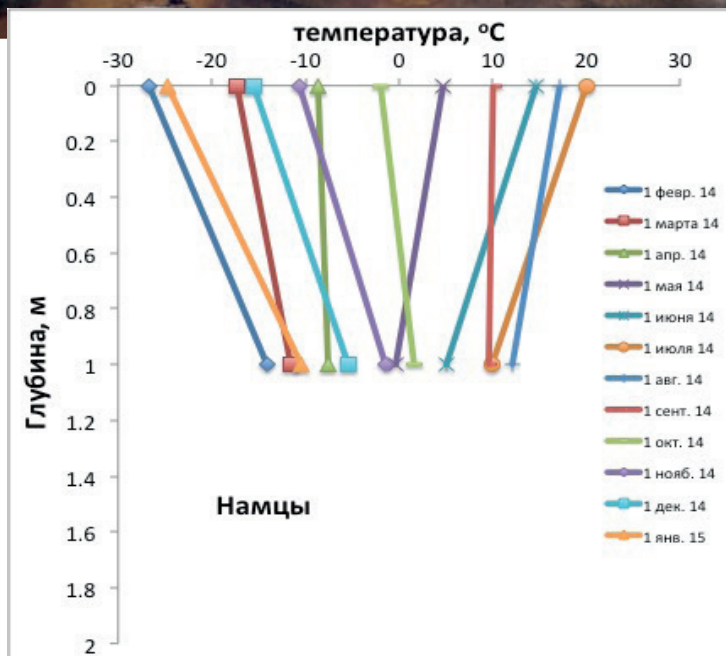
Численность населения — 24,2 тыс. чел.

Национальный состав: якуты — 94,2%, русские — 3,3%, эвены — 0,9%, эвенки — 0,8%, другие — 0,8%.

В настоящее время Намский улус — один из крупных сельскохозяйственных районов республики. Ведущее место в экономике улуса занимает агропромышленный комплекс. Производством сельскохозяйственной продукции занимаются ОАО «Нам», СХПК «Эрэл», ООО «Тунал», ООО «Эт-Ас», СХПК «Түбэ», СХПК «Үүнэр», СХПК «Туймаада-Нам», СХПК «Кымысчыт», 2 племенных коневодческих хозяйства: СХПК «Кэскил», СПКК «Борохой». С 2000 г. в улусе восстанавливают якутскую породу скота.

Намский улус регулярно испытывает подтопления р. Лены из-за весеннего паводка. Поэтому на речной пойме деятельный слой очень глубокий.

Несколько булгунняхов (бугров пучения) в центре аласа (днища спущеного озера).



Вид на с. Магарас с самолёта



Декабрь 2020 г.



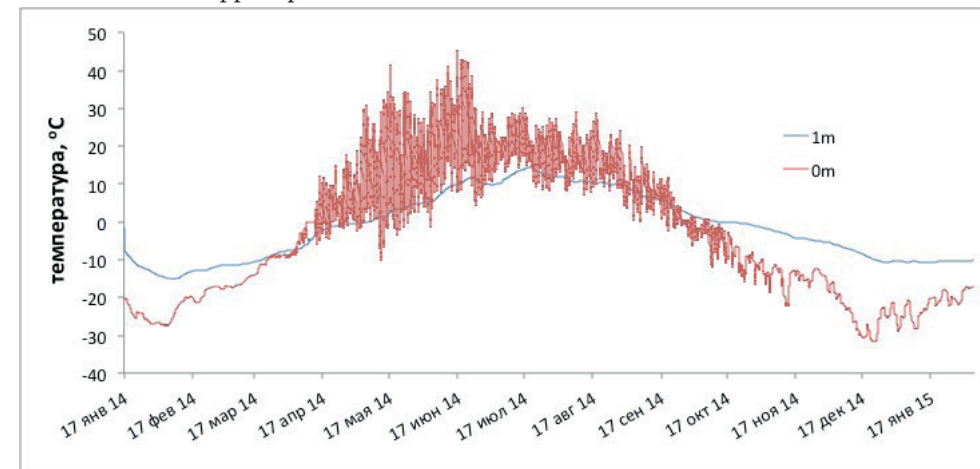
Урок по мерзлотведению в школе с. Модут



Урок по мерзлотведению в гимназии с. Намцы



Измерение температуры мерзлоты на территории гимназии с. Намцы



Годовой ход температуры почвы в скважине на территории гимназии с. Намцы. Школа расположена на пойме реки Лены

Большую часть территории Горного улуса занимает Приленское плато (низкое плоскогорье, средняя высота 400—500 м), северную — Центрально-Якутская равнина. Рельеф водоразделов пологохолмистый и пологоволнистый, понижения заняты заболоченными или озерными впадинами.

Административный центр — с. Бердигестях.

Площадь территории — 45,6 тыс. км².

Численность населения — 11,9 тыс. чел.

Национальный состав: якуты — 95,0%, русские — 1,8%, эвенки — 1,0%, эвены — 0,5%, другие — 1,7%.

Главная достопримечательность улуса — национальный природный парк «Сиинэ». Природа парка весьма живописна, животный и растительный мир богат и разнообразен.

В улусе располагаются и живописные скалы Синских столбов. Они не столь высоки, как Ленские, однако по красоте и величию несколько не уступают знаменитым Ленским столбам.

Основу экономики улуса составляет сельское хозяйство. Главные его отрасли — животноводство (скотоводство, табунное коневодство) и звероводство. Развиты также оленеводство, пушной промысел и земледелие (огородничество). С 1994 г. в улусе разводят якутскую породу скота.

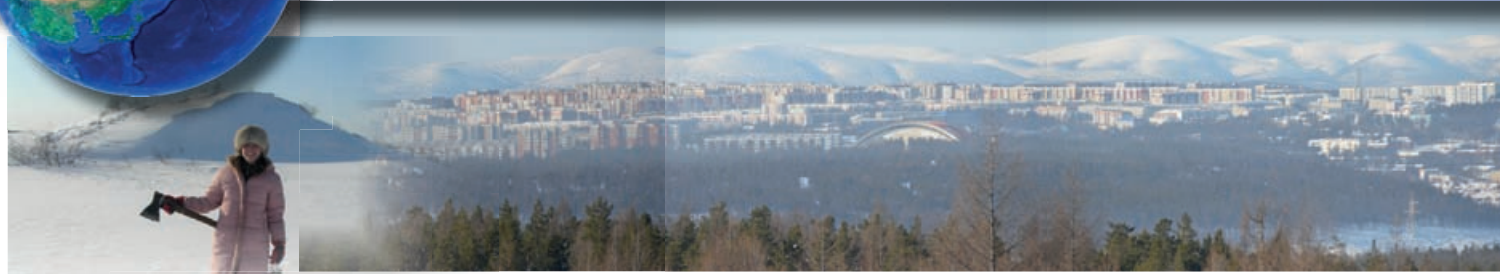


Нерюнгринский район, РС(Я)

Нерюнгри, Иенгра, Золотинка, Хатыми, Чульман, Беркакит, Серебряный Бор

Координаты: 56,23° с. ш. 124,85° в. д.

Текст: Юлия Станиловская
Фото: Юлия Станиловская
Данные: Андрей Мельников

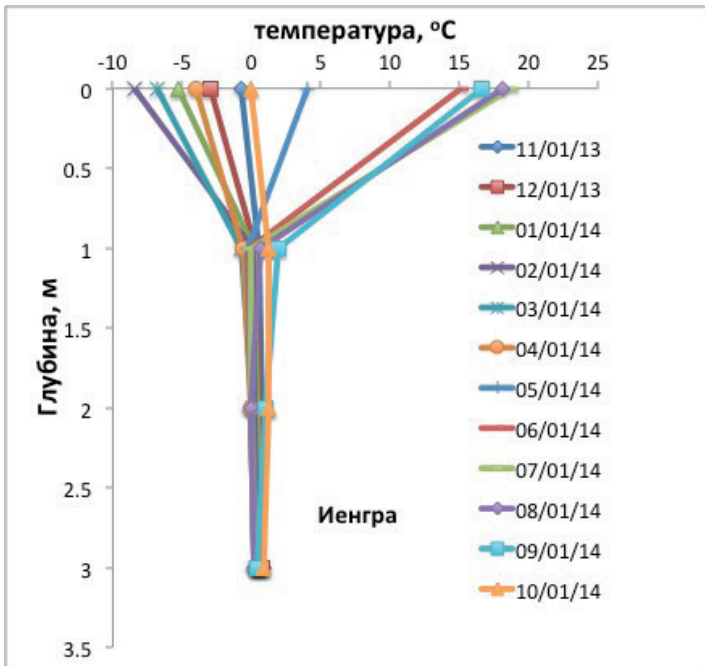


Горячие источники Нахот, являющиеся одними из самых известных в Якутии

Нерюнгри расположен в пределах Чульманского плато (800-850 м). Климат района резко континентальный с суровой и продолжительной зимой и коротким прохладным летом. Среднегодовая температура воздуха в пос. Чульман составляет -7°C с январской $-30,4^{\circ}\text{C}$ и июльской $16,1^{\circ}\text{C}$. Из-за температурной инверсии температура воздуха в долинах зимой ниже, чем на водоразделах. Понижение происходит до 2°C на 100 м.

Многолетнемерзлые породы имеют прерывистое по площади и сплошное (неслоистое) по вертикали распространение. Среднегодовые температуры мерзлоты изменяются от 0 до -6°C . В районе встречаются практически все криогенные процессы и явления: наледи (до 6 м высотой и 3 км длиной), курумы, подземные льды, бугры пучения, оползни, карсты.

В школах обучаются русские, якуты и эвенки.



40 Мерзлота в наше время



Точка мониторинга деятельного слоя в г. Нерюнгри



Бурение мониторинговой скважины в пос. Беркакит



Бурение мониторинговой скважины в пос. Серебряный Бор



Общее фото перед школой пос. Хатыми



Лекция по мерзлотоведению в гимназии №1 г. Нерюнгри



Измерение глубины деятельного слоя в пос. Хатыми



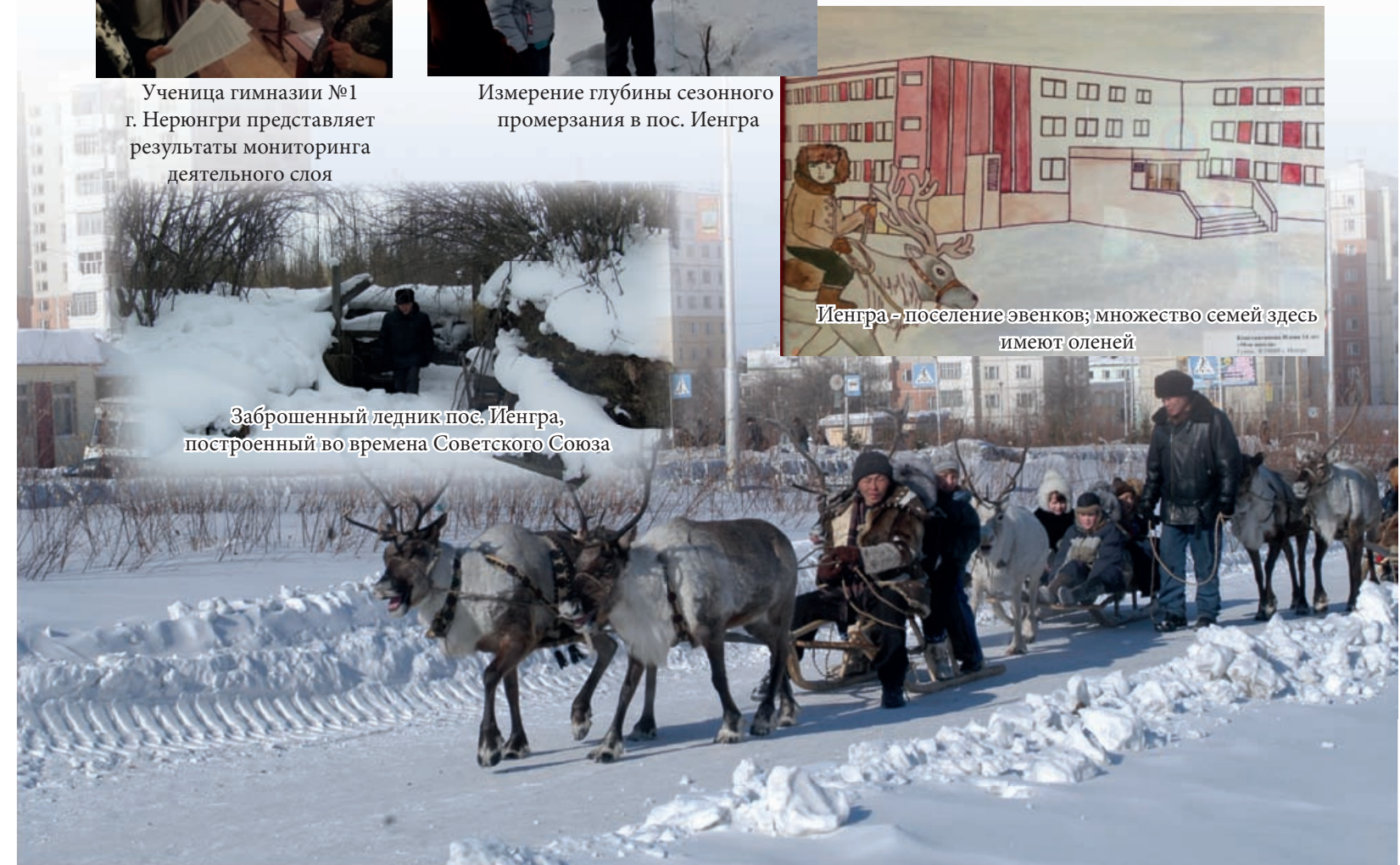
Ученица гимназии №1 г. Нерюнгри представляет результаты мониторинга деятельного слоя



Измерение глубины сезонного промерзания в пос. Иенгра



Иенгра - поселение эвенков; множество семей здесь имеют оленей



Заброшенный ледник пос. Иенгра, построенный во времена Советского Союза

Вечная мерзлота и добыча полезных ископаемых в Якутии

Текст: Юлия Станиловская

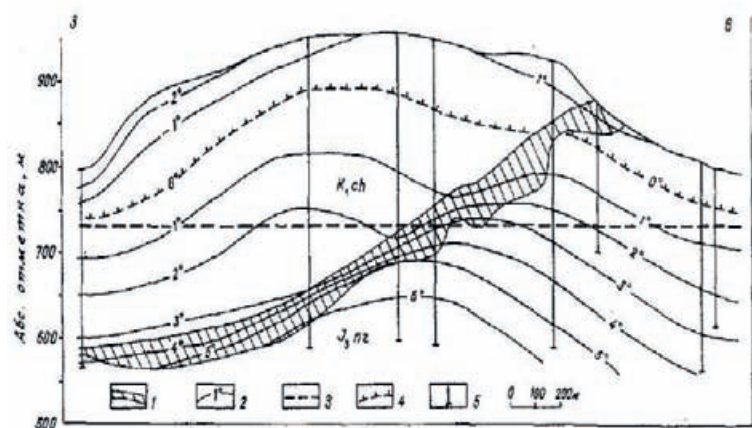


Угольный карьер вблизи Нерюнгри - самый крупный в Якутии

Нерюнгринское каменноугольное месторождение залегает в талых породах и обрабатывается открытым способом (карьером). Мерзлота занимает 80% площади Нерюнгринского угольного разреза (НУР) мощностью 15-150 м. Мощный угольный пласт экранирует тепловой поток из недр, создает благоприятные условия для многолетнего промерзания пород центральных частей синклинали структуры. Наоборот, на крыльях структуры и в эрозионном врезе, где угольный пласт выходит на поверхность, отмечается сокращение мощности мерзлоты, достигающее 30%. Это связано с резким увеличением геотермического градиента в угольном пласте до 10-14° на 100 м



Наледь на разрезе

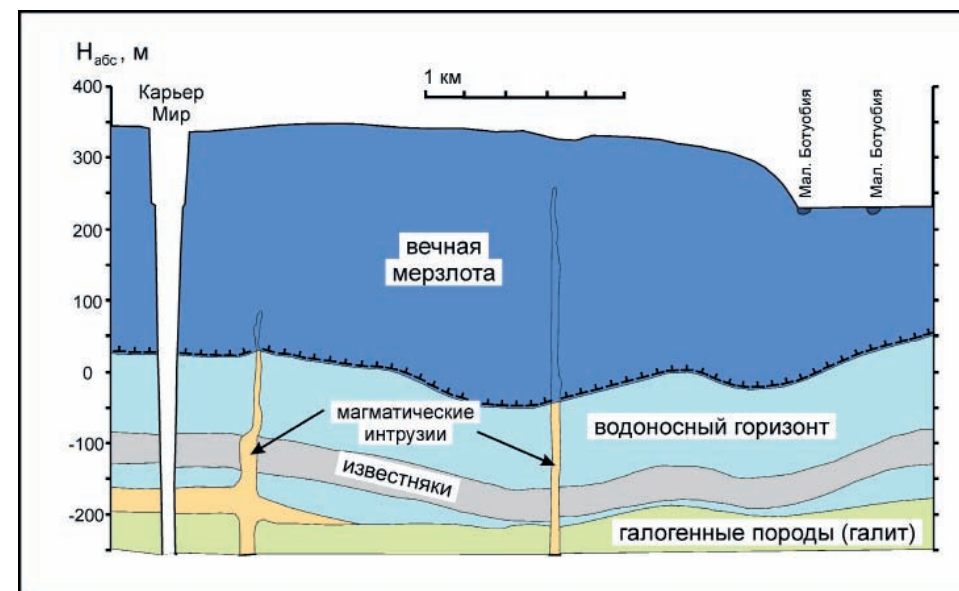


Схематический геотермический разрез Нерюнгринского угольного месторождения:
1 - угольный пласт «Мощный»; 2 - изотермы, °С; 3 - кровля водоносного горизонта; 4 - подошва толщи многолетнемерзлых пород; 5 - геотермические скважины.

Источник: Девяткин Б.Н., Гаврильев Р.И., Номинханов В.В. Геотермические условия Нерюнгринского угольного месторождения // Природные условия осваиваемых регионов Сибири. Якутск: АН СССР СО, 1987. С.134-138.



Крупнейший карьер по добыче алмазов вблизи г. Мирный. Ниже слоя мерзлоты (350-450 м) находится подмерзлотный водоносный горизонт, через который вода просачивается на дно карьера (показано стрелкой справа)

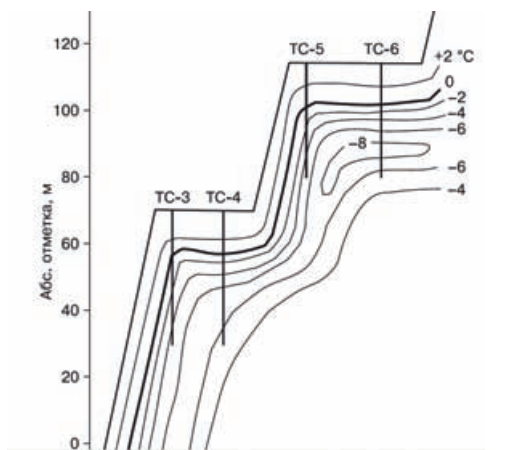


Распространение мерзлоты вблизи карьера «Мир». Толщина мёрзлых пород здесь достигает 350 м.

Источник (рисунок изменён): Дроздов А. В. Структурно-тектонические критерии оценки приёмистости массивов для захоронения сточных вод алмазодобывающих предприятий в криолитозоне Западной Якутии // Криосфера Земли. 2006. - Т. X. - №2. - С. 27-45.

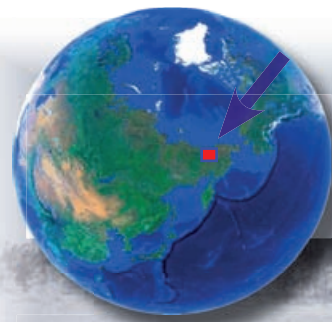


Трубка «Удачная» начала разрабатываться открытым способом. Глубина карьера достигает 630 м, что делает его одним из самых глубоких в мире. Добыча открытым способом закончилась в первой половине 2015 г., и теперь разработка алмазоносных пород происходит при помощи шахт



Геотермический разрез через месторождение трубки Удачная

Источник: Дроздов А.В., Шубин Г.В., Кирушин Д.И. Изменение температурных полей в криолитозоне при отработке алмазных месторождений Западной Якутии открытым способом (на примере трубки «Удачная»), // Криосфера Земли, 2007. - Т. XI. - № 4, С. 3-14.



Нижнеколымский район, РС(Я) Черский, Андрюшкино

Координаты: 68,79° с. ш. 161,34° в. д.

Текст: Вадим Кузин
Фото, данные: Егор Макаров, Александр Холодов

Нижнеколымский район расположен на северо-востоке республики, в низовьях северной красавицы Колымы. В состав района входит архипелаг Медвежьих островов.

Административный центр — п. Черский.

Площадь территории — 87,1 тыс. км².

Численность населения — 4,4 тыс. чел.

Национальный состав: русские — 48,4%, якуты — 18,7%, эвены — 8,6%, чукчи — 7,8%, юкагиры — 5,2%, украинцы — 4,8%, другие — 6,5%.

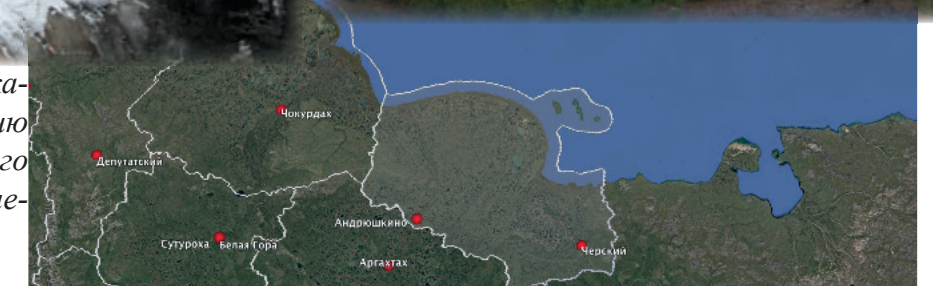
На территории района расположены самые крупные озера Якутии — Нерпичье (350 км²), Большое Морское (205 км²) и Чукоцье (120 км²). Два последних озера объявлены уникальными.

Геолого-палеонтологическим памятником природы является «Дуваный Яр» на склоне берега реки Колымы. Находится в 40 км ниже по течению от с. Колымское. Здесь в толще рыхлых отложений содержится огромное количество костных останков мамонтовой фауны.

В районе в 1970 г. была запущена в эксплуатацию первая в стране передвижная (плавучая) газотурбинная электростанция «Северное сияние». Поселок Черский снабжается электроэнергией от Билибинской атомной электростанции Чукотского АО. С 1962 г. работает Зеленомысский морской порт, аэропорт п. Черский принимает большегрузные самолеты. Ведущее место в экономике района занимает оленеводство, развиты рыбный и пушной промыслы.



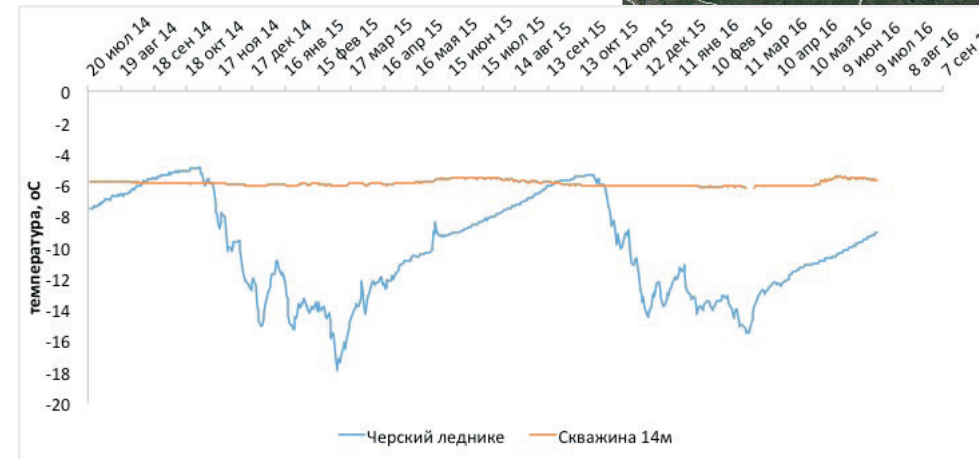
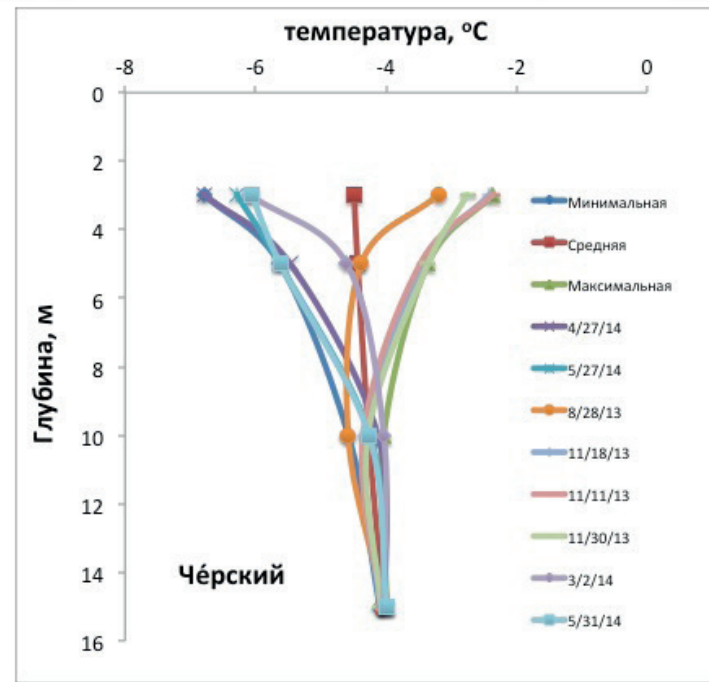
Ледник в пос. Андрюшкино. Юкагиры также используют вентиляцию холодным воздухом для эффективного охлаждения. Сзади человека видна небольшая вентиляционная труба



Точка мониторинга вечной мерзлоты в пос. Черский



ДЕКАБРЬ 2020 г.

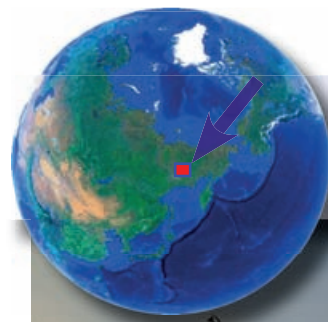


Изменение температуры в леднике и в скважине на глубине 14 м. Оба объекта расположены рядом, при этом глубина ледника тоже 14 м. Можно увидеть, что в конце лета температуры практически одинаковые, в то время как остальную часть года температура в леднике намного ниже.



Фотография 14-метровой температурной скважины около ледника (справа), график температуры которой показан выше





Оймяконский район, РС(Я)

Усть-Нера, Томтор, Оймякон

Координаты: 63,46° с. ш. 142,79° в. д.

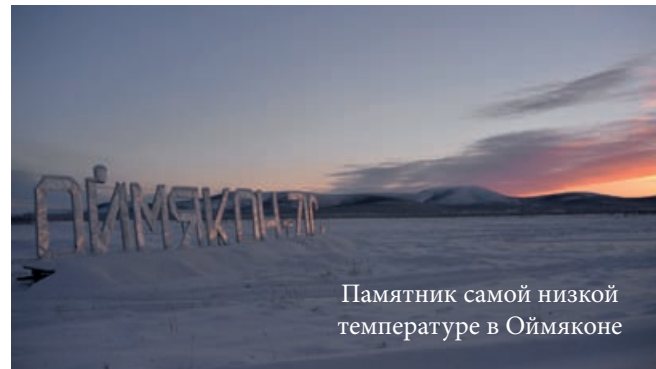
Текст: Вадим Кузин
Фото, данные: Сергей Сериков



Памятник в честь самой низкой температуры в Северном полушарии, зафиксированной в 1924 г. Температура составляла -71,2 °С



Хребет Сунтар-Хаята с наивысшей точкой - г. Мус-Хая (2959 м)



Памятник самой низкой температуре в Оймяконе

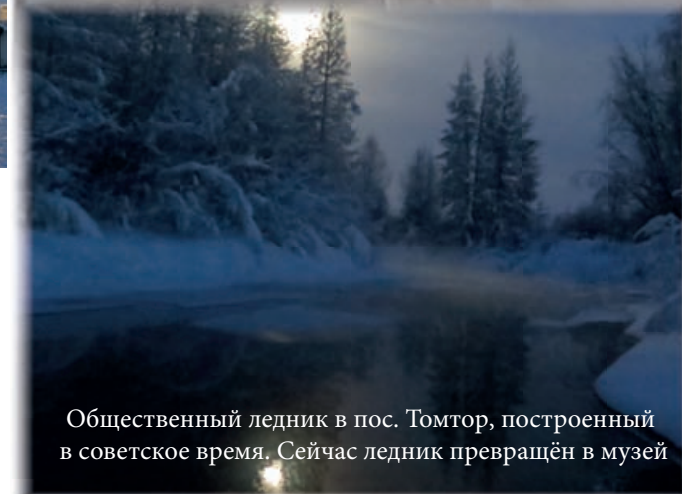


Школа в пос. Оймякон

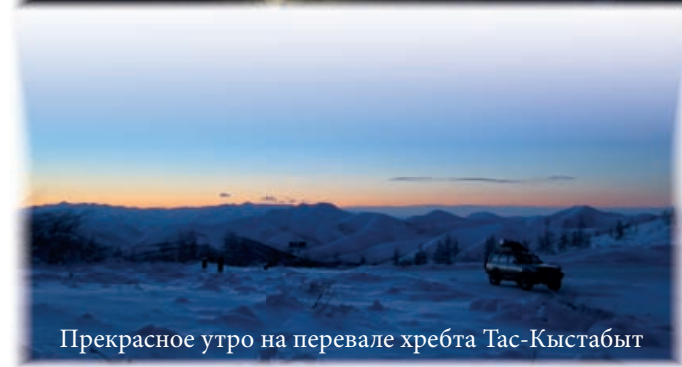
Школа пос. Томтор



Незамерзающая река вблизи пос. Томтор



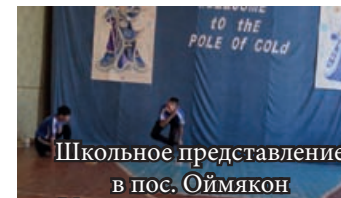
Общественный ледник в пос. Томтор, построенный в советское время. Сейчас ледник превращён в музей



Прекрасное утро на перевале хребта Тас-Кыстабыт



Танец учеников пос. Томтор.



Школьное представление в пос. Оймякон



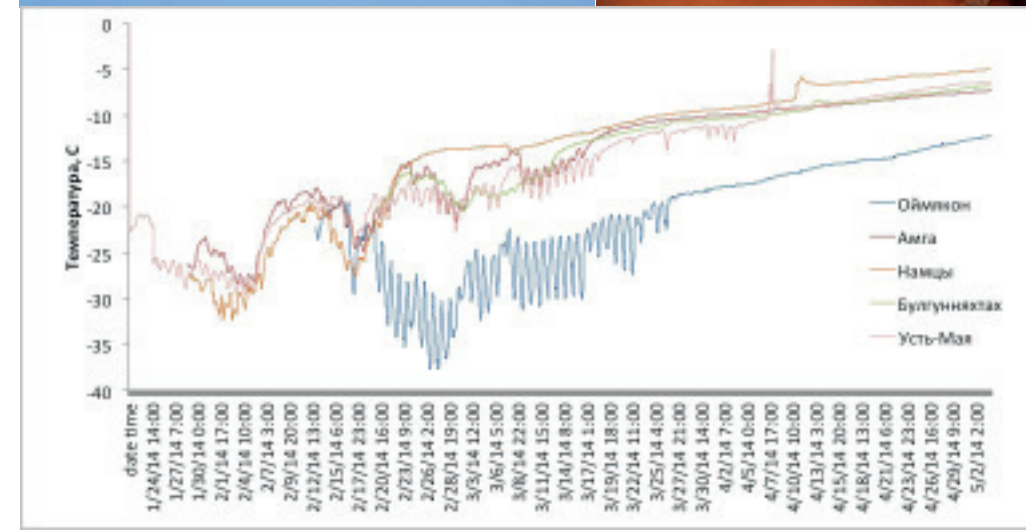
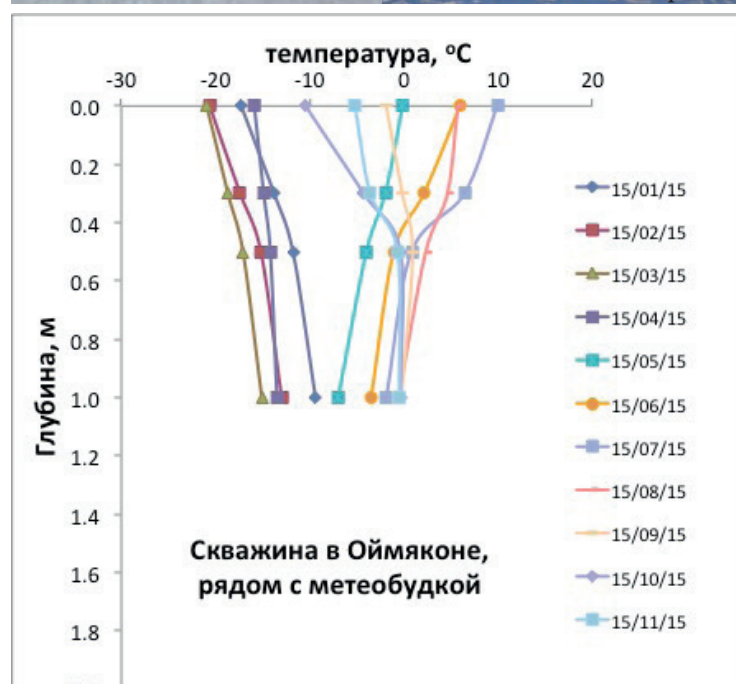
Улус расположен на востоке республики в бассейне реки Индигирки. Здесь находятся самые знаменитые и величавые горные хребты Якутии: Черского, Сунтар-Хайата, Сэттэ-Дабаан, Таас-Кыстабыт. Озеро Лабынкыр — самое крупное озеро в улусе, известно существованием легендарного озёрного чудовища. По средней температуре января улус считается самым холодным местом Северного полушария. Административный центр — п. Усть-Нера. Площадь территории — 92,3 тыс. км². Численность населения — 9 тыс. чел. Национальный состав: русские — 56,8%, якуты — 22,8%, украинцы — 10,2%, эвены — 2,8%, татары — 1,2%, белорусы — 1,0%, другие — 5,2%. Основу экономики улуса составляет промышленность: золотодобыча, лесозаготовка, лесопереработка, производство строительных материалов и товаров народного потребления. В улусе 38 крестьянских хозяйств: 2408 голов крупного рогатого скота, в т.ч. 1026 коров, а также 3447 лошадей и 14787 оленей (на 2012 г.).



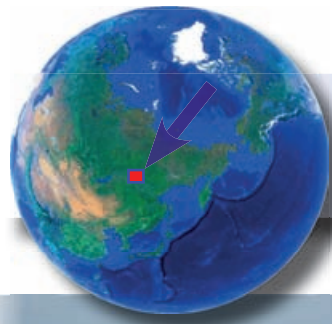
100-летний заброшенный ледник в пос. Оймякон



Лекция по мерзлотведению в школе пос. Оймякон



Изменение температуры в ледниках различных посёлков Центральной Якутии. Температура в леднике Оймякона немного ниже, чем в других



Олекминский район, РС(Я)

Олёкминск

г. Олёкминск

Олёкминский район расположен на юго-западе Якутии. По своей площади (161 тыс. кв.км) входит в пятерку крупнейших районов Республики Саха (Якутия). В Олекминском районе проживает 25,6 тыс. человек (2014). Плотность населения 0,16 чел/км², что почти в 2 раза ниже средней по Якутии на одного жителя.

Город Олекминск основан в 1635 году казаками сотника Бекетова. Город расположен на левом берегу р. Лена. Расстояние до г. Якутска составляет 530 км. Олекминск входит в десятку старинных малых городов Сибири и имеет богатое историческое прошлое. В городе расположены речная пристань и аэропорт. Сохранились здания, построенные в конце XIX века.

В Олекминске 5 дошкольных и 6 общеобразовательных учреждений. Центры дополнительного образования включают музыкальную, спортивную школы и т.д.

Северная часть территории Олёкминского района сложена, в основном, осадочными породами: песками, супесями, глинами, суглинками и др. Южная часть нагорья сложена магматическими и метаморфическими горными породами.

По абсолютной высоте территория улуса разделяется на две части: северную и центральную равнинную и южную – горную. В северной, левобережной части реки Лены расположено Приленское плато, высоты которого изменяются в пределах от 300 до 500 м. Южнее, в центральной части, высоты поднимаются до 800 м. Юго-восточную границу района представляет собой Становой хребет, где существуют ледники и снежники, сияющие первозданной белизной даже в жаркие летние месяцы.

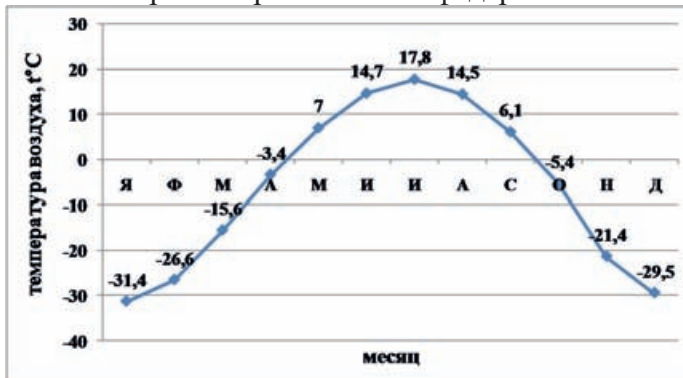
Город Олёкминск в конце XIX – начале XX века (фото из фондов Музея землеведения Олекминского района)



Олекминский район расположен в области резко континентального климата. Средняя многолетняя годовая температура -6,1°С. Лето тёплое (средняя температура июля +17,8°С), зима холодная (средняя температура января -31,4°С). Амплитуда летних и зимних температур достигает 97°С. За год выпадает в среднем 316 мм осадков, максимум которых приходится на летний период. Более 200 дней в году лежит снег.

Территория района расположена в области вечной мерзлоты. Мощность многолетнемерзлых горных пород составляет примерно 100-300 м, распространение мерзлоты не сплошное, а прерывистое.

На юге района расположен федеральный заповедник «Олекминский» - первый и единственный лес-



Годовой ход температуры воздуха в районе г. Олёкминска



Заповедник «Олекминский», писаница Крестях
ДЕКАБРЬ 2020 г.

ной заповедник Якутии, созданный в 1984 г. Хотя его территория занимает всего около 5% территории района, в нем представлены все ландшафты не только Олекминского района, но и Южной Якутии. В заповеднике обитает много редких и исчезающих видов растений и животных.



Летняя экспедиция школьников с. Джикимда



Школьники летнего лагеря с. Джикимда проводят исследования



Ледоход на р. Лене



Заповедник «Олекминский». Наледь на реке Тарын



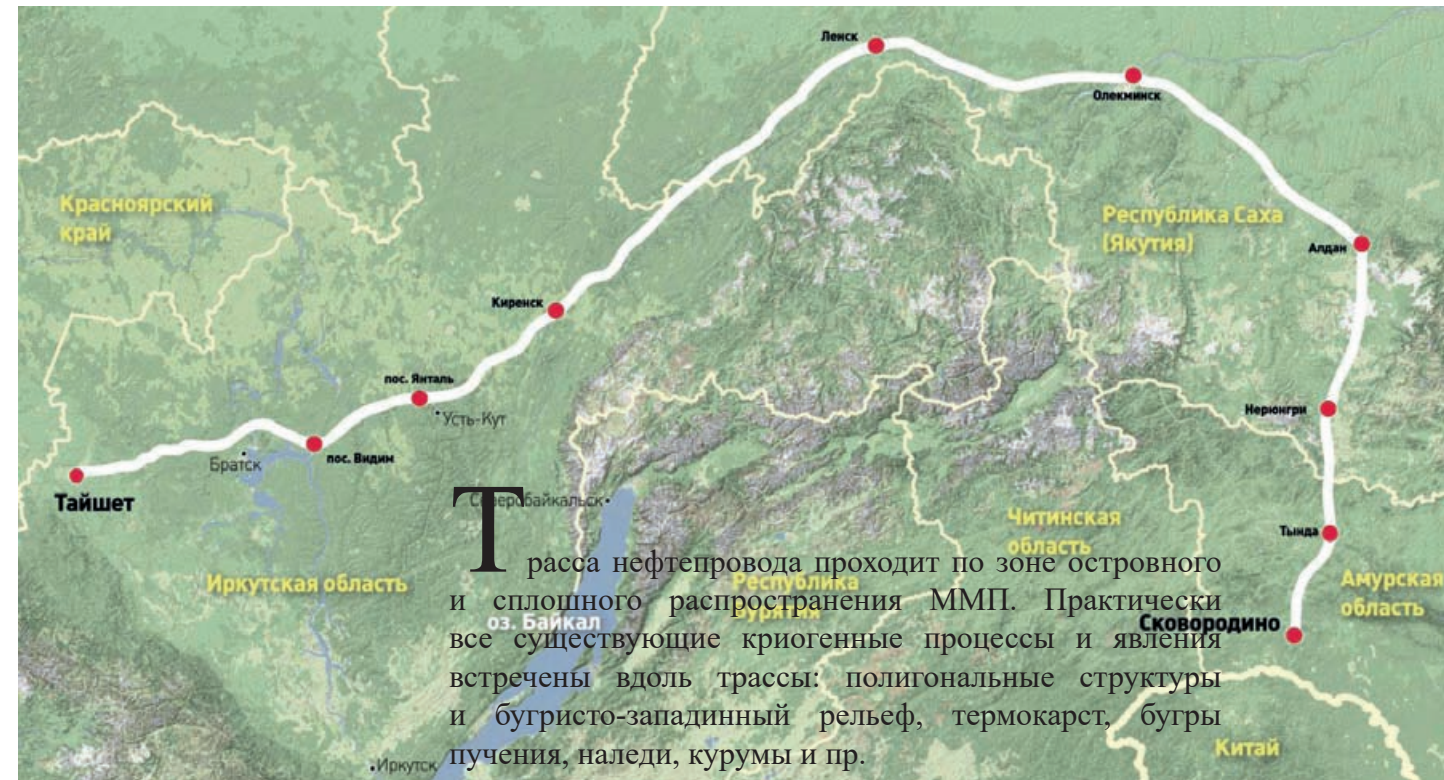
Вид на р. Тарын с самолёта (заповедник «Олёкминский»)

Нефтепровод Восточная Сибирь – Тихий Океан 1 (ВСТО-1)

Юлия Станиловская

Трубопровод ВСТО-1 построен в 2009 году для транспортировки нефти из Западной Сибири на российский Дальний Восток и в Китай. ВСТО-1 является самым длинным в мире, нефтепроводом на вечной мерзлоте, протяженностью около 3000 км, от Тайшета до Сковородино. Поэтому трасса пересекает множество природных условий, в том числе с запада на восток Приангарское, Лено-Ангарское и Приленское плато, Алданское нагорье с Приалданским плато, Чульманскую впадину, Становой хребет и Олекмо-Гилуёвское плоскогорье. Абсолютные высоты трассы изменяются от 400 м до 2300 м. Климат магистрали резко континентальный с длительной, малоснежной и очень холодной зимой. Средняя годовая температура воздуха на протяжении всей трассы изменяется в пределах от 0° до -7,6°С. Зимой характерны устойчивые температурные инверсии, что связано с застаиванием холодного тяжелого воздуха в долинах.

Бугристо-западинный рельеф рядом с Олекминском



Курумные поля на Алдане



Наледь, пересекающая нефтепровод



Нефтеперекачивающая станция вблизи Олёкминска



Бугристо-западинный рельеф



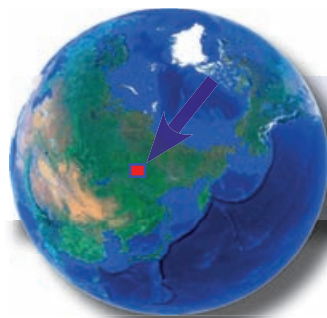
Полигональные структуры рядом с Олекминском



50 Мерзлота в наше время



ДЕКАБРЬ 2020 г.



Нюрбинский, Верхневилуйский, Вилуйский районы, РС(Я) Нюрба, Верхневилуйск, Вилуйск

Координаты: 63,29° с. ш. 118,35° в. д.

Текст: Вадим Кузин
Данные: Михаил Железняк

Нюрбинский улус.

Расположен на Среднем Вилюе в пределах обширной Центрально-Якутской равнины. На территории района равнина подразделяется на эрозионно-денудационный, древнеаллювиальный, эрозионно-аккумулятивный и озерно-болотный типы.

Административный центр — г. Нюрба.

Площадь территории — 52,4 тыс. км².

Численность населения — 24,3 тыс. чел.

Национальный состав: якуты — 92,2%, русские — 5,7%, украинцы — 0,5%, эвенки — 0,2%, эвены — 0,2%, другие — 1,2%.

Ведущее место в экономике района занимают промышленность (добыча и переработка алмазов) и сельское хозяйство. Доля прибыльных предприятий от общего количества предприятий в районе составляет около 70%.

Верхневилуйский улус.

Расположен на западе республики на территории бассейна реки Вилуй. Сильно вытянут с севера на юг, но почти все населенные пункты находятся в центральной его части. Рельеф равнинный, лишь на севере и юге имеются небольшие возвышенности, достигающие в среднем 200—270 м. Самая наивысшая точка находится в 550 м над уровнем моря в пределах Приленского плато.

Административный центр — с. Верхневилуйск.

Площадь территории — 42,0 тыс. км².

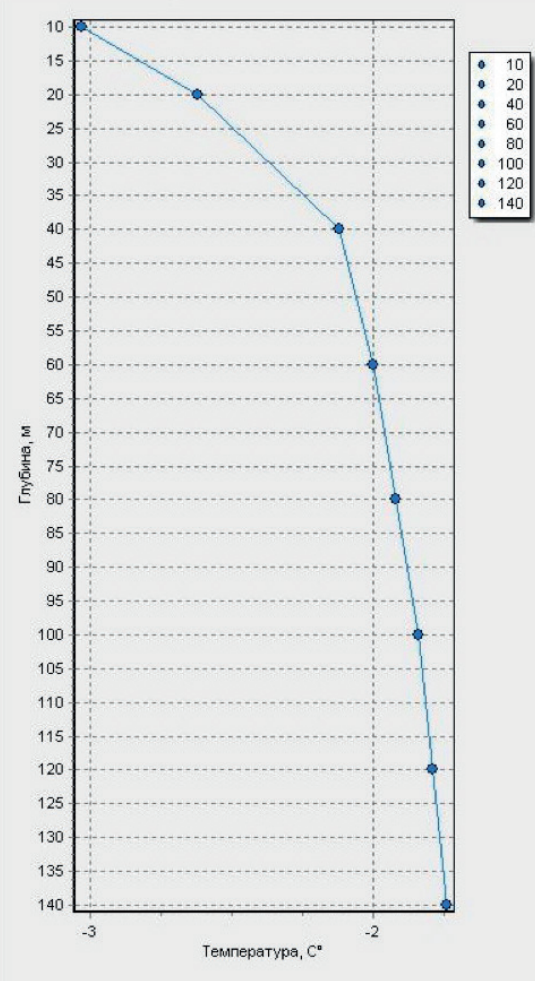
Численность населения — 20,9 тыс. чел.

Национальный состав: якуты — 97,5%, русские — 1,0%, эвенки — 0,5%, эвены — 0,3%, другие — 0,7%.

Одним из уникальных мест улуса является местность Муус Аппа, где подземные ключи в зимние месяцы не замерзают и образуют наледь, не тающую даже в жаркие летние дни.

Открыты месторождения кирпичных глин и кварцевых песков, пригодных для изготовления стекла и стеклопосуды; выявлены соляные источники «Баганский» и «Тонго-Кокуйский». Запасы полудрагоценных камней (агат, сердолик, халцедон, оникс, яшма и др.) практически неограничены.

Основу экономики улуса составляет сельское хозяйство. Главная отрасль — животноводство (мясомолочное скотоводство, мясное табунное коневодство), возделываются зерновые, картофель, овощи.



Нюрба, (скв.4гг), расположена в пос. Нюрба.
Дата замера: октябрь 1974 г.

Вилуйский улус.

Рельеф улуса равнинный. Центральную часть занимает Центрально-Якутская равнина. В геологическом отношении территория улуса расположена в пределах древней Сибирской платформы, у которой кристаллический фундамент погружен под многокилометровыми толщами осадочных пород, таких как песок, глина, песчаник, алевролиты.

На вилуйской земле много озер, их общая площадь составляет 295 тыс. га. Самыми крупными являются озера Мастаах и Боогуда термокарстового генезиса. Озеро Мастаах включено в список особо охраняемых объектов республики.

Административный центр — г. Вилуйск.

Площадь территории — 55,2 тыс. км².

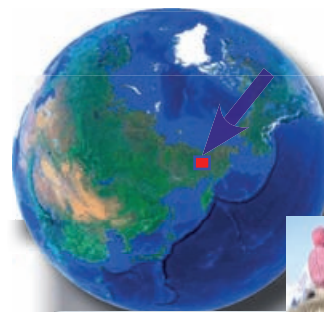
Численность населения — 24,8 тыс. чел.

Национальный состав: якуты — 83,1%, русские — 12,5%, украинцы — 1,7%, татары — 0,6%, эвенки — 0,5%, другие — 1,6%.

Экзотикой якутской природы являются тукуланы — огромные массивы песка высотой от 3 до 20 м. Самые обширные песчаные массивы, напоминающие каракумские барханы, встречаются в низовье реки Вилуй среди бескрайней тайги.

Главным богатством улуса являются газоконденсатные месторождения — Средневилуйское, Толонское, Андылахское, Среднетюнжское, суммарный запас которых составляет около 400 млрд м³. В них находится около 77% добываемых конденсата. Имеются каменный уголь, строительные материалы, россыпи золота. Развито сельское хозяйство (животноводство и пушной промысел), возделываются картофель, овощи.





Среднеколымский район, РС(Я) Среднеколымск, Берёзовка, Аргахта

Координаты: 68,45° с. ш. 153,37° в. д.

Текст: Вадим Кузин
Фото: Леонид Гагарин
Данные: Николай Стручков

Улус расположен на северо-востоке республики. Преобладает равнинный рельеф. Значительную часть улуса занимает Колымская низменность, на западе — Алазейское плато, на востоке — Юкагирское плоскогорье.

Административный центр — г. Среднеколымск.

Площадь территории — 125,2 тыс. км².

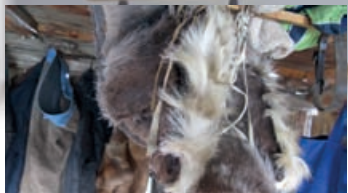
Численность населения — 7,5 тыс. чел.

Национальный состав: якуты — 80,8%, русские — 11,7%, эвены — 4,7%, юкагиры — 0,5%, эвенки — 0,4%, другие — 1,9%.

Природный парк «Колыма» является государственным природоохранным учреждением. Отличительной особенностью парка является наличие более чем 20 археологических памятников природы. На территории парка найдены древнейшие поселения людей.

В августе 1900 г. на реке Березовке, что в 300 км от г. Среднеколымска, охотником-эвеном Семеном Тарабукиным был обнаружен труп целого мамонта. Сейчас мамонт хранится в Зоологическом музее Санкт-Петербурга.

Основу экономики улуса составляет сельское хозяйство (мясомолочное скотоводство, мясное табунное коневодство, оленеводство и пушной промысел).



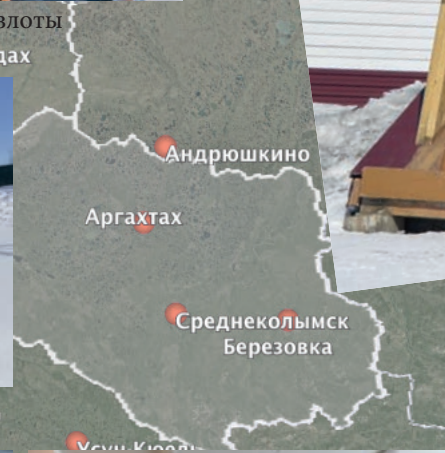
Обсуждение по теме вечной мерзлоты в школе пос. Аргахта



Школа в пос. Берёзовка



Бурение мерзлотной скважины в пос. Берёзовка



Лекция по мерзотоведению в школе г. Среднеколымска

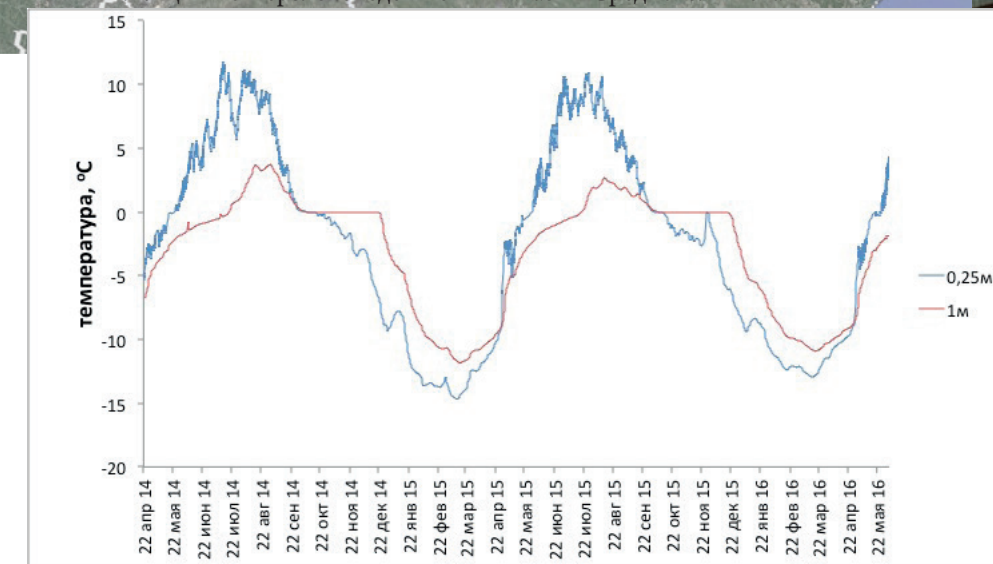
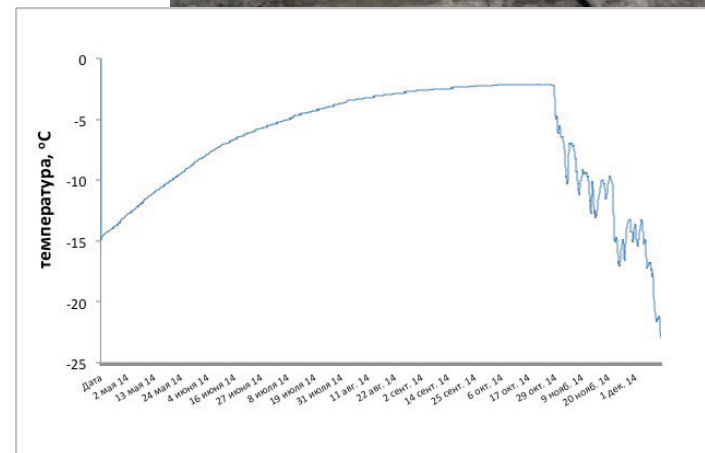
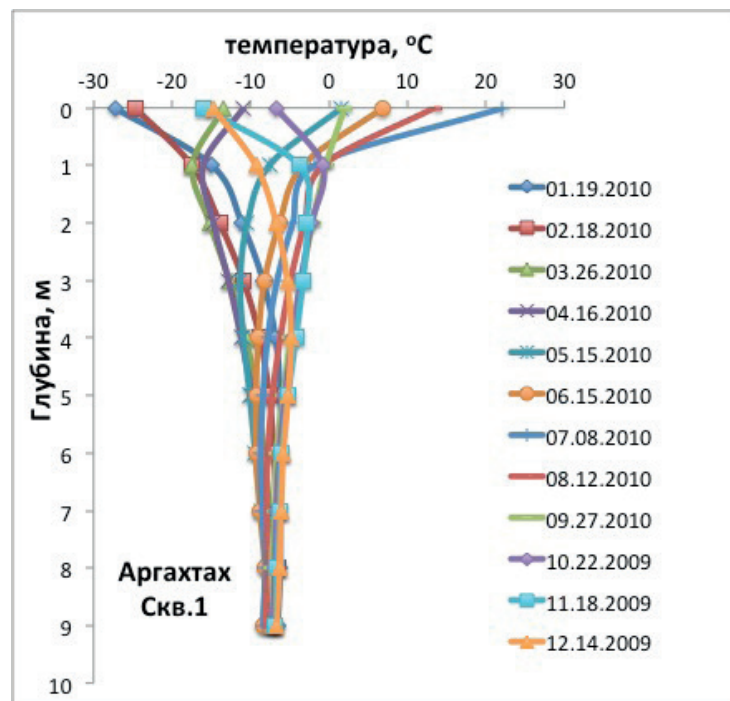


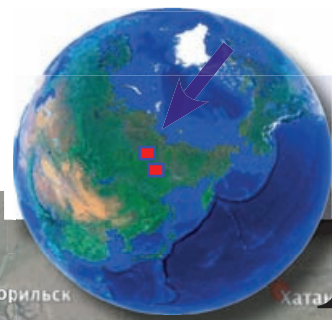
Лекция по мерзотоведению в гимназии Среднеколымска



Двухлетнее изменение температуры почвы на территории гимназии г. Среднеколымска

Ледник в пос. Аргахта

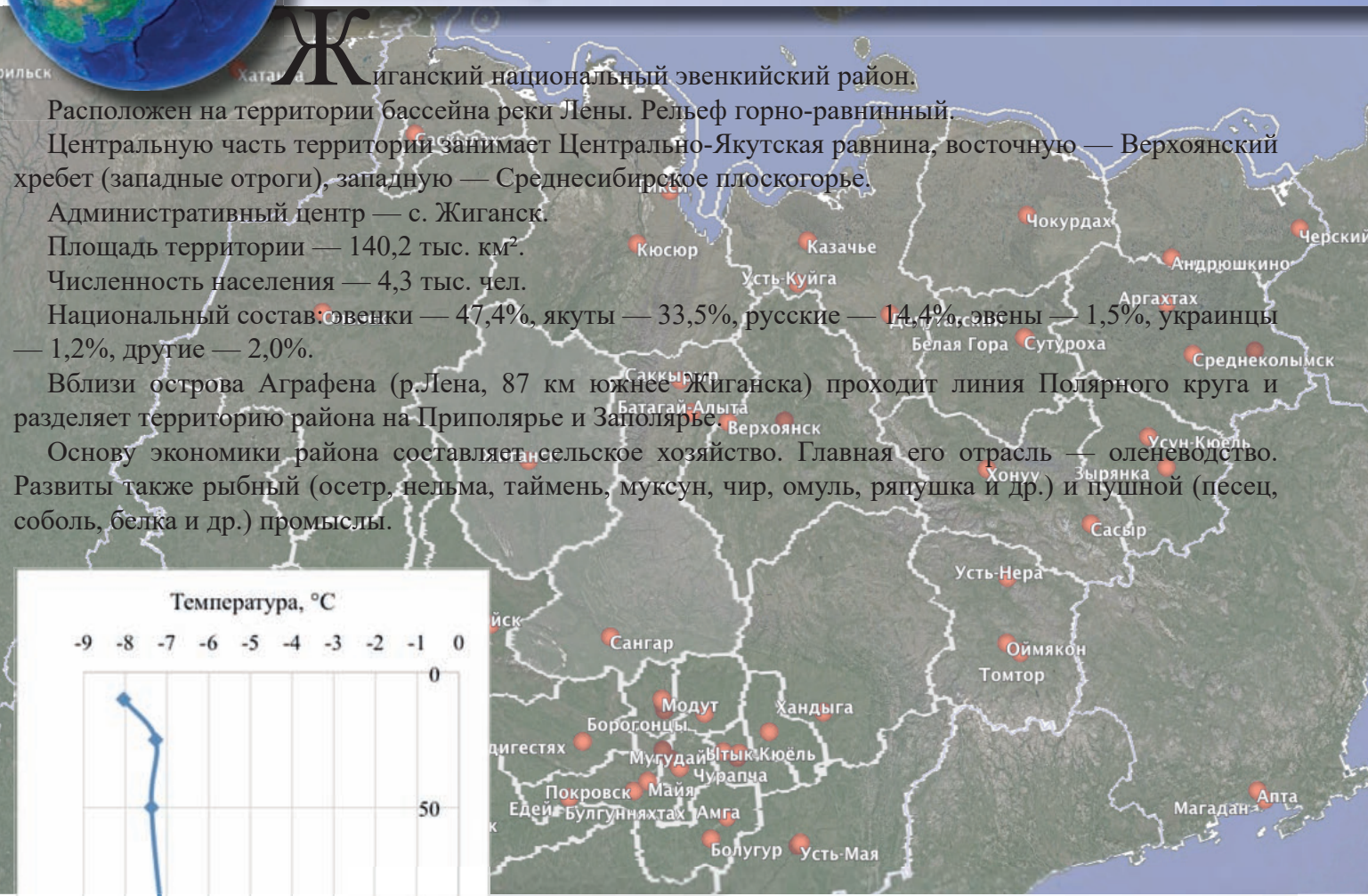




Жиганский, Кобяйский районы, РС(Я)

Жиганск, Сангар

Текст: Вадим Кузин
Данные: Михаил Железняк

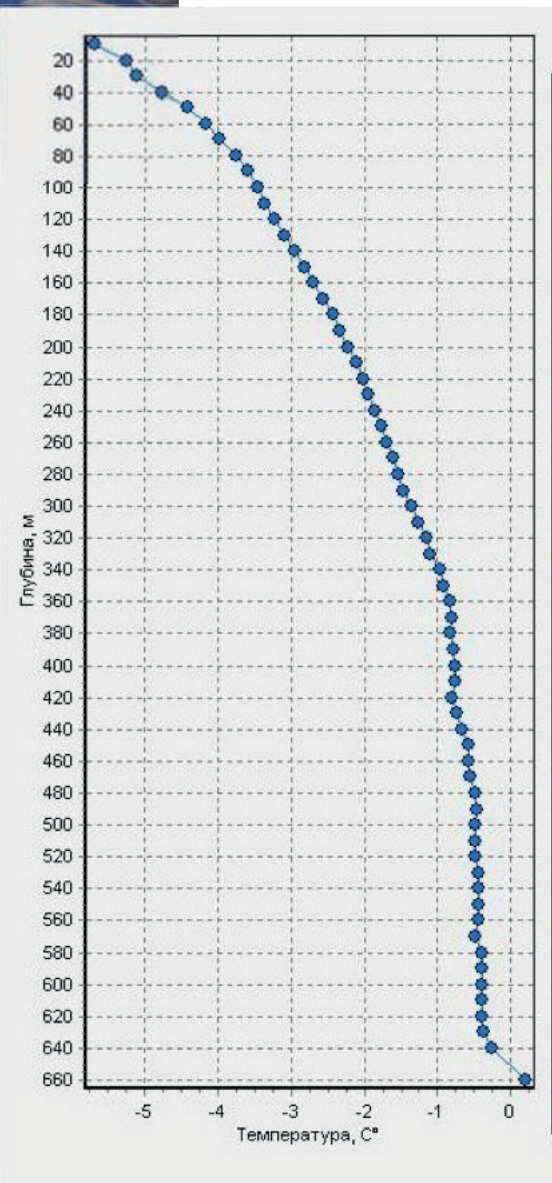


Жиганский национальный эвенкийский район.
 Расположен на территории бассейна реки Лены. Рельеф горно-равнинный. Центральную часть территории занимает Центрально-Якутская равнина, восточную — Верхоянский хребет (западные отроги), западную — Среднесибирское плоскогорье.
 Административный центр — с. Жиганск.
 Площадь территории — 140,2 тыс. км².
 Численность населения — 4,3 тыс. чел.
 Национальный состав: эвенки — 47,4%, якуты — 33,5%, русские — 14,4%, эвены — 1,5%, украинцы — 1,2%, другие — 2,0%.
 Вблизи острова Аграфена (р. Лена, 87 км южнее Жиганска) проходит линия Полярного круга и разделяет территорию района на Приполярье и Заполярье.
 Основу экономики района составляет сельское хозяйство. Главная его отрасль — оленеводство. Развиты также рыбный (осетр, нельма, таймень, муксун, чир, омуль, ряпушка и др.) и пушной (песец, соболь, белка и др.) промыслы.

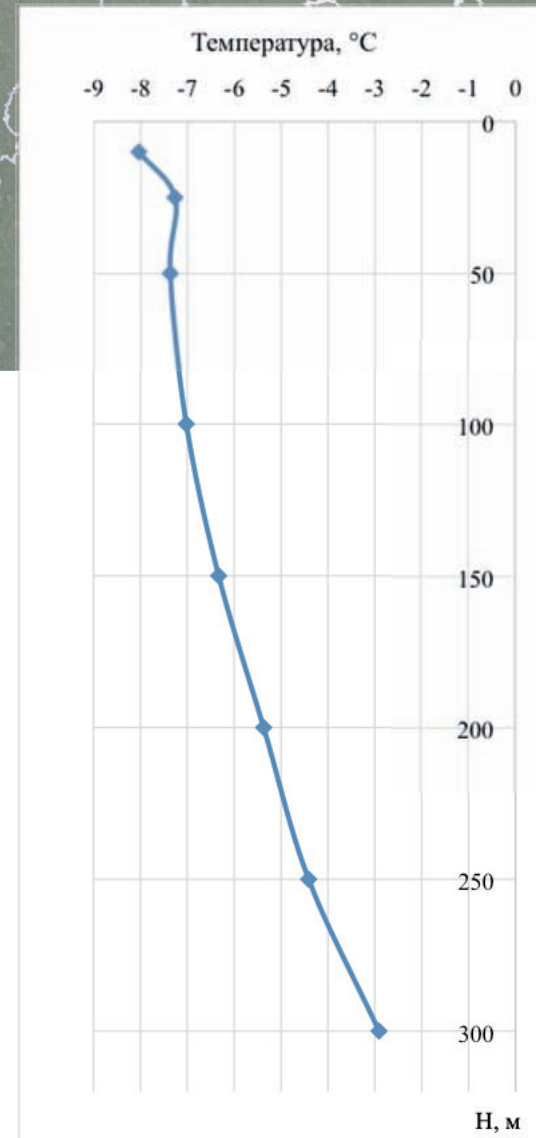


Вид с самолёта на слияние рек Лены и Вилюя. Ниже по течению от пос. Сангар

Кобяйский улус (район).
 Расположен на территории бассейнов рек Лены, Алдана и Вилюя. Рельеф горно-равнинный. Западную часть территории занимает Центрально-Якутская равнина, где преобладает аласно-котловинный тип ландшафта; восточную — цепь гор Верхоянского хребта с высотами в среднем 1000—1700 м.
 Административный центр — п. Сангар.
 Площадь территории — 107,8 тыс. км².
 Численность населения — 12,8 тыс. чел.
 Национальный состав: якуты — 65,0%, русские — 24,2%, эвены — 5,7%, украинцы — 1,7%, буряты — 0,7%, другие — 2,7%.

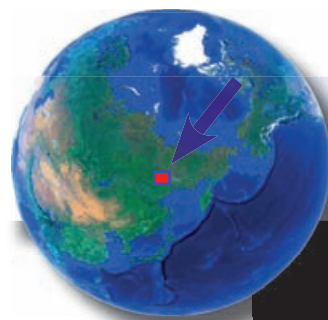


Бахынай (скв. 1) расположена в 78 км к северу от пос. Жиганск на левом берегу р. Лены.
 Дата замера: сентябрь 1968 г.
 Мощность ММТ 650 м.



Пл. Эндыбальская (скв. VG-2) расположена в Кобяйском улусе Республики Саха (Якутия), в 240 км северо-западнее села Сангар, 40 км севернее пос. Себян-Кюель.
 Дата замера: сентябрь 2016 г.
 Мощность ММТ варьирует от 165 м – в долинах рек до 430 м

Главным богатством улуса являются озера, знаменитые своими карасями. Наибольшей известностью пользуются крупные, мясистые и жирные караси из озера Ниджили. Оно имеет длину 33,5 км, ширину 5,7 км, среднюю глубину в 3 м. Максимальная глубина не превышает 7 м.
 В улусе находится самое глубокое озеро Якутии — Себян-Кюель глубиной 137 м.
 В зоне старых русел рек Вилюя и Линдэ широко развиты тукуланы — обширные песчаные дюны.
 История становления газодобывающей промышленности Якутии берет свое начало с 1956 г. Мощный фонтан, устремившийся в небо над вилюйской тайгой, ознаменовал открытие богатейшего Усть-Вилюйского газового месторождения, положившее начало выявлению знаменитой Лено-Вилюйской газоносной провинции, охватывающей большую часть Западной Якутии.
 В 1967 г. было завершено строительство первого в мире газопровода на вечной мерзлоте протяженностью 410 км.
 Ведущей отраслью экономики улуса является сельское хозяйство. Представлены практически все виды сельскохозяйственного производства: скотоводство, свиноводство, коневодство, оленеводство, птицеводство, клеточное звероводство, растениеводство, рыболовство и добыча пушнины. По поголовью клеточных зверей, голубых песцов, улус занимает 1 место в республике.



Томпонский, Таттинский районы, РС(Я) Ытык-Кюель, Хандыга

Координаты: 62,93° с. ш. 138,32° в. д.

Текст: Вадим Кузин
Фото, данные: Сергей Сериков



Томпонский район находится в горно-таежной части северо-востока республики. Южная часть территории района находится в долине реки Алдан, а вся остальная часть занята горно-таежными ландшафтами Эльгинского плоскогорья, изрезанными многочисленными горными речками.

Основная водная артерия района — река Алдан с притоками.

Природа района богата и разнообразна. Томпонская земля — это горы, тайга и болота, горные речушки и скалистые берега. Томпо — это знаменитые стада оленей и легендарные эвенские охотники.

Административный центр — п. Хандыга.

Площадь территории — 135,8 тыс. км².

Численность населения — 13,2 тыс. чел.

Национальный состав: русские — 48,4%, якуты — 34,6%, украинцы — 5,6%, эвены — 5,4%, татары — 1,1%, другие — 4,9%.

Район известен уникальными месторождениями: Нежданинское месторождение золота, Верхне-Менкеченское серебро-полиметаллическое месторождение, Джебарики-Хаинское месторождение каменного угля, Агылкинское медно-вольфрамовое месторождение. Сельское хозяйство представлено мясомолочным скотоводством, мясным табунным коневодством, оленеводством, растениеводством (картофель и овощи), переработкой сельхозпродукции. Главная его отрасль — оленеводство.



Верхоянский хребет



Ночной вид с самолёта на пос. Хандыга и р. Алдан

Таттинский улус расположен в пределах Центрально-Якутской равнины, также южную часть улуса занимает Приленское плато. На всей территории преобладает равнинный рельеф с чередующимися термокарстовыми впадинами. Преобладают территории с высотой от 200 до 300 м.

Территория улуса расположена в среднем течении рек Алдана и Амги. Многие реки пересыхают в летнее время. Озера на территории улуса термокарстовые и старичные. Термокарстовые озера неглубоки и подвержены засолению.

Административный центр — с. Ытык Кюель.

Площадь территории — 19,0 тыс. км²

Численность населения — 16,3 тыс. чел.

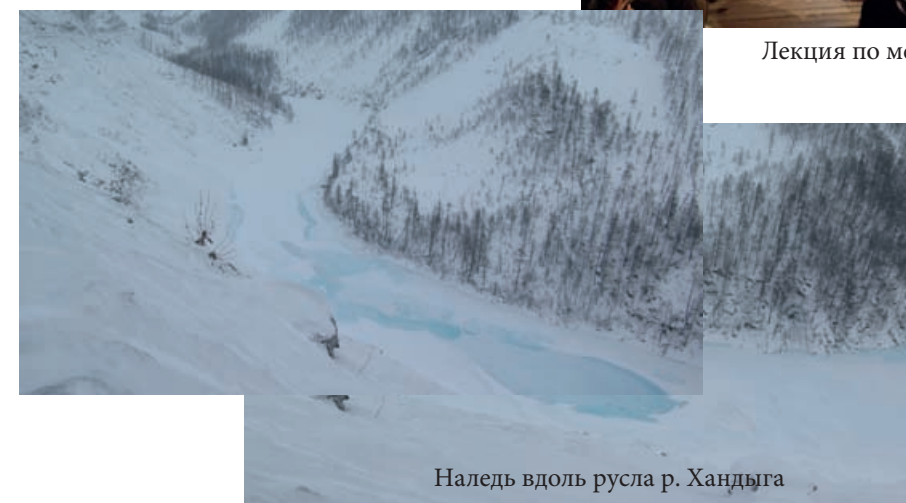
Национальный состав: якуты — 97,6%, русские — 0,9%, эвенки — 0,4%, эвены — 0,3%, юкагиры — 0,1%, другие — 0,7%.

Ведущее место в экономике улуса занимает сельское хозяйство (мясомолочное скотоводство, коневодство, животноводство и растениеводство). Возделываются зерновые, картофель, овощи, кормовые культуры.

С 1967 г. действует Харбалахский угольный разрез, снабжающий топливом и соседние районы. В год добывается 85—90 тыс. т угля.



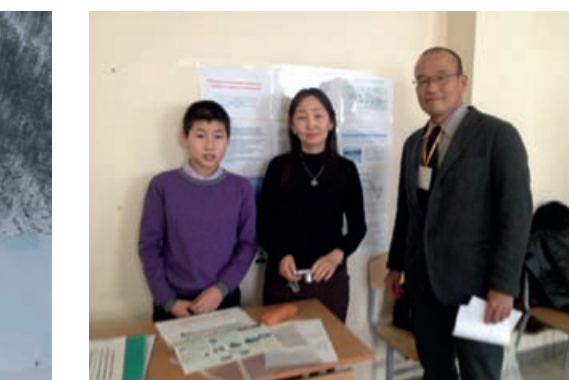
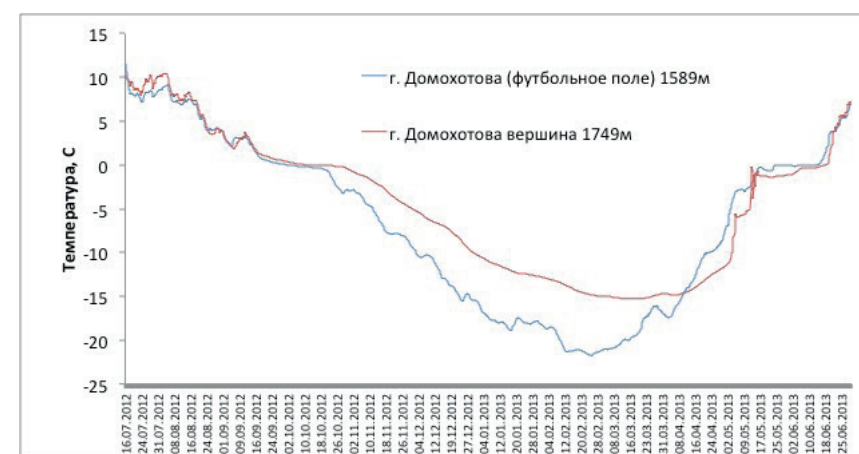
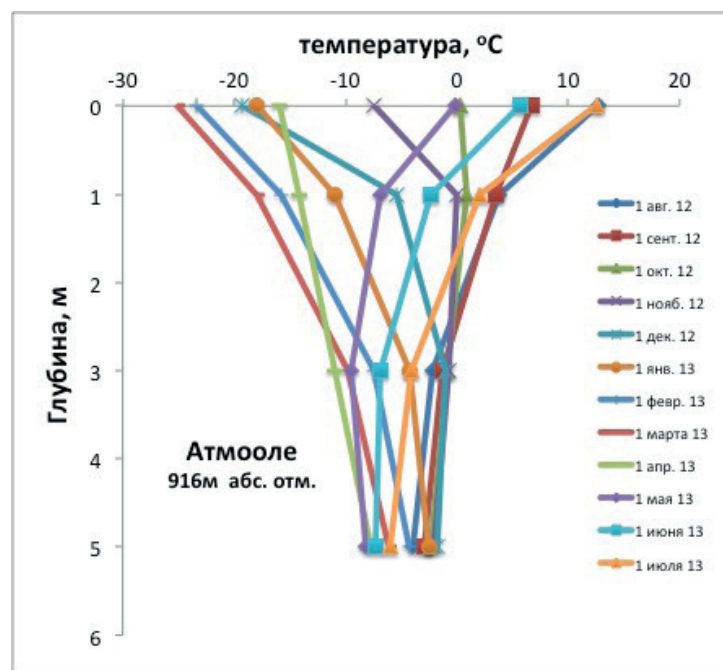
Лекция по мерзлотведению в летнем лагере "Полигон"



Наледь вдоль русла р. Хандыга



Мониторинговая точка на Верхоянском хребте



Ученик пос. Хандыга, представляющий результаты измерения вечной мерзлоты на конференции

Годовой ход температуры поверхности почвы на разных высотах на мониторинговой точке Верхоянского хребта. Летние температуры в 2 точках практически не изменяются, а зимой температура в верхней точке значительно выше, чем в нижней.



Усть-Алданский район, РС(Я) Борогонцы

Координаты: 62,68° с. ш. 131,16° в. д.

Текст: Алексей Винокуров
Фото: Пётр Пермяков
Данные: Мария Винокурова

Село Борогонцы - административный центр Усть-Алданского улуса Якутии - основано в 1805 году. В селе две средние, две начальные, музыкальная, спортивная школы и Борогонский краеведческий музей.

Рельеф равнинный. Большая часть улуса расположена в пределах Центрально Якутской низменности. Крупные реки — Лена, Алдан. Много озёр, крупнейшие из них — Мюрю, Онер эбэтэ или Кыыс Тыганы, Таргылджыма. Средняя температура января -42 °С, июля +17...+18 °С. Осадков выпадает 200—250 мм в год.

Население — 22 372 чел. (2002). Большая часть населения — якуты (98 %).

Ведущее место в экономике занимает сельское хозяйство. Главная его отрасль — животноводство (мясо-молочное скотоводство, мясное табунное коневодство, звероводство). Земли сельскохозяйственного назначения составляют 148,2 тыс. га. Возделываются картофель, овощи и зерновые. В улусе имеются совхозы, ассоциации, крестьянские хозяйства. Имеется мясо-молочный комбинат, предприятия местной промышленности.

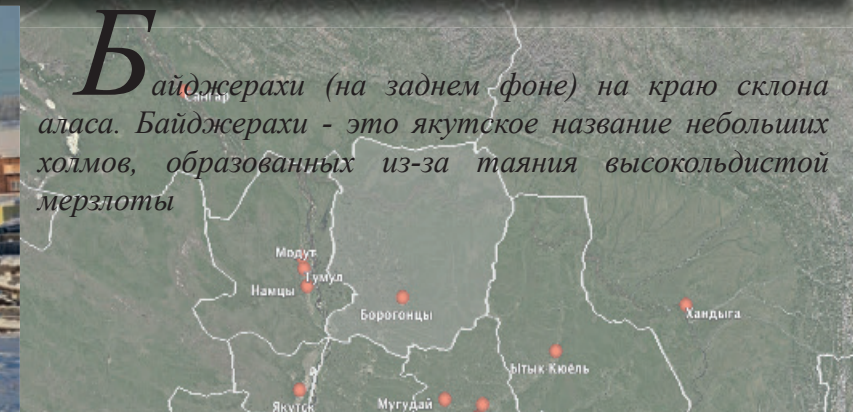
Мюрюнская юношеская гимназия «Уолан» имени В. В. Алексева относится к сети президентских школ Республики Саха (Якутия).



Утро в Борогонцах (-50 °С)



Борогонские байджерахи



Замер температуры в подвале



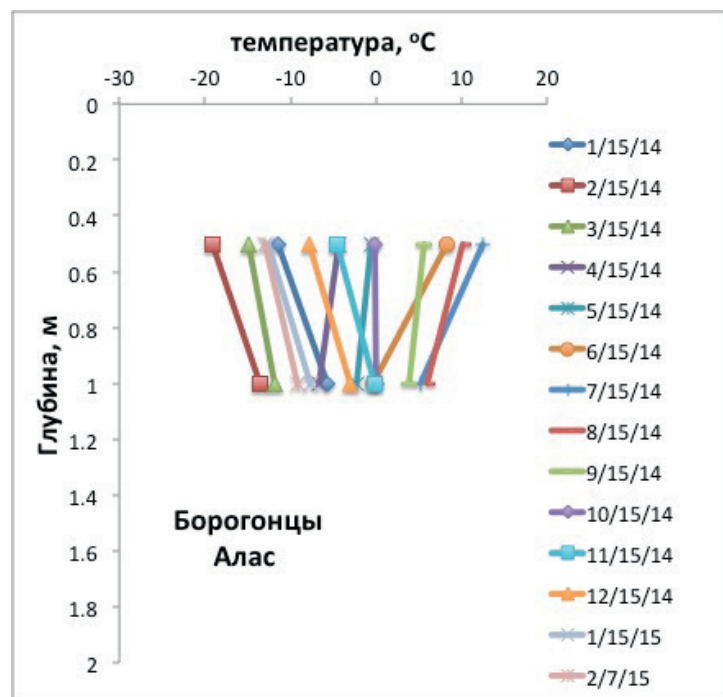
Лекция по мерзлотоведению в школе с. Борогонцы



Мюрюнская юношеская гимназия «Уолан»



Ледяная жила, обнажившаяся в стенке аласа



60 Мерзлота в наше время

ДЕКАБРЬ 2020 г.

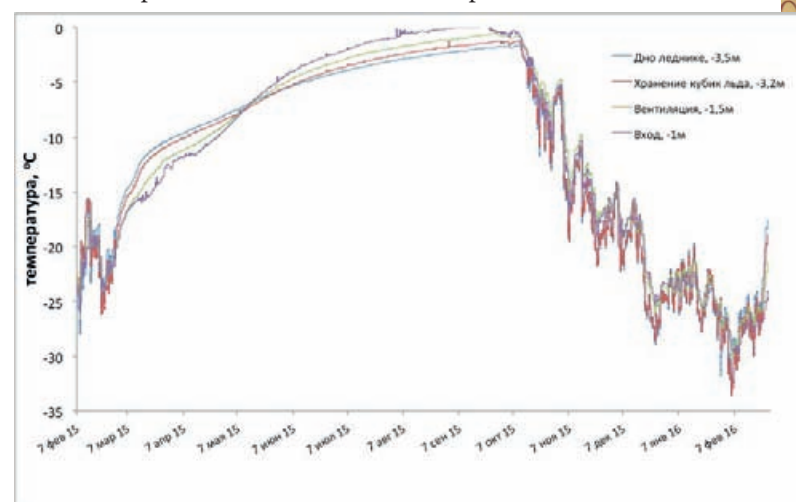
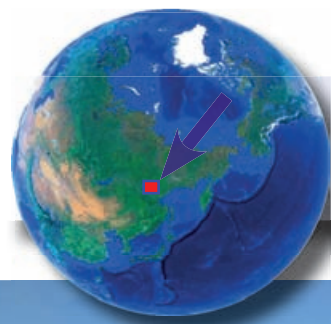


График изменения температур в разных частях ледника. После закрытия входных дверей в марте температуры в нём поменялись: если зимой в нижней части было теплее, чем наверху, то с весны нижняя часть стала самой холодной



Усть-Майский район, РС(Я)

Усть-Мая, Петропавловск

Усть-Нера
Координаты: 60,37° с. ш. 134,44° в. д.

Текст: Вадим Кузин
Фото: Пётр Пермяков
Данные: Трофим Максимов



Улус расположен на востоке республики в бассейне реки Алдан. На территории улуса находятся хребты Сетте-Дабан, Улахан-Бом, Кыллахский; восточная часть — Приленское плато и Юдомо-Майское нагорье. Наиболее высокая точка улуса (2403 м) находится в среднем течении реки Халыйа. Река Мая впадает в реку Алдан практически против течения, что является редчайшим явлением.

По реке Мая расположены неолитовые стоянки - «Усть-Юдома», «Чабда», «Ая».

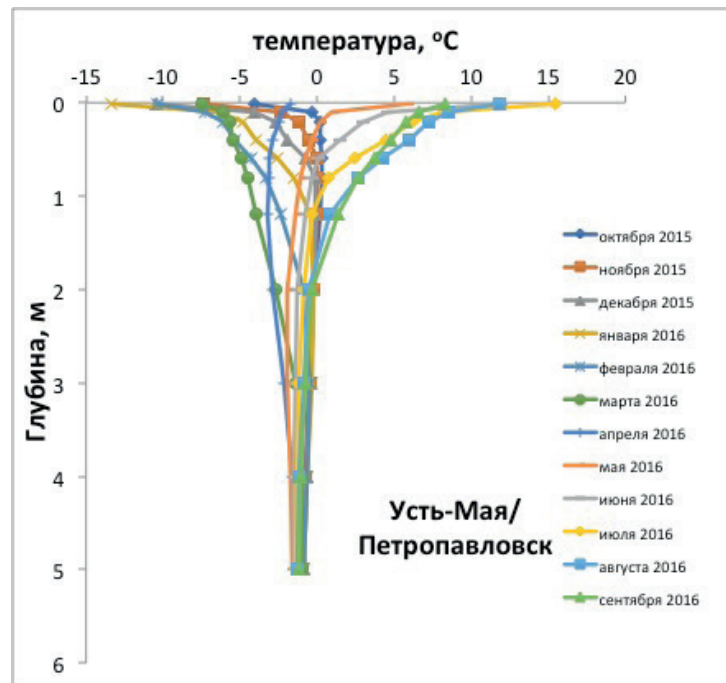
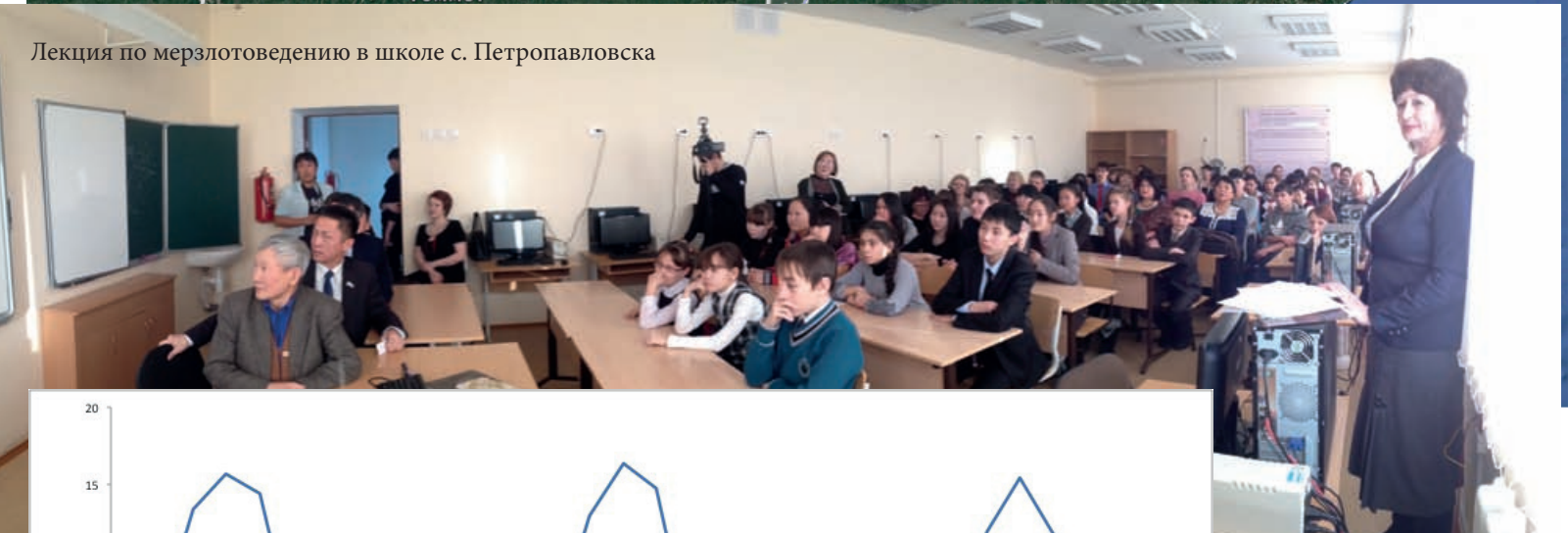
Административный центр — п. Усть-Мая.

Площадь территории — 95,3 тыс. км².

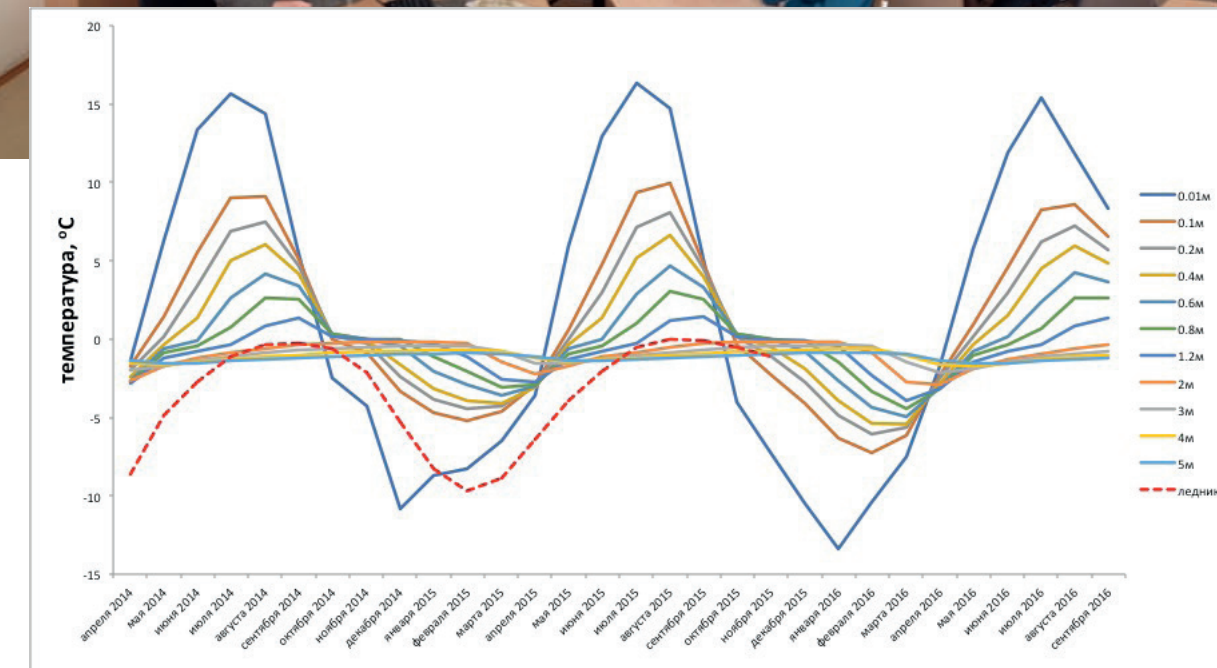
Численность населения — 7,3 тыс. чел.

Национальный состав: русские — 60,5%, эвенки — 16,2%, якуты — 9,7%, украинцы — 5,5%, эвены — 1,3%, татары — 1,2%, другие — 5,6%.

Основу экономики улуса составляют промышленность (золотодобыча, лесозаготовка и деревообработка), производство материалов для строительства дорог и товаров народного потребления. Также улус располагает месторождениями свинца, цинка, редких металлов, строительных материалов. Благоприятные климатические условия способствуют земледелию. Сельское хозяйство является приоритетным видом хозяйствования в сельских населенных пунктах поймы реки Алдана.



Встреча с руководством пос. Усть-Мая по теме мерзлотоведения



Данные о трёхлетнем изменении температуры на разных глубинах в пос. Усть-Мая (сплошные линии) и температура в поселковом леднике (прерывистая). На графике видно, что температура в леднике зимой ниже, чем на поверхности, а летом выше, чем на глубине 5 метров





Усть-Янский район, РС(Я)

Депутатский, Усть-Куйга, Казачье

Координаты: 70,74° с. ш. 136,19° в. д.

Текст: Вадим Кузин
 Фото: Леонид Гагарин
 Данные: Михаил Железняк

Улус находится на севере республики и расположен на побережье моря Лаптевых.

Северная часть занята Яно-Индибирской низменностью, на южной части — Силяннихские, Иргичинские и другие хребты, Мома-Силяннихская впадина.

Крупные реки — Яна, Омолой, Чондон и много озер.

Является уникальной территорией для работ по исследованию древней фауны, изучению мамонта.

Административный центр — п. Депутатский.

Площадь территории — 120,3 тыс. км².

Численность населения — 7,2 тыс. чел.

Национальный состав: якуты — 37,7%, русские — 35,4%, эвенки — 10,7%, эвенки — 0,6%, другие — 15,6%.

Минерально-сырьевая база улуса представлена месторождениями благородных металлов (золото, серебро), олова, ртути, угля, мамонтовой кости. Это основной производитель высококачественных оловоконцентратов в России (более 50%). В улусе 38 сельскохозяйственных предприятий. За последние 10 лет поголовье оленей в улусе значительно прибавилось. Среднегодовой объем вылова рыбы составляет 800 тонн.



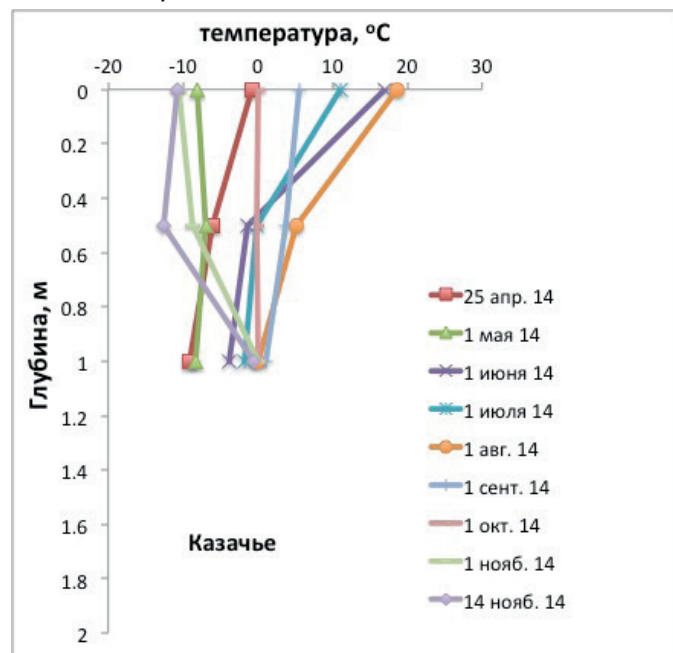
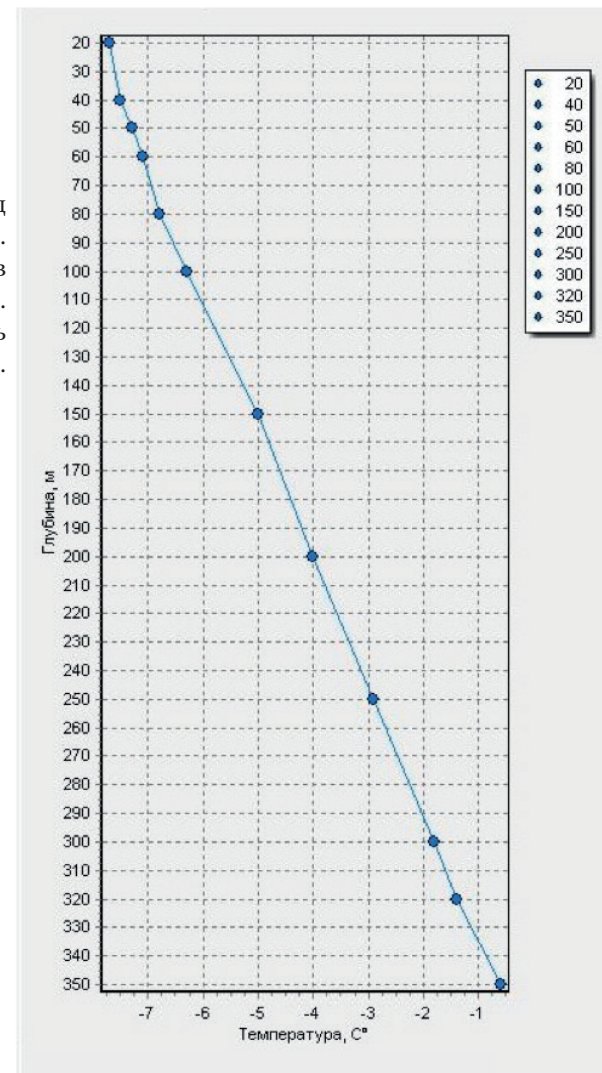
Школа пос. Депутатский



Коммерческий ледник в пос. Депутатский



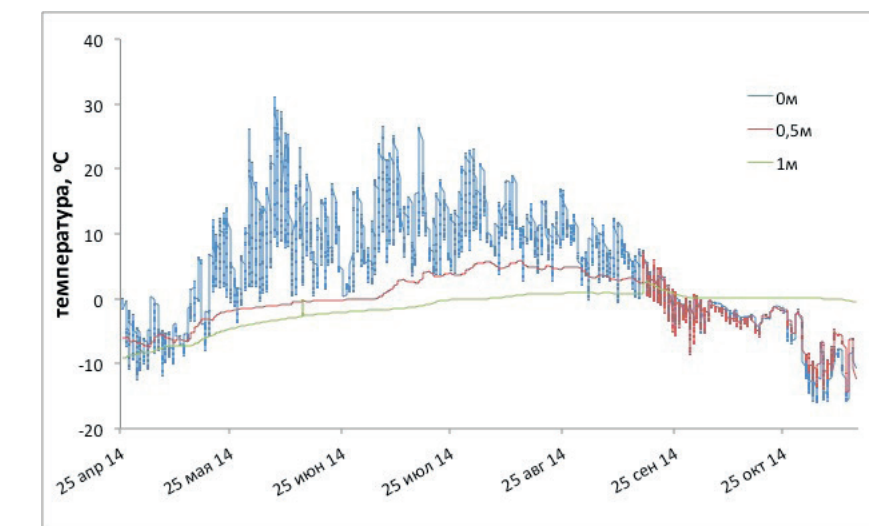
Обсуждение темы мерзлотоведения с руководством пос. Депутатский



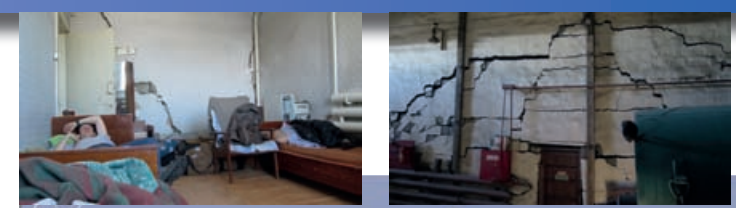
В дельте р. Яны встречается много природных обнажений, образовавшихся в результате таяния мерзлоты, на которых местные жители добывают бивни мамонта



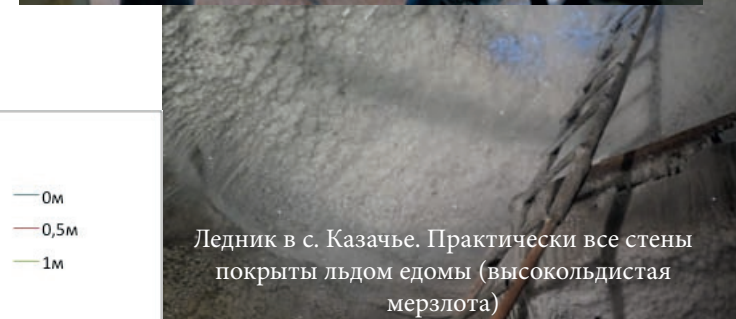
В результате таяния вечной мерзлоты, поверхность понижается, оставляя небольшие участки бугров. На фото туалеты в с. Казачье стоят на одном из таких бугров



Температура почвы на территории школы с. Казачье



Разрушение зданий в результате таяния вечной мерзлоты в с. Казачье, расположенном на едоме (слой мерзлоты с высоким содержанием льда)



Ледник в с. Казачье. Практически все стены покрыты льдом едомы (высокольдистая мерзлота)



Хангаласский район, РС(Я)

Покровск, Булгунняхтах, Едей

Координаты: 61.11° с. ш. 126.38° в. д.

Текст: Дмитрий Осипов
Фото: Норум Гьяланд, Сергей Сериков
Данные: Сергей Сериков

Хангаласский улус располагается в центральной части республики. Через территорию улуса протекает одна из величайших рек мира - Лена. Все населенные пункты расположены вдоль этой главной речной магистрали улуса.

Здесь расположены Ленские Столбы – объект всемирного наследия ЮНЕСКО. Также в улусе находятся ресурсный резерват «Джероно» и 7 памятников природы: Булуус, Менденский, Муостаах, Наледный, Улахан-Тарын, Юнгогэстэх, Ой-Муранский рифовый массив.

Административный центр — г. Покровск.

Площадь территории — 24,7 тыс. км².

Численность населения — 32,3 тыс. чел.

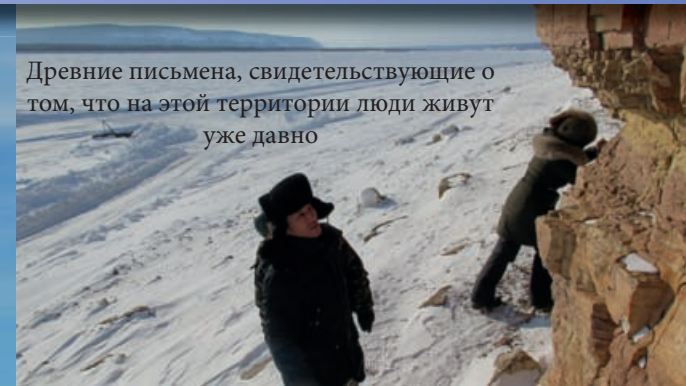
Национальный состав: якуты — 59,5%, русские — 33,4%, украинцы — 1,4%, эвенки — 1,1%, эвены — 0,7%, татары — 0,6%, другие — 3,3%.

Основу экономики улуса составляют строительная промышленность и сельское хозяйство. В 1995 г. в г. Покровске открыт алмазогранильный завод, работают мукомольный и комбикормовый заводы. От Якутска до Покровска, затем до Мохсоглолоха была построена первая в республике автодорога с твердым покрытием. В улусе 192 крестьянских хозяйства.

Также здесь расположен «Орто Дойду» — единственный зоопарк на Северо-Востоке России.



Наледь "Булуус". Этот лёд сохраняется большую часть лета



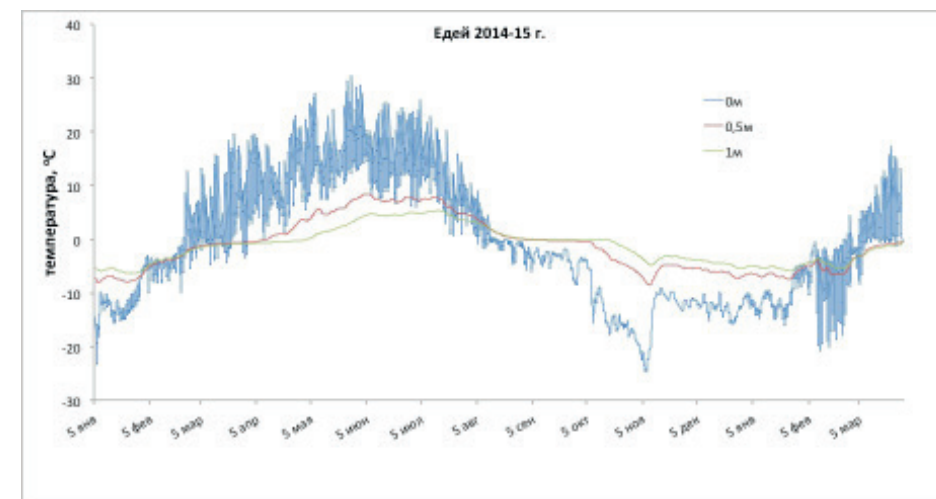
Древние письмена, свидетельствующие о том, что на этой территории люди живут уже давно



Ленские Столбы - объект культурного наследия ЮНЕСКО



Булгунняхтах Ледник

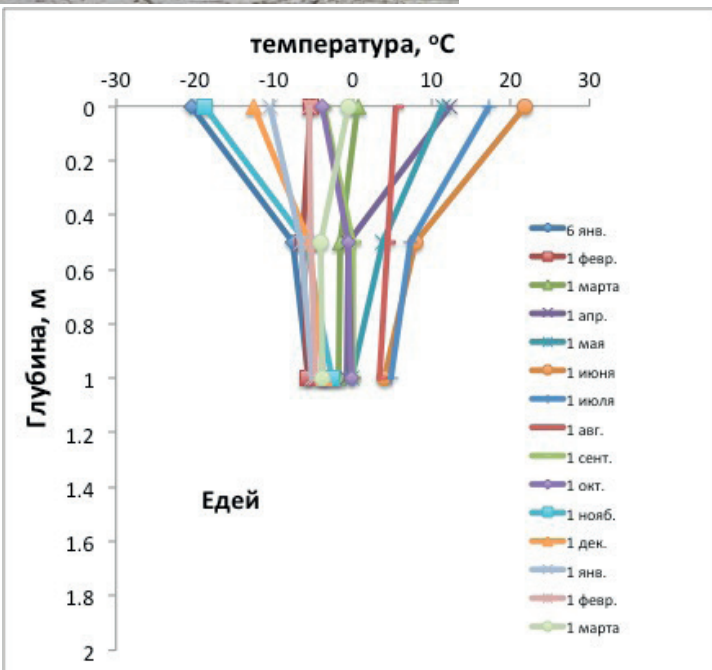


Едей 2014-15 г.



Лекция по мерзотоведению в пос. Едей

График температуры почвы в пос. Едей. Все поселения в окрестности расположены на берегу р. Лена, обращённом в южную сторону, поэтому здесь нет мерзлоты



Едей



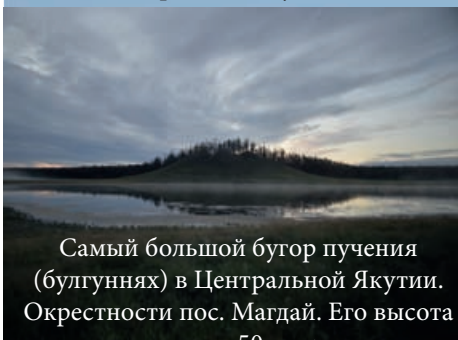
Чурапчинский, Мегино-Кангаласский районы, РС(Я) Чурапча, Мугудай, Майя

Координаты: 62,02° с. ш. 131,86° в. д.

Текст: Пётр Пермяков
Фото: Сергей Сериков
Данные: Михаил Железняк



Железнодорожная станция Нижний Бестях. Конечная станция железной дороги до Якутска



Самый большой бугор пучения (булгуннях) в Центральной Якутии. Окрестности пос. Магдай. Его высота достигает 50 метров, а диаметр 700 метров

Село Маралайы находится в Чурапчинском районе Якутии. Административный центр и единственный населенный пункт Мугудайского наслега, часто используют название с. Мугудай. Село основано в 1931 году, основатель села - председатель колхоза Сивцев Иван Ильич. Население составляет около 800 человек, в основном жители занимаются сельским хозяйством: разведением крупного рогатого скота и табунным коневодством.

Для привлечения молодежи в сельское хозяйство осенью 2015 года был открыт молодежный агрокластер «Чаран» с благоустроенными домами, где живут молодые семьи, занятые в сельскохозяйственном производстве. Имеется пищекомбинат, где производятся различные молочные продукты, рядом находится артезианская скважина. Благодаря программе развития сельских территорий в декабре 2015 года вошло в строй здание новой каменной школы на 120 мест. Школа известна военно-патриотическим клубом «Орленок» и танцевальным народным ансамблем «Келукэчээн» («Озерок»).

Знатные люди наслега: Красильников Д.Д., ученый-космофизик, лауреат Ленинской премии (его имя носить школа), Сивцев И.И., основатель села, знатный председатель колхоза, Ноговицын Т.С., ветеран войны, кавалер 2 боевых орденов, Толстоухов М.С., знатный коневод, лауреат Государственной премии.



Суффозионная депрессия на правом берегу р. Лена. Подобные воронки образуются из-за вымывания частиц почвы подземными водами

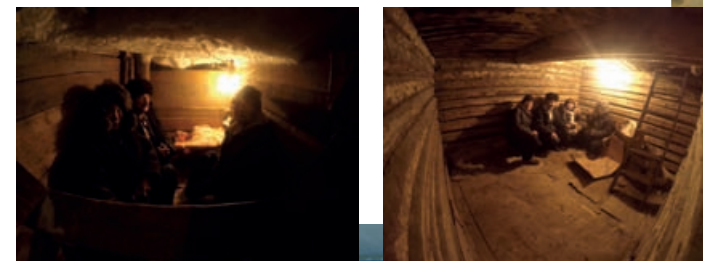
Изменение температуры пород с глубиной 650 м. Центральная Якутия (скв. 1-ДБ), расположена в девяти километрах юго-западнее пос. Чурапча. Дата замера: август 2016 г. Мощность ММТ в районе от 520 до 740 м.



Директор школы пос. Магдай Анатолий Фёдоров, спускающийся в поселковый ледник.



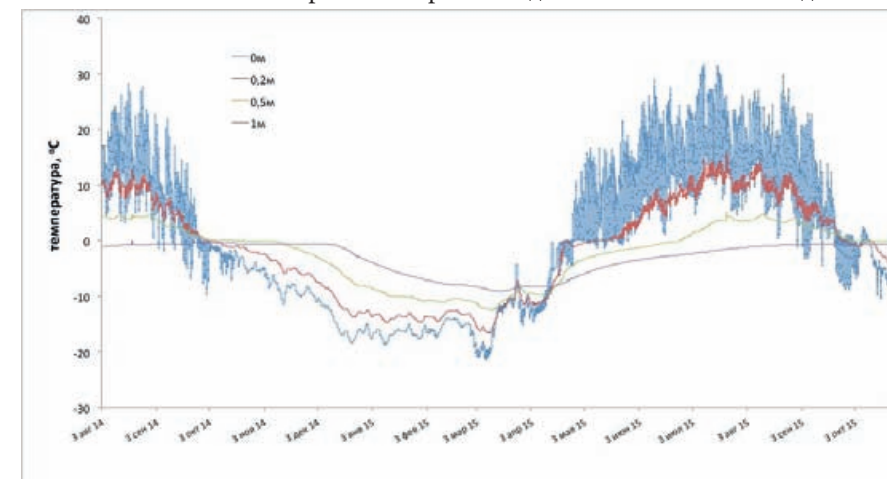
Вид с самолёта на пос. Тюнгюлю. Поселение расположено в днище огромного аласа, на заднем фоне можно увидеть аласы поменьше



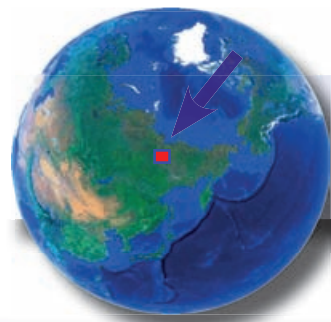
Встреча по мерзлотоведению в школе пос. Магдай



Бугры пучения (булгуннях), расположенные в затопленных аласах. Нижняя терраса р. Лены



Температура грунта в булгуннях около пос. Магдай. Глубина деятельного слоя достигает 90 см



Эвено-Бытантайский район, РС(Я) Батагай-Алыта, Саккырыр

Координаты: 67,80° с. ш. 130,40° в. д.

Эвено-Бытантайский улус расположен на севере республики за Северным полярным кругом. Западная часть территории улуса расположена в центральной части Верхоянского хребта и хребта Орулган, максимальная высота которой 2389 м. На юго-востоке к территории улуса примыкает Янское плоскогорье.

Главной водной артерией улуса является река Бытантай, левый приток Яны. В бассейне реки Бытантай встречается большое количество малых озер провального типа.

Административный центр — с. Батагай-Алыта.

Площадь территории — 52,3 тыс. км².

Численность населения — 2,8 тыс. чел.

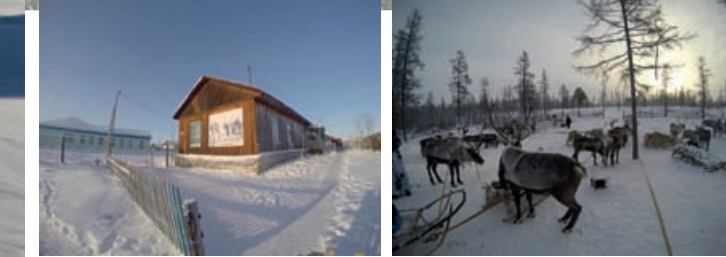
Национальный состав: якуты — 53,4%, эвены — 42,9%, русские — 1,6%, эвенки — 0,5%, долганы — 0,1%, другие — 1,5%.

Коренное население улуса — тыгясирыские эвены и бытантайские якуты, несмотря на различия в этническом сознании, представляют собой уникальную циркумполярную культуру.

Основную отрасль экономики составляет оленеводство — символ благосостояния эвенов. В улусе сосредоточена десятая часть поголовья оленей республики. Северные якуты Бытантая разводят табунных лошадей и крупный рогатый скот, который представлен чудом сохранившейся реликтовой популяцией якутского скота



Ледник в пос. Батагай-Алыта. К северу от этого поселения на стены ледников разбрызгивают воду, а к югу - уже нет, потому что температура мерзлоты слишком высокая, чтобы заморозить эту воду. Лёд, образующийся в результате разбрызгивания, предотвращает испарение воды со стенок мерзлоты, их осушение и осыпание



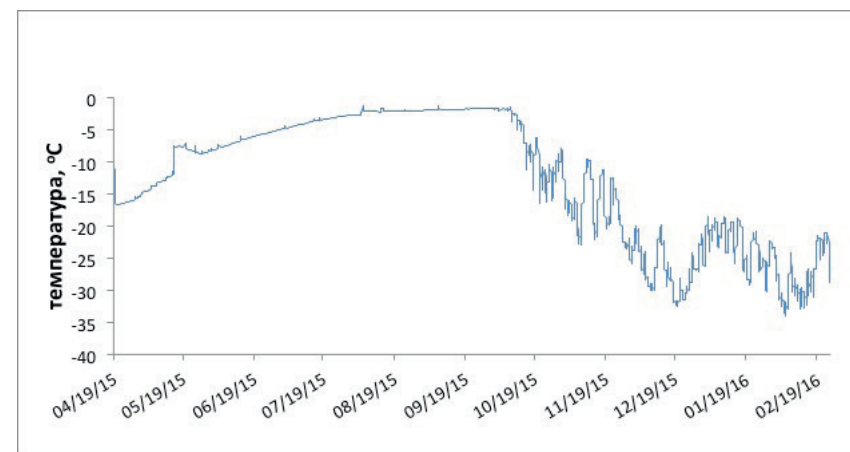
Заброшенный посёлок Саккырыр, бывший центр оленеводства



Учитель средней школы п. Батагай-Алыта Иванова Розалия Васильевна получает грамоту и благодарственное письмо кафедры североведения СВФУ



Ученик-эвенок, показывающий оленье седло во время конференции. Эвено-Бытантайский улус имеет самую большую численность оленей в Республике Саха (Якутия)

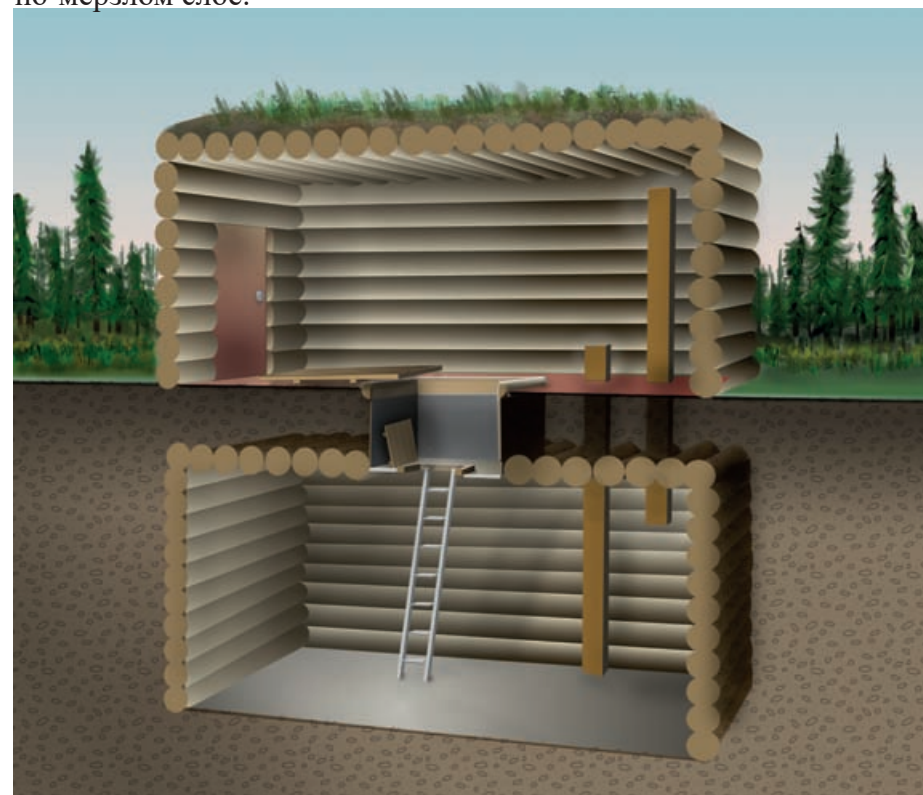


Изменение температуры в леднике пос. Батагай-Алыта

ДЕКАБРЬ 2020 г.

Структура ледников

Северные жители использовали хранилища в мерзлоте, возможно, с тех пор, как перекочевали в эти места. До изобретения металлических орудий труда, люди обычно выкапывали вертикальные ямы для хранения пищи или складывали припасы под мхом в летние месяцы. Современные ледники в северных районах (улусах) Якутии обустроены в основном для личного использования одной или несколькими семьями (например, рыболовов и их подопечных), они обычно состоят из вертикальной шахты и ведут к небольшой камере или коридору, проложенным в вечной мерзлоте. Размеры ледников могут варьироваться. Вертикальная шахта может иметь глубину от 1 до 6 метров и проникает в вечную мерзлоту так, чтобы потолок камеры находился ниже верхней границы мерзлоты, глубина которой в ненарушенных условиях меньше 1 метра, а в поселениях может превышать 2 метра. Более старые ледники или те, которые построены в более южных районах, также предназначены для частного пользования, но состоят из наклонного туннеля (угол наклона 15-20°), который спускается к небольшой камере, прорытой в мерзлоте или сезонно-мёрзлом слое.



Типичная схема вертикального ледника. Доступ в ледник обычно закрыт небольшим сараем, построенным над входом, чтобы его не засыпало снегом, а зимний воздух легче проникал внутрь

Графика: Михо Аоки

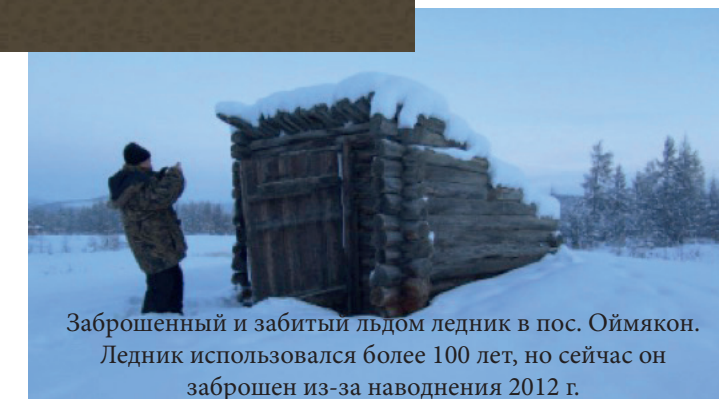


Глубокий и большой ледник советских времён. Ледники используются для промышленных целей, а иногда для общественного пользования всеми жителями



Глубина камеры обычно на 1-3 м ниже уровня земли. Этот тип ледников очень схож с европейскими винными и продуктовыми погребами и позволяет легко попадать в них и перемещать складированные предметы. Коммерческие/промышленные ледники обычно глубже, длиннее и обладают большим объёмом, чем частные. Большинство из них было построено во времена Советского Союза во множестве поселений Сибири. Большинство таких ледников были горизонтальными, простиравшимися на несколько сотен метров и даже километров; их вырывали в склонах холмов, а внутри обустроивали железнодорожные пути, чтобы было легче и проще перевозить продукты.

Типичная схема ледника с наклонным входом. Глубина камеры ледника находится не очень глубоко под землёй. В ней удобно перемещаться и приносить/выносить замороженную пищу, а также складировать блоки льда



Заброшенный и забитый льдом ледник в пос. Оймякон. Ледник использовался более 100 лет, но сейчас он заброшен из-за наводнения 2012 г.

Использование и обслуживание ледников

Ледники являются эффективным решением для хранения больших объёмов пресного льда, рыбы и оленьего мяса в поселениях чукчей, эскимосов, юкагиров, эвенов, эвенков и других коренных народов. Ледники нуждаются в уходе и ежегодной чистке, которая проводится, как правило, непосредственно перед их использованием. В северных поселениях чистка производится поздней осенью, с целью хранения мяса морских млекопитающих и рыбы в течение зимы. В Центральной Якутии ледники обычно используют для хранения блоков льда, заготовленных зимой. Подготовка к чистке включает в себя удаление всей рыбы и мяса с прошлого года, после чего производится непосредственно чистка, включающая в себя добавление в камеру свежего снега. Толщина озёрного льда является важным фактором для заготовки и хранения его в виде блоков. Толщина льда на озере должна быть 50-60 см, чтобы его можно было заготавливать. Собранный лёд используется для изготовления питьевой воды во время летних месяцев во многих поселениях Центральной Якутии. Хотя блоковый лёд прекрасно хранится в ледниках, температура в камерах не обязательно должна быть ниже нуля круглый год. В леднике должно быть хотя бы просто прохладно, чтобы задержать рост температуры в тёплые летние месяцы. В подземных хранилищах задержка в росте летних температур может достигать 4-5 месяцев по сравнению с температурой поверхности почвы. Этот метод хранения очень похож на то, как в 19 веке использовались морозильные камеры до изобретения электрических морозилок.

Влажность воздуха в ледниках довольно высокая, что создаёт угрозу возникновения плесени, даже при постоянной отрицательной температуре. В некоторых ледниках, предназначенных для ферментации продуктов, высокая влажность и температура становятся выгодными. Этот способ обработки мяса более типичен для чукчей и эскимосов Чукотки, а также для коренных жителей Северной Америки, нежели чем для жителей Якутии.

Каждые несколько лет стены вертикальных ледников на севере и горизонтальных промышленных ледников обрызгиваются водой. Образованная ледяная корка не позволяет осушаться и осыпаться мерзлоте, обеспечивает устойчивость стен, а также поддерживает чистоту в камерах.

Лесные пожары и их влияние на вечную мерзлоту



Мгла от пожаров, закрывающая закат в аэропорту г. Якутска

Воздействие лесных пожаров

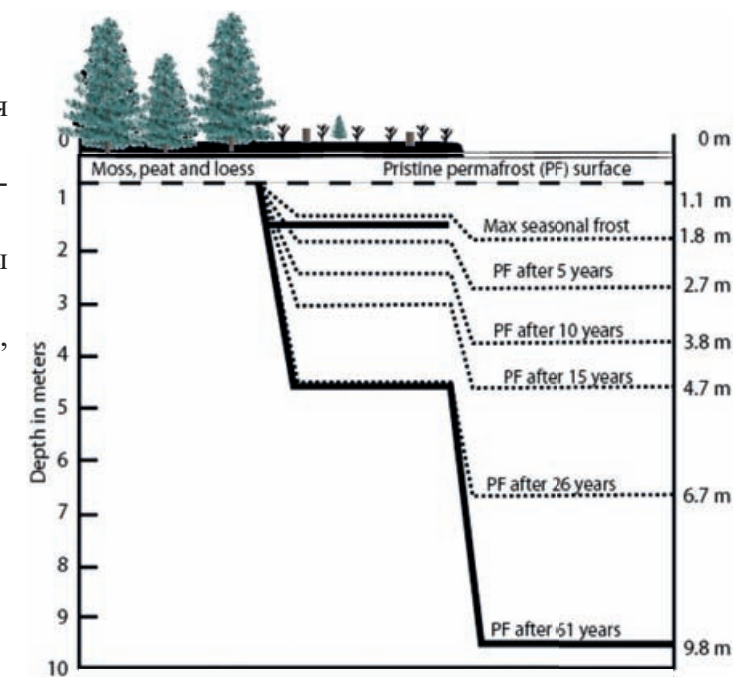
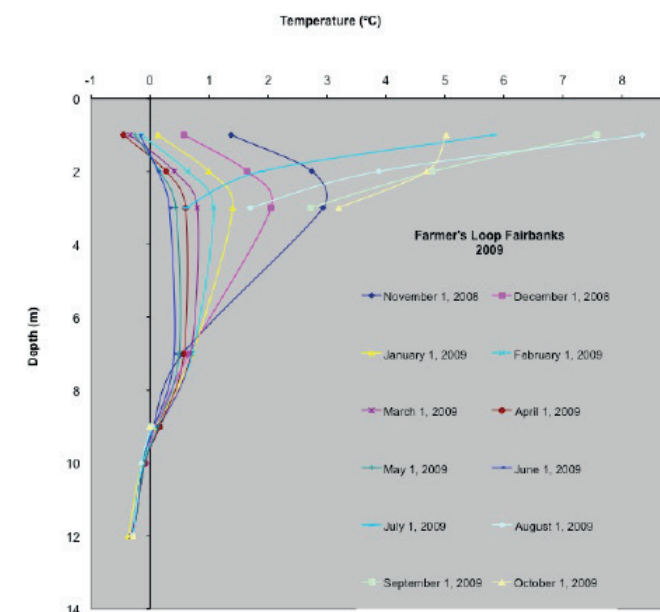
Пожар в г. Викиршам в 1971 г., 50 км к северо-западу от г. Фэрбенкса. Растительность до пожара: ель чёрная, мхи, лишайники.

Экспериментальная мерзлотная станция г. Фэрбенкс.

В 1946 году были организованы 2 исследовательские площадки (называемые площадки Линел).

На первой площадке были полностью удалены растительный покров, корни и горизонт органики.

На второй площадке только вырубил деревья, оставив растительный и напочвенный покровы.



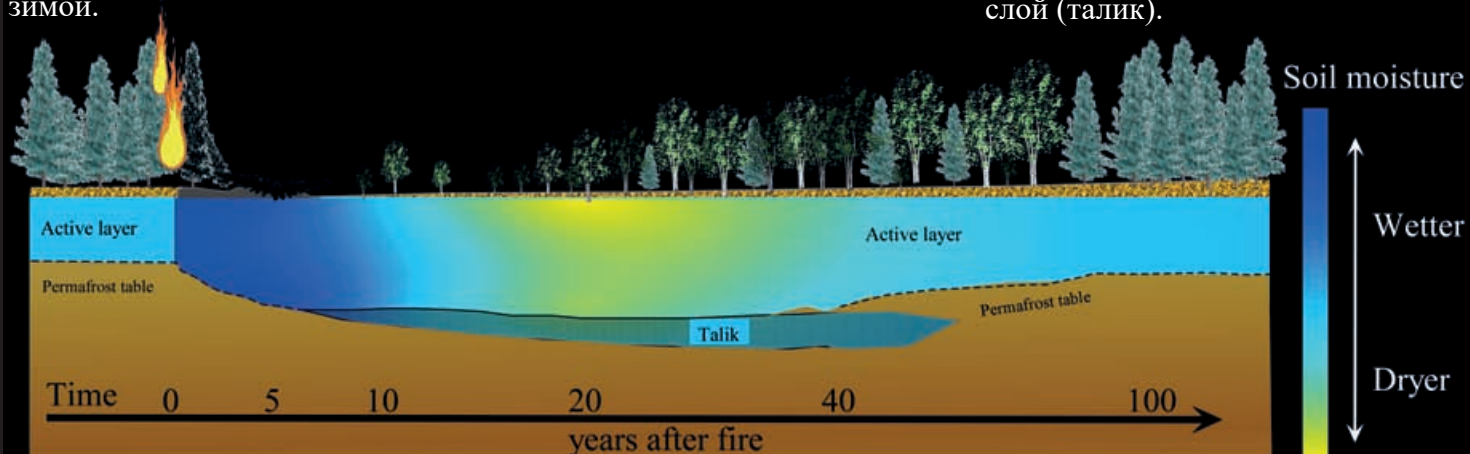
Douglas et al. 2008

Этот температурный график показывает, что через 61 год после того, как на площадке Линел были полностью удалены растительный и напочвенный покровы, таяние мерзлоты закончилось только на глубине 9,8 м.

Что изменилось через 17 лет: между деятельным слоем и мерзлотой образовалась прослойка талого горизонта (талика), не замерзающего зимой.

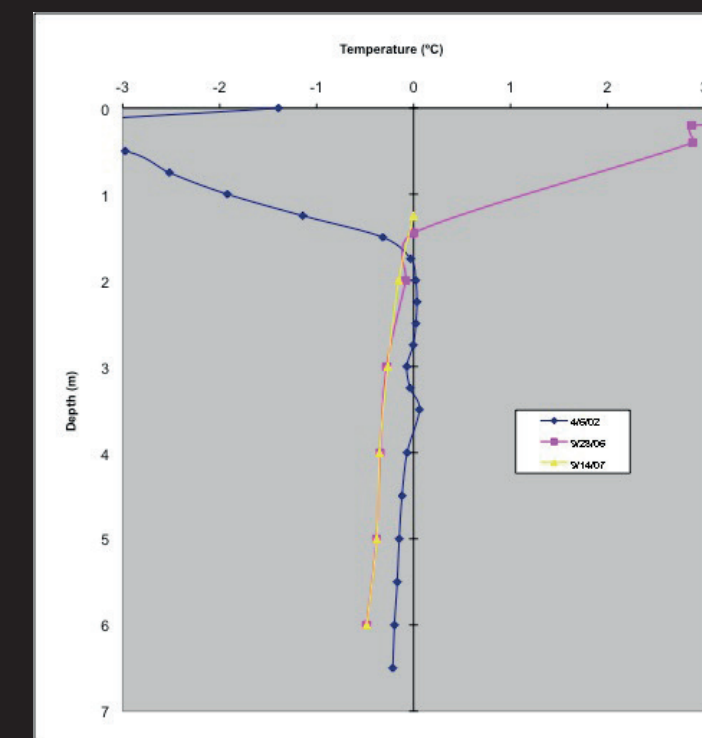
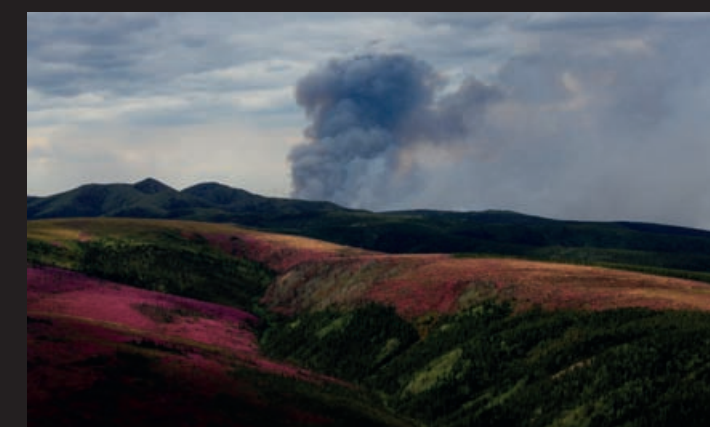
Первые 25 лет после пожара: повышенное протаивание деятельного слоя.

В течение 32 лет после пожара: деятельный слой, который имел толщину около 50 см до пожара, вырос до 1,4-1,9 м, сформировав под собой незамерзающий зимой слой (талика).



В течение 35 лет талик исчез, и слой сезонного промерзания углубился и слился с вечной мерзлотой (правый график).

Изначальные мерзлотные условия восстановились.



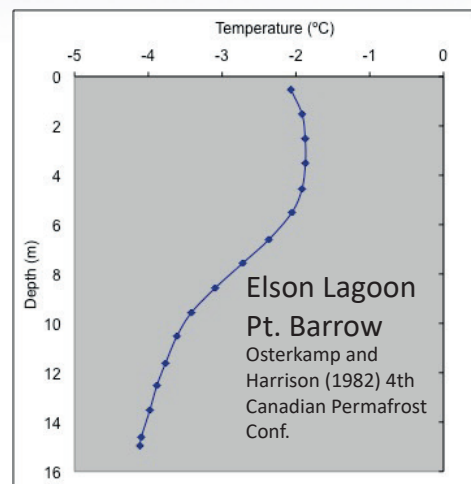
Мёрзлое... Даже под водой?!



Фото: Пол Овердуин
Данные: Пол Овердуин,
Михаил Григорьев

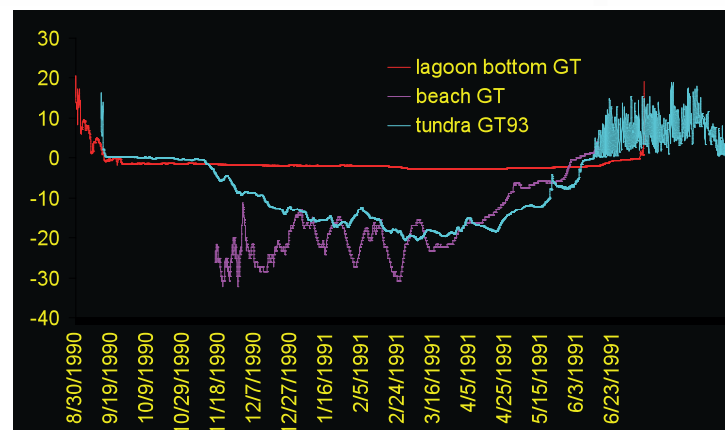
Мерзлота залегает под дном Северного Ледовитого океана. Она сформировалась в эпоху последнего оледенения, когда уровень моря упал, обнажив холодным ветрам морское дно. Ледниковые щиты покрыли собой Канаду, Скандинавию и другие северные регионы. Уровень моря упал на 100-200 м ниже сегодняшней отметки, обнажив так называемый континентальный шельф. За этот пе-

риод он промёрз на несколько сотен метров вглубь, после чего был снова скрыт под водой, когда климат потеплел и ледники растаяли около 18000 лет назад. Сегодня температура вод Северного Ледовитого океана находится ниже 0°C из-за содержания в ней соли. При повышении солёности воды на 3,5% температура замерзания воды падает на 1,8°C, поэтому мерзлота, образованная во время последнего ледникового периода, сейчас существует под морским дном.



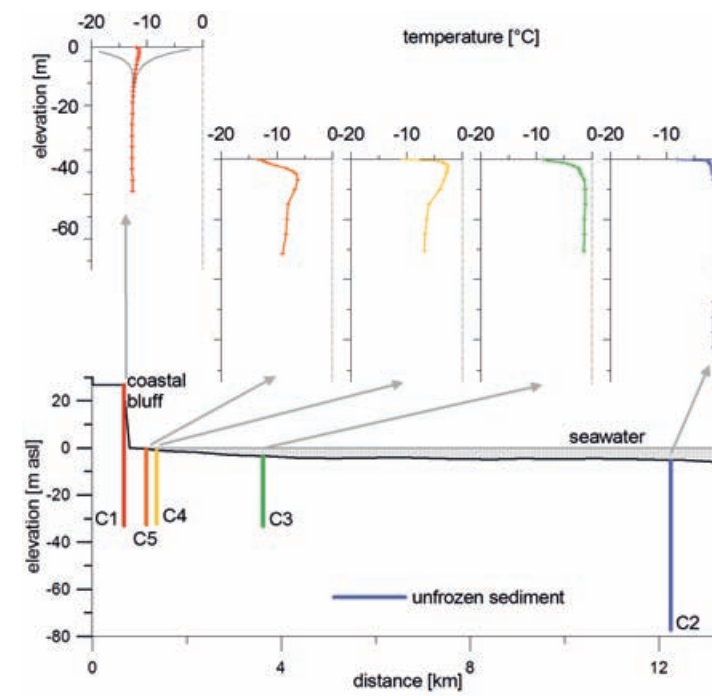
Подводная мерзлота также формируется из-за эрозии морских берегов во время штормов. Ярким примером является северное побережье Аляски, когда наземная мерзлота толщиной 300-600 м из-за отступления берега оказалась под водой, будучи законсервированной при температуре воды -1,8°C. Этот температурный профиль показывает, что верхние 6 метров имеют температуру, как в океане, но ниже 8 метров температура пород приближается к своим изначальным отметкам.

76 Мерзлота в наше время

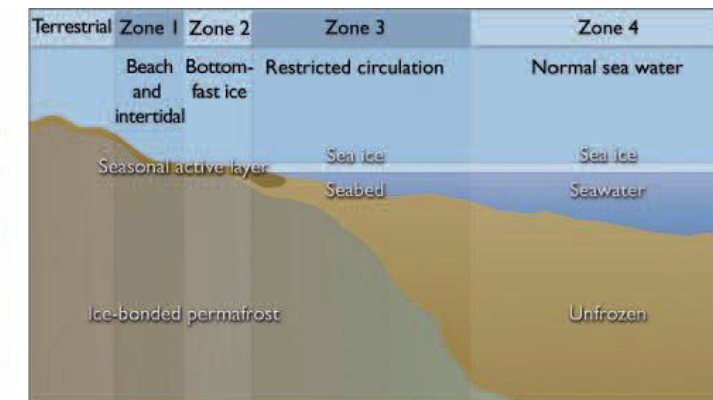


Весной бурить подводную мерзлоту с морского льда так же просто, как и на земле, поэтому появляется возможность установить в неё температурные датчики. Если есть возможность постоянного проживания на морском льду (например, на корабле), то проверка и считывание показаний с датчиков должна проводиться каждый день, как я однажды и сделал. Левый график показывает, что зимняя температура океанического дна варьирует от 0°C до -2,7°C. На морском пляже температура достигает -30°C.

ДЕКАБРЬ 2020 г.



Температурные графики грунта в профиле дна моря Лаптевых. Левая часть графика - побережье (юг), правая - море (север). Данные предоставлены Полом Овердуином.



Существуют 4 типа подводной мерзлоты:
Зона 1 – пляж. Здесь температура мерзлоты выше, чем на континенте, и медленно приближается к температуре океана.
Зона 2 – морское дно, покрываемое сезонным льдом зимой, который имеет сильный охлаждающий эффект. Верхний горизонт морского дна здесь подвергается сезонному промерзанию/протаиванию, как деятельный слой.
Зона 3 – морского льда, примерзающего ко дну, уже нет, но мерзлота ещё существует.
Зона 4 – глубокое морское дно: в основном талое, но встречаются остатки древней мерзлоты.



Образцы сильнольдистой мерзлоты со дна моря Лаптевых



Подводная мерзлота очень интересна, но трудна для исследований. Мелкое морское дно покрыто бороздами, образованными движением морских льдов, поэтому на нём практически невозможно установить надолго измерительное оборудование. Этот снимок (снизу) был получен в результате акустического сканирования дна

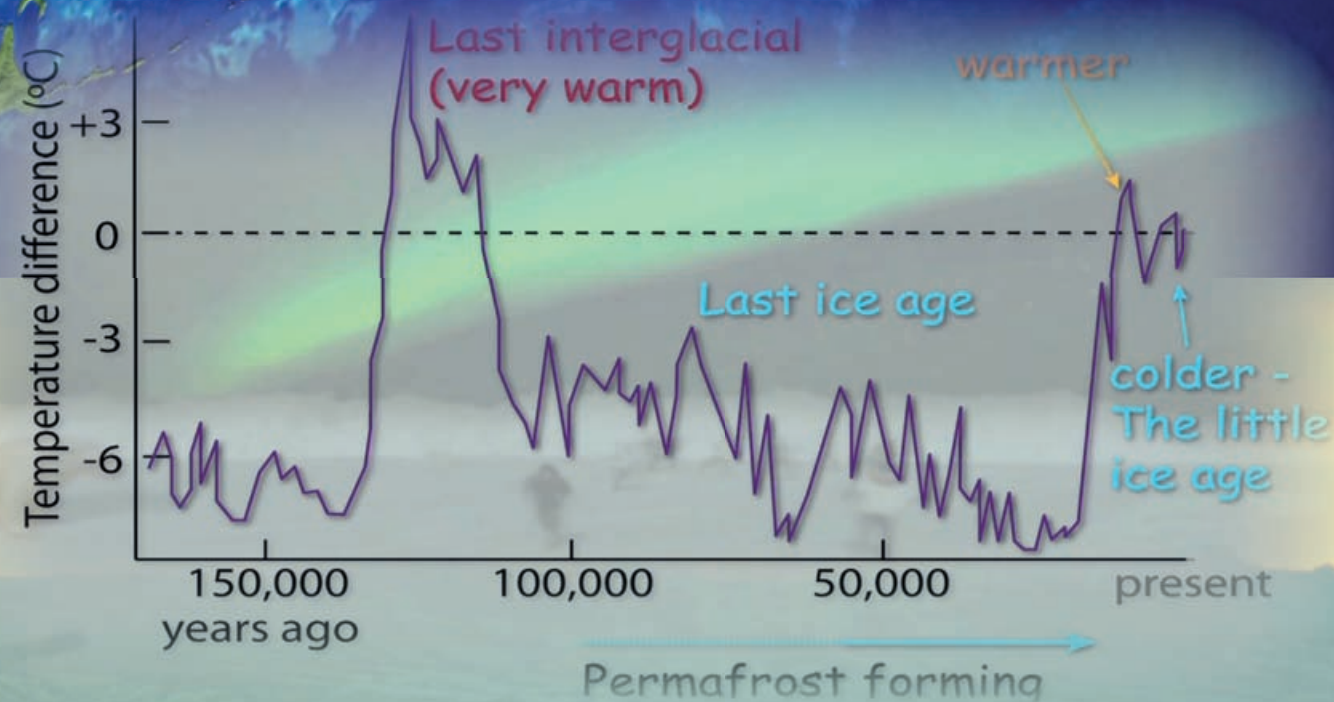
Климат постоянно меняется!

140 тысяч лет назад, в условиях постоянно меняющегося климата, первые люди, homo sapiens, оказались первыми, кто боролся за выживание в Африке. Ограниченные ресурсы заставляли их быть постоянно в движении, в поисках новых территорий, где жизнь была бы легче. Некоторые группы вынуждены были даже покинуть пределы Африки в поисках лучшей жизни, направляясь в земли, на которые никогда не ступала нога человека.

Большая часть вечной мерзлоты сформировалась во время последнего ледникового периода. Наиболее глубокая мерзлота образовывалась на участках, не покрытых ледниками в это время, потому что в их пределах поверхность земли была открыта для холодного воздуха, а не закрыта ледниками, предотвращавшими чрезмерное охлаждение.

Во время этого ледникового периода, на Земле было холоднее, чем сейчас. Уровень моря был значительно ниже сегодняшнего, потому что огромные запасы воды в это время концентрировались в ледниковых щитах.

Евразия и Северная Америка были соединены Берингийским мостом. Люди этих мест охотились на самых крупных животных ледникового периода — мамонтов.



Значительные изменения природной среды начались около 10000 лет назад, когда на Земле начало становиться теплее. Ледниковый лёд начал таять, стекая в моря. Уровень океана вырос, затопив Берингию.

Около 500 лет назад климат снова изменился. На этот раз на Земле образовался «Малый ледниковый период», когда планета стала немного холодней. Берингово море стало полностью покрываться морским льдом зимой.

Важно понимать, что фраза «таяние мерзлоты» не означает буквальное превращение твёрдой мёрзлой почвы в жидкость (как, например, «таяние льда»). Поэтому таяние мерзлоты — это на самом деле переход пород из мёрзлого состояния в талое, когда вода в породах действительно из твёрдой становится жидкой. Наиболее точно этот процесс можно описать фразой «деградация мерзлоты», однако устоявшимся словосочетанием всё же остаётся «таяние мерзлоты».

Путешествие под землёю

Аляска – горнодобывающий регион, богатый полезными ископаемыми, такими как нефть, золото, цинк и платина. Подземные шахты часто прорублены в мерзлоте, не требующей дополнительных укреплений. Она достаточно прочна, чтобы сохранять помещения и держать стены вертикальными, пока температура внутри холодная. Золотоносные шахты – прекрасное место для изучения мерзлоты.

Множество золотоискателей искали золотосодержащие залежи – самородки золота находили в древних руслах рек, которые текли много лет назад и размывали в горах породу, содержащую золото. Вокруг г. Фэрбенкса массивные отложения льдистого суглинка и пыли покрывают породы, содержащие золотые крупки. Большая часть этой пыли была принесена ветром во время последнего ледникового периода. В этих твёрдых льдистых отложениях были обнаружены интересные формы льда и предметы, такие как мамонты, кости и даже древесина, обработанная бобрами!



Музей вечной мерзлоты в г. Игарка

Мерзлотный туннель вблизи г. Фэрбенкса



Подземелья Института мерзотоведения



Туннель в мерзлоте (Permafrost Tunnel), расположенный вблизи г. Фэрбенкса – это отличное место для исследования мерзлоты. Лёд в стенах туннеля никогда не таял, однако он понемногу испаряется. Таким образом, стены туннеля изменяются ввиду превращения льда в пар на несколько миллиметров в год. Множество исследователей других планет посещают туннель, чтобы изучать жизнь в масштабах вселенной, потому что бактерии в мерзлоте спят вот уже 30-40 тысяч лет!

В мерзлотном туннеле на Аляске можно увидеть ледяные жилы, а также прослой льда, образованные погребённым под землёю льдом озёр, бугров пучения (булгуньяхов), снежников или даже ледников. Если вы разбираетесь в структуре льда, то это самое интересное место в мире для вас! Температура воздуха в туннеле обычно около -2°C , чтобы сохранять вечную мерзлоту. Летом в туннеле может показаться холодно, а зимой, наоборот, тепло, особенно когда температура наружного воздуха падает до -40°C .



Несколько мамонтов возрастом около 40 тыс. лет было обнаружено в сибирской мерзлоте. На Аляске (вблизи г. Фэрбенкса) также был обнаружен бизон возрастом 36 тыс. лет. Останки мамонтов и других животных обнаруживают в мерзлоте повсеместно. Если вы хотите, то можете своими глазами увидеть настоящих мамонтов: мамонтёнка Диму в музее Института мерзотоведения (г. Якутск) и мамонта Любу в музее г. Салехарда.



Льдистые породы, вскрытые в подземном музее мерзлоты в Игарке



“Царство мерзлоты” - туристический туннель, прорытый в мерзлоте в г. Якутске

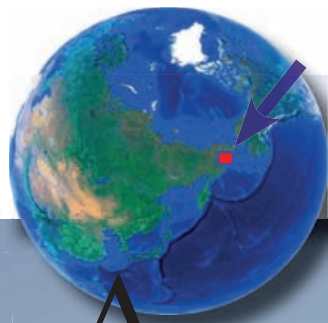


Мамонт Люба в музее г. Салехарда



Мерзлотный туннель Института мерзотоведения в г. Якутске

Экскурсия по туннелю – это путешествие во времени. Чем глубже спускаешься в туннель, тем старше в его стенах мёрзлые отложения. Используя останки животных, удалось установить, что самые древние отложения, обнаруженные в туннеле, достигают возраста 45 тысяч лет.



Чукотский АО

Анадырь, Угольные Копи

Анадырь, столица Чукотки, стоит на берегу Анадырского лимана на Берингова моря. Климат умеренно холодный. Город расположен на террасах и склонах холмов в травянистой, местами заболоченной тундре. Это основной морской и авиационный связующий пункт между поселками Чукотки и остальной Россией. Населенный пункт появился на месте Анадыря в 1889 г., когда было построено укрепление и введен военный контингент для контроля над землями и ограничения торговых взаимоотношений между местным населением и американскими предпринимателями. Местные жители, чукчи и чуванцы, славились как оленеводы, охотники на пушного и морского зверя. Когда на Чукотку пришла Советская власть, город обрел большое политическое значение, как восточный форпост коммунизма. Созданная инфраструктура помогла в освоении окрестностей, богатых углем, золотом и природным газом. Сегодня в городе проживает 13045 жителей (перепись 2010), главным образом русские. Есть несколько отделений высших учебных заведений и 2 общеобразовательных школы с 1792 учениками.



Студенты Чукотского филиала СВФУ



Лекция по мерзотоведению в лицее г. Анадырь

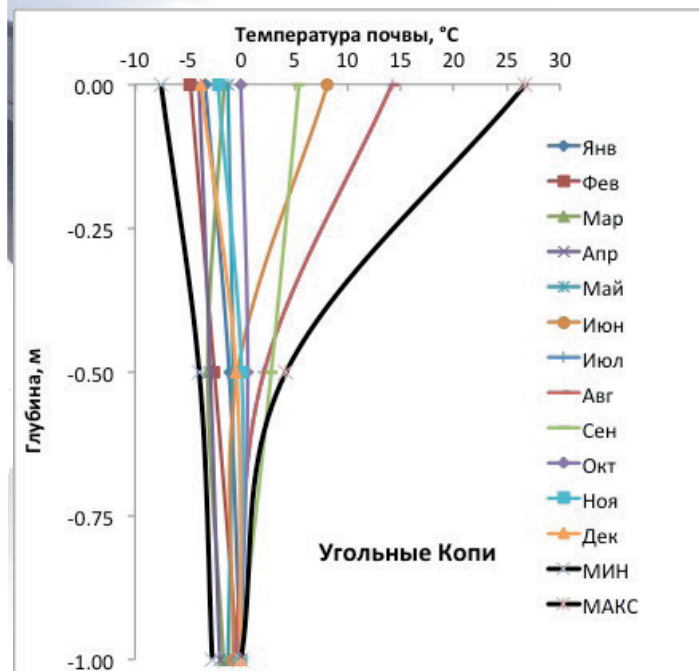
Угольные Копи – поселок на северном, противоположном от Анадыря, берегу Анадырского лимана, всего в 5 км. Климат умеренно холодный. Регулярное сообщение через воды залива осуществляется лишь летом 5 ежедневными рейсами теплохода. Зимой добраться в аэропорт Анадыря, расположенный на стороне Угольных Копей, можно лишь на такси по зимнику через скованный льдами лиман. Поселок расположен на морской террасе, окруженной низкогорьем. Вокруг распространена тундра и заболоченные пространства. Главным сектором экономики Угольных Копей является, как следует из названия, добыча угля на угольных шахтах и небольших населенных пунктах при них, расположенных вдоль берега. Сегодня все население поселков переехало в 2 микрорайона с пятиэтажной застройкой, окруженных огромным городом-призраком с заброшенными строениями. Он напоминает о лучших временах 25-летней давности, когда население было в 4 раза больше нынешних 3368 чел. (перепись 2010). В городском образовательном центре обучается 351 ученик (2015 г.)



Бурение мониторинговой скважины на территории образовательного центра в пос. Угольные Копи



Лекция по мерзотоведению в образовательном центре пос. Угольные Копи



- Факты:**
- среднегодовая температура поверхности: в Угольных Копях 1,1°C (2014-15);
 - температура мерзлоты: -3,8°C (-4,3...-3,1°C) (2005-16, скв. 37, 54, 75, 87, 111, 126 в окрестностях Анадыря);
 - градусо-дни с отрицательной температурой: -3356±418°C/день (2005 - 16, метеостанция Анадырь);
 - градусо-дни с положительной температурой: 1155±172°C/день (2005-16, метеостанция Анадырь)

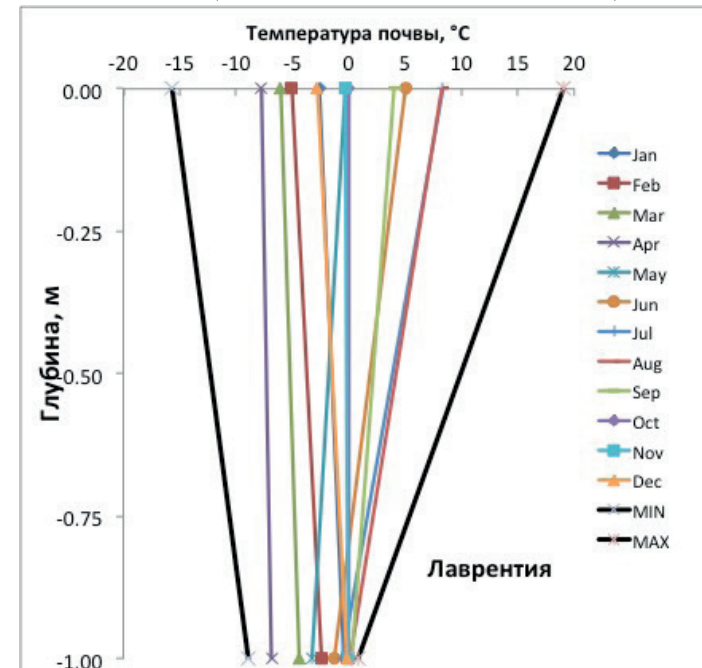


Чукотский АО Лаврентия, Лорино, Инчоун

Лаврентия, районный центр на Чукотке, расположен на косе на юго-восточном берегу залива Святого Лаврентия Берингова моря. Климат арктический восточный. Залив представляет собой глубокий фьорд, заложенный по разлому между вулканическим и метаморфическим массивами мезозойского возраста. Вулканические постройки южного берега достигают высоты 1000 м. Тектонические движения, ледниковые периоды, и изменения уровня моря, благодаря которым в Плейстоцене в этих местах существовал Берингийский перешеек между Евразией и Америкой, сформировали предгорную равнину высотой до 100 м. Равнина покрыта Тихокеанской тундрой с заметным видовым богатством, по склонам гор распространены курумы и каменные глетчеры. Лаврентия - первое поселение на косе, образовано в 1928 г., когда коммунисты организовали агитационную базу. Окрестности были относительно населены. Старые поселения коренных народов состояли из нескольких семей чукчей или азиатских эскимосов. Они располагались на крутых берегах Берингова моря, что обеспечивало занятие традиционным морским зверобойным промыслом. Некоторые из них существовали уже в первом тысячелетии. Однако электрификация, строительство больниц, строительство аэропорта и расселение многих традиционных поселений сделало село Лаврентия социально-экономическим центром восточной Чукотки. Его население насчитывает 1859 чел. (перепись 2010), обеспеченных ежегодными поставками топлива, центральным отоплением, электричеством, больницей и школой и еженедельным авиарейсом в Анадырь – административный центр Чукотки. Школа была организована одновременно с агитационной базой. Число учащихся 264 чел (2016 г.).

Факты:

- среднегодовая температура поверхности: в Лаврентии -1,8°C (2014-15); в Лорино выше -3,7°C (2012-16); в Инчоуне 1,3°C (2014-16);
- температура мерзлоты: -3,5...-4,2°C (2012-2016, Лорино);
- градусо-дни с отрицательной температурой: -2832±420°C·день (2005-15, метеостанция Мыс Уэлен);
- градусо-дни с положительной температурой: 687±109°C·день (2005-15, метеостанция Мыс Уэлен)



Наблюдения за температурой почвы проводились в двух скважинах глубиной 1 м. В Лаврентии наблюдения проводились с участием школьников, а в Лорино на площадке мониторинга деятельного слоя (данные CALM). Кроме этого, за температурой наблюдали в ледниках с. Инчоун и с. Лорино. Лоринский ледник – выдающаяся конструкция – представляет собой тоннель длиной 100 м, построенный московским «Метростроем». В непрветриваемой камере температура стабильно держится около -4,0°C. Температура мерзлоты, измеренная при инженерных изысканиях 1978 г., была -4,1°C. Можно заключить, что за последние 40 лет в температурном режиме мерзлоты изменений не произошло.



Бурение скважины и установка мерзлотомера в пос. Лорино
Декабрь 2020 г.

Глеб Краев, Алексей Маслаков, Дмитрий Замолотчиков



Лорино – село с населением 1267 чел. (перепись 2010 г.), расположенное на северном берегу Мечигменского залива, в 40 км по дороге на юго-восток от Лаврентии. Оно располагается

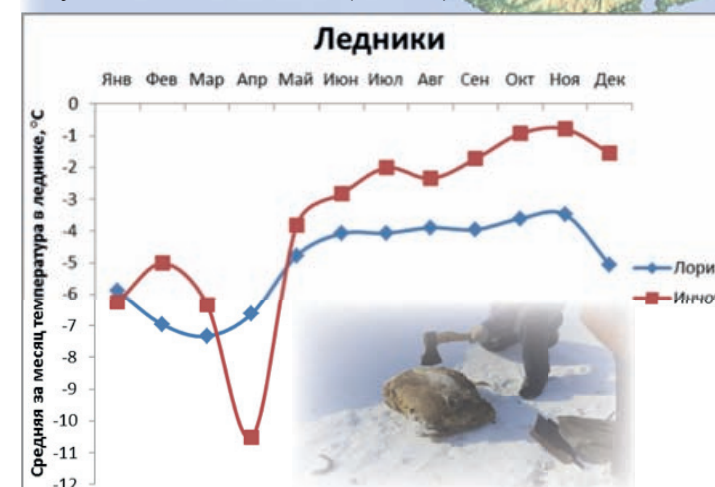
Лекция по мерзлотоведению среди учеников школы пос. Лаврентия

в устье р. Лорен на морской террасе высотой 30 м, сложенной песками и различными видами подземных льдов. В верхней части встречаются молодые повторно-жильные льды. Терраса круто обрывается в море - в процессе термоабразии с 1970 г. берег отступил на 15 м. Многие постройки оказались в море. Лорино – одно из древних поселений Чукотки, на сегодняшний день является самым крупным поселением чукчей. Морские зверобои местной общины имеют крупнейшую квоту на добычу китов в мире. Ежегодно добывается и раздается местному населению 40-50 серых китов и 1-3 гренландских кита. В соответствии с традициями чукчей селом также поддерживается работа кочевых оленеводов. Во времена Советского Союза в селе была построена песцовая ферма, где для производства меха сегодня выращивается около 300 песцов. Первая школа в Лорино была организована в 1939 г. в яранге – традиционном жилище кочевых оленеводов. Современная школа – несколько бетонных строений с численностью обучающихся 314 чел. (2015 г.).

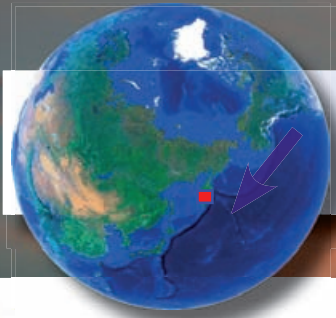


Бурение скважины и установка мерзлотомера вблизи пос. Лаврентия

Инчоун – чукотское национальное село на косе на побережье Северного-Ледовитого океана, примерно в 40 км к северо-западу от Берингова пролива. Благодаря близлежащему лежбищу моржей это место населено сибирскими эскимосами почти 3000 лет, хотя село построили лишь в 1950 г. Оно транспортно изолировано от цивилизации – вертолет из Лаврентии прилетает 2 раза в месяц. Чукчи ведут традиционную охоту на морских млекопитающих и рыбачат. Инчоун окружен тундрами национального парка Берингия. Климат арктический восточный. В 2000-х гг. был построен инновационный школьный модуль. В селе проживает 387 чел., в школе обучается 32 ученика.



Внутри ледника пос. Лорино, построенного в 1957 г. Длина тоннеля составляет около 300 метров.

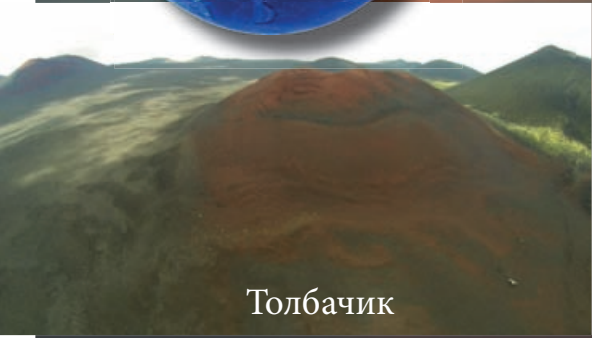


Камчатский край

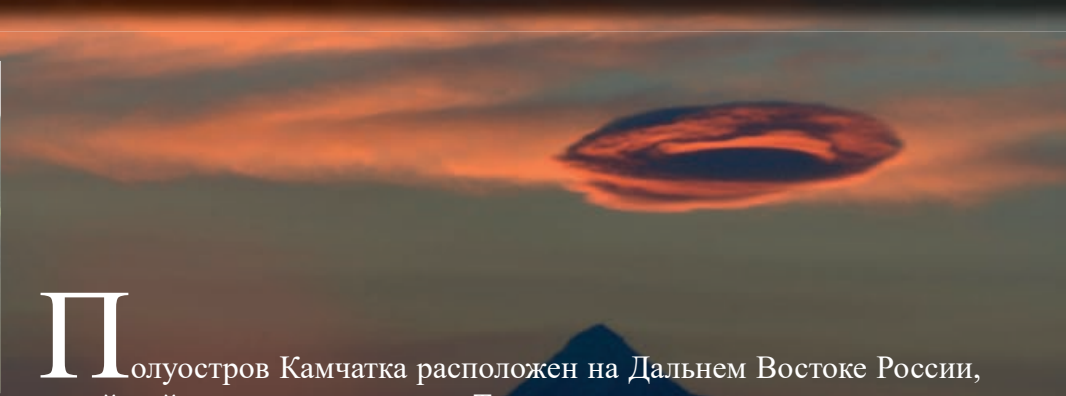
Эссо, Толбачик, Лазо, Петропавловск-Камчатский, Усть-Камчатск, Усть-Большерецк, Ичинская сопка, Сокоч

Координаты: 55,71° с. ш. 160,30° в. д.

Текст: Андрей Абрамов
 Фото: Андрей Абрамов, Глеб Краев
 Данные: Андрей Абрамов, Точио Соне



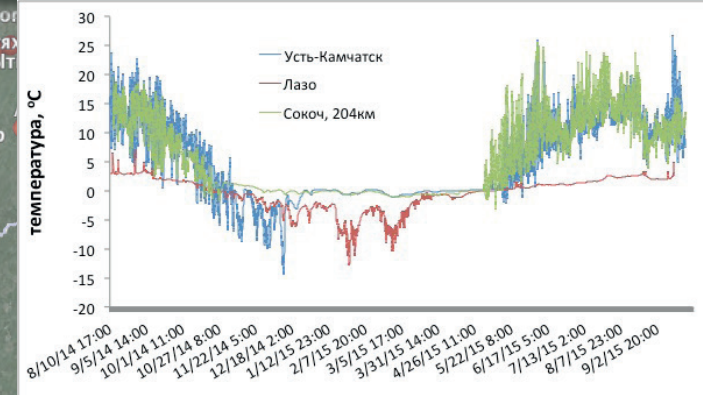
Толбачик



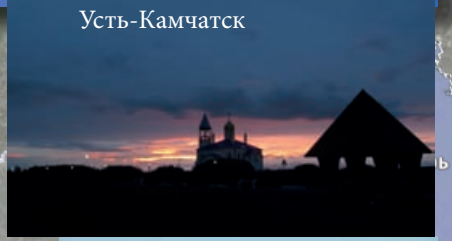
Полуостров Камчатка расположен на Дальнем Востоке России, это край действующих вулканов. Также здесь распространены многолетнемерзлые породы. На основной части территории их существование приурочено к склонам горных хребтов, и только ближе к перешейку они появляются на побережье. В населенных пунктах мерзлые породы, как правило, не распространены, но глубокое сезонное промерзание и холодные зимы позволяют устраивать ледники.

Южная часть полуострова характеризуется морским климатом с большим количеством осадков, мощный снежный покров препятствует глубокому промерзанию. В Петропавловске-Камчатском среднегодовая температура пород 3.5°C. Острова мерзлых пород встречаются только в вершинных частях вулканических построек.

В районе Ключевской группы вулканов среднегодовые температуры пород в долине реки Камчатка близки к 3°C (Козыревск, Ключи), острова мерзлых пород могут формироваться выше отметки 500 м над уровнем моря, а сплошное распространение обычно наблюдается выше 1000-1100 м над уровнем моря. Вулканические процессы влияют на распространение мерзлоты преимущественно на локальном уровне, за исключением крупнейших эксплозивных и трещинных извержений, когда обширные территории перекрываются вулканогенными отложениями (извержения вулкана Безымянный 1956 года, извержения вулкана Толбачик в 1975-76 и 2012 гг.).



Температура поверхности земли на трех разных участках Камчатки. Зимняя температура составляет почти 0 °С и связана с теплоизоляцией снега



Усть-Камчатск



Эссо

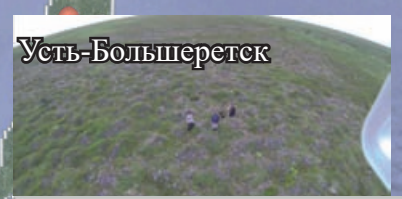


Петропавловск-Камчатский

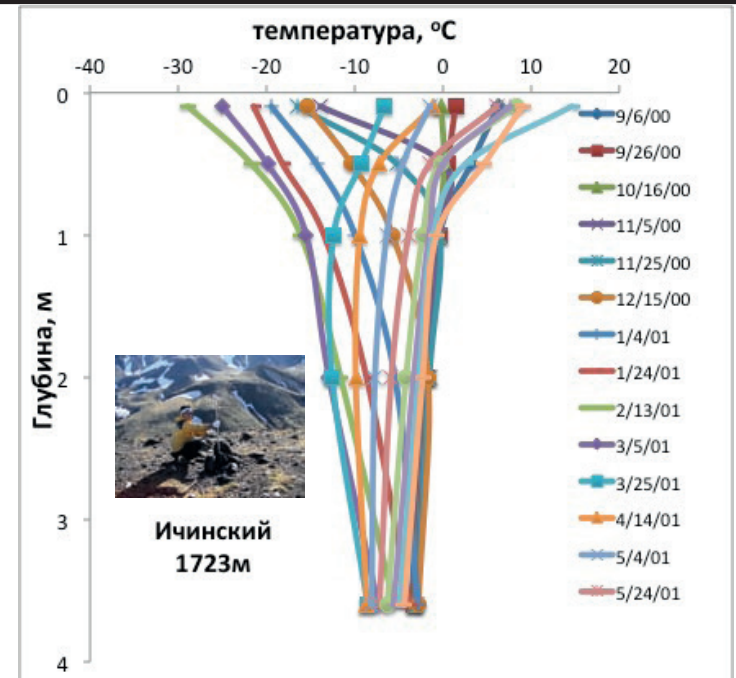
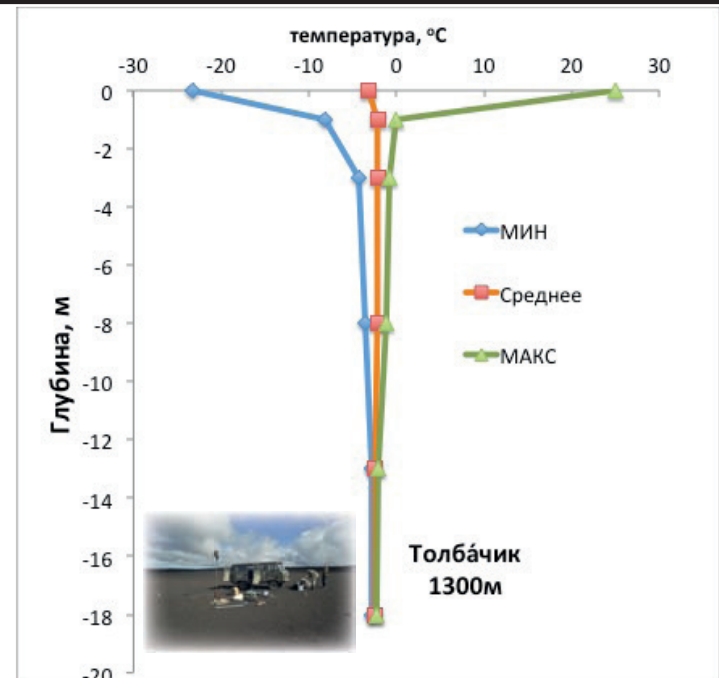


В зоне распространения мерзлоты широко представлены проявления криогенных процессов – полигональное растрескивание, солифлюкция, пятна-медальоны, сортированные грунты. В горах развито оледенение, встречаются каменные глетчеры. Ледники с поверхности часто закрыты обломочным чехлом.

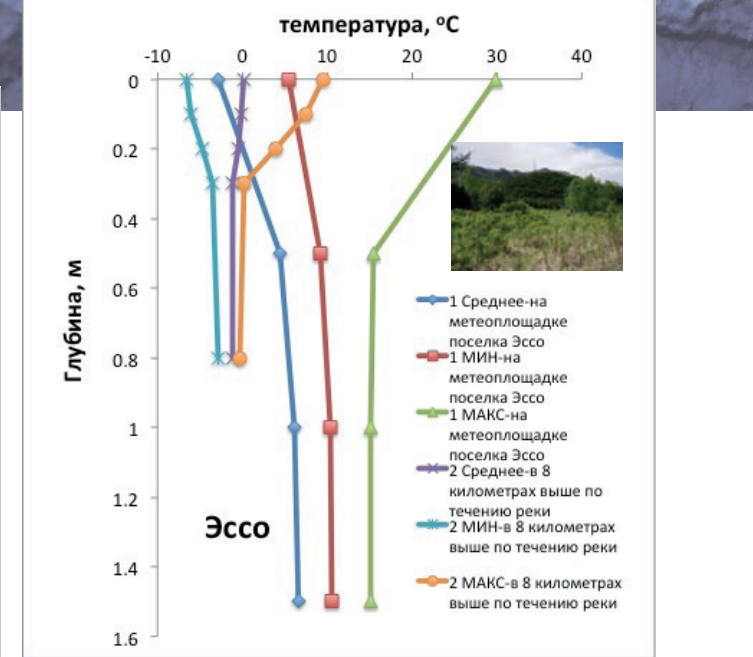
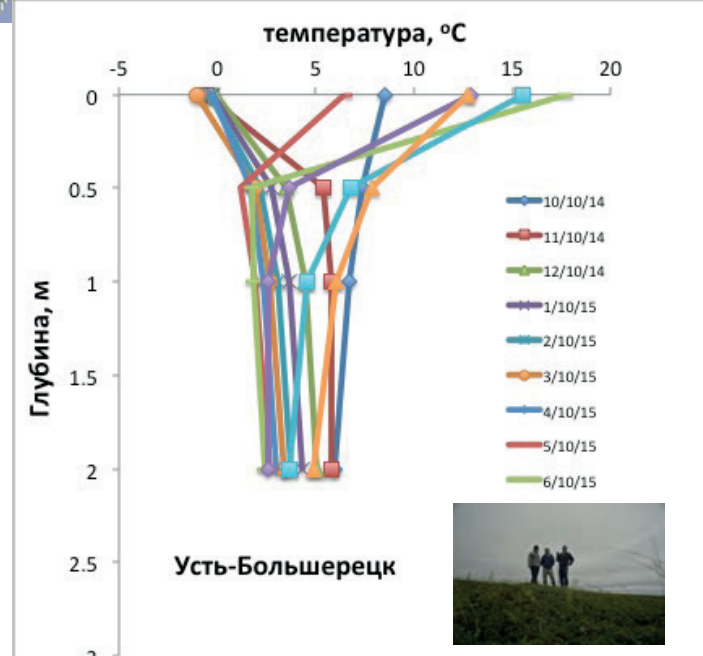
Области разгрузки термальных вод также влияют на температурный режим пород, в поселке Эссо (Срединный хребет) среднегодовая температура пород близка к 16°C, в то время как на окрестных склонах встречаются острова многолетнемерзлых пород.



Усть-Большерецк



ДЕКАБРЬ 2020 г.



1 - на метеоплощадке поселка Эссо (470 м над уровнем моря), мерзлота отсутствует из-за повышенного теплопотока;
 2 - в 8 километрах выше по течению реки (560 м над уровнем моря), мерзлота существует под моховым покровом



Магаданская область

Магадан, Сокол

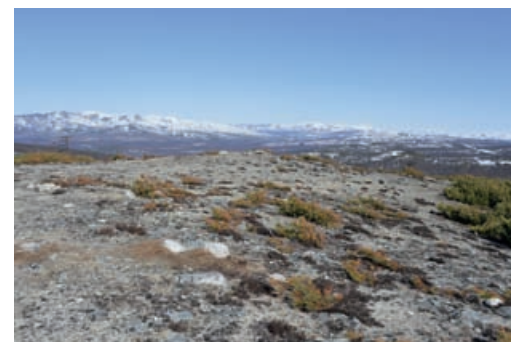
Координаты: 59,75° с. ш. 151,18° в. д.

Текст: Владимир Михайлов, Алексей Маслаков
Данные: Михаил Железняк

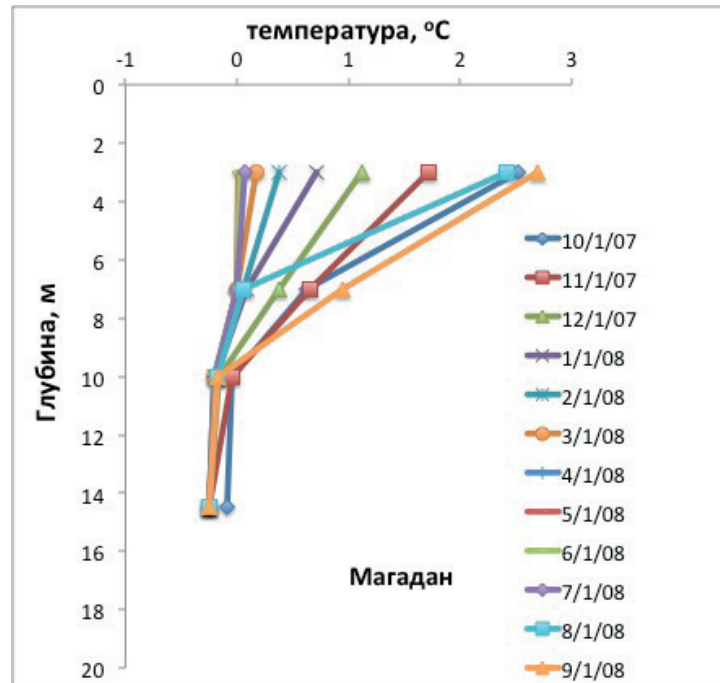


Ночной вид на г. Магадан

Центр Магадана утром. Слева вверху ночной вид города. Большая часть центра города была построена японскими военнопленными в 1945-1948 гг.



Площадка мониторинга температур многолетней мерзлоты вблизи г. Магадана



Температурная скважина, расположенная между аэропортом и городом. График показывает, что мерзлота начинается с глубин 10 м. Предполагается, что на этом участке она деградировала до таких отметок



Магадан — город-порт на Дальнем Востоке России с населением 92 081 чел. (2016). Город расположен на территории между бухтами Нагаева и Гертнера, на побережье Охотского моря. Одна из версий происхождения названия города гласит, что оно происходит от эвенского «монгдан» — ветреное место.

Магадан основан как рабочий посёлок для освоения полезных ископаемых Колымского края в 1929 г., статус города с 1939 г. Долгое время (1931-1951 гг.) город являлся центром Государственного треста по промышленному и дорожному строительству в районе Верхней Колымы «Дальстрой», осуществлявшим освоение перспективных месторождений золота и других полезных ископаемых. В 1953 г. на территории «Дальстроя» была образована Магаданская область, город стал её административным, экономическим, научным и культурным центром. Исторический центр Магадана образуют ансамбли зданий, построенные в 1950-е годы по проектам ленинградских архитекторов в стиле неоклассицизма.

Для Магадана характерен субарктический климат с чертами морского. Зима длительная и холодная, смягчающаяся Охотским морем. Лето короткое и прохладное с частыми ветрами. Самый тёплый месяц года - август со средним дневным максимумом +15 °С, самый холодный месяц года - январь, имеет среднесуточную температуру -16,4 °С.

В Магадане находится 22 общеобразовательных учреждения, а также Северо-Восточный научный центр Дальневосточного отделения Российской академии наук. В городе производят горное оборудование, находятся предприятия по переработке рыбы, машиностроительные заводы и иные промышленные предприятия.

Расстояние от Магадана до Москвы по автодорогам — 9709 км. От Магадана через основные посёлки области проходит федеральная трасса «Колыма», соединяющая область с Якутией и «большой землёй». Действующей железной дороги в Магаданской области нет. Международный аэропорт «Магадан» (Сокол) — крупнейший на Северо-Востоке России. В городе существует второй по величине морской порт на Северо-Востоке страны (после Петропавловска-Камчатского), который работает круглогодично.



Снимок на память после окончания лекции по мерзлотоведению в гимназии (английской) г. Магадана



Лекция по мерзлотоведению в школе №2 г. Магадана



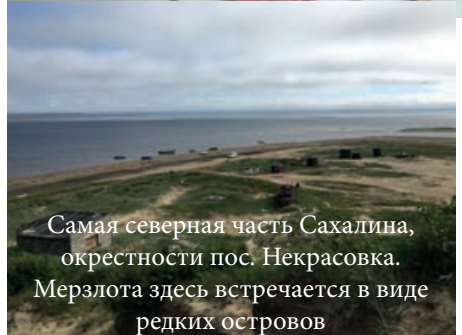
Сахалинская область

Ноглики, Оха, Некрасовка

Текст, фото, данные: Юлия Станиловская



Музей Южно-Сахалинска, бывший дом японского губернатора Сахалина



Самая северная часть Сахалина, окрестности пос. Некрасовка. Мерзлота здесь встречается в виде редких островов

Остров Сахалин – единственный островной регион и крупнейший остров России, вытянутый по меридиану на 950 км, ширина острова 25-180 км. Он отделен от материка Татарским проливом и узким проливом Невельского. На Сахалине четко выделяются два крупных района: южный — горный и северный — пологая холмистая Северо-Сахалинская равнина с таежно-болотным и лесотундровым ландшафтом.

Климат Сахалина – умеренно-муссонный со среднегодовой температурой воздуха на севере острова $-1,5^{\circ}\text{C}$ и на юго-востоке $+5^{\circ}\text{C}$. Климат восточного побережья более суров, что связано с идущим вдоль берега холодным Сахалинским течением Охотского моря, которое несет льды даже летом. Это течение охлаждает восточное побережье и на юге острова.



Татарский пролив, справа Хабаровский край, слева - Сахалин

Монумент жертвам землетрясения 1995 г., разрушившего значительную часть построек северного Сахалина

На Сахалине зафиксированы острова мерзлоты с множеством болот и озер на Северо-Сахалинской равнине, в Поронайской «тундре», в средней части острова. Температура мерзлоты около $0...-1^{\circ}\text{C}$.

Сезонные и многолетние бугры пучения встречаются на болотных массивах в прибрежных районах северной части острова, на Тымь-Поронайской низменности, а также на юге острова вдоль восточного побережья на заболоченных участках лагунных озер.



Школьники гимназии пос. Ноглики устанавливают мерзлотомер



Ученики г. Оха устанавливают мерзлотомер

Нефть и газ добывается на севере Сахалина. Первый нефтепровод в мерзлоте в России «Оха - Софийск» (388 км) был построен в 30-х гг. Для транспортировки нефти и газа, добытых в рамках проекта «Сахалин-2», используется транссахалинская трубопроводная система. Протяженность каждой из двух ниток трубопровода (для нефти и для газа) составляет 800 км.



Лекция по мерзлотоведению в школе г. Оха



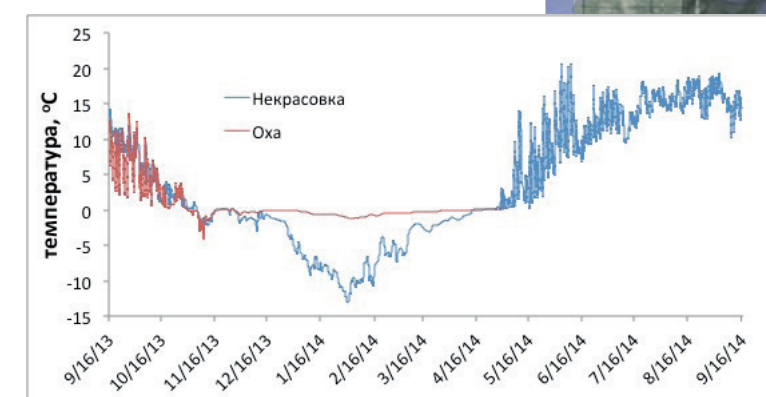
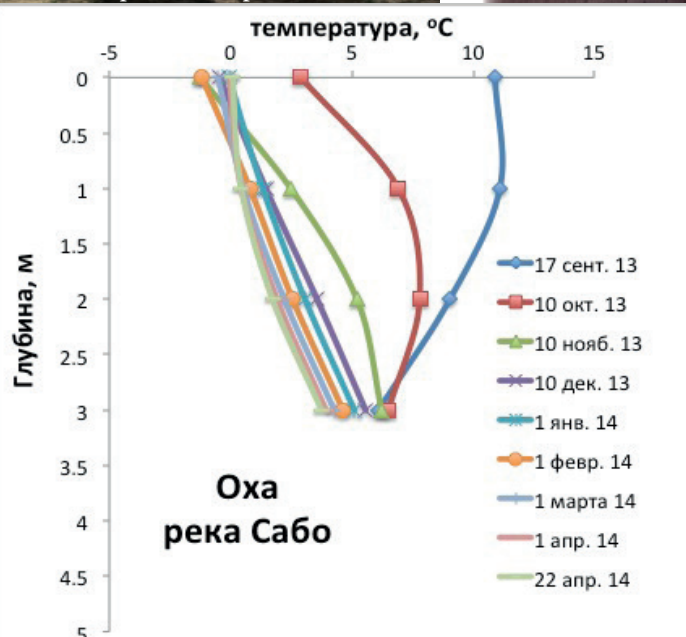
Лекция по мерзлотоведению в пос. Некрасовка



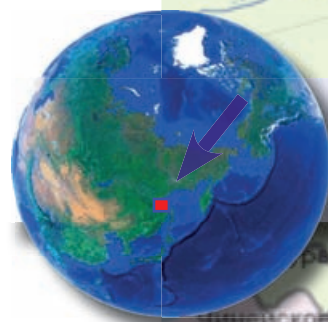
Групповая фотография школьников г. Ноглики



Бурение скважины со школьниками пос. Некрасовка



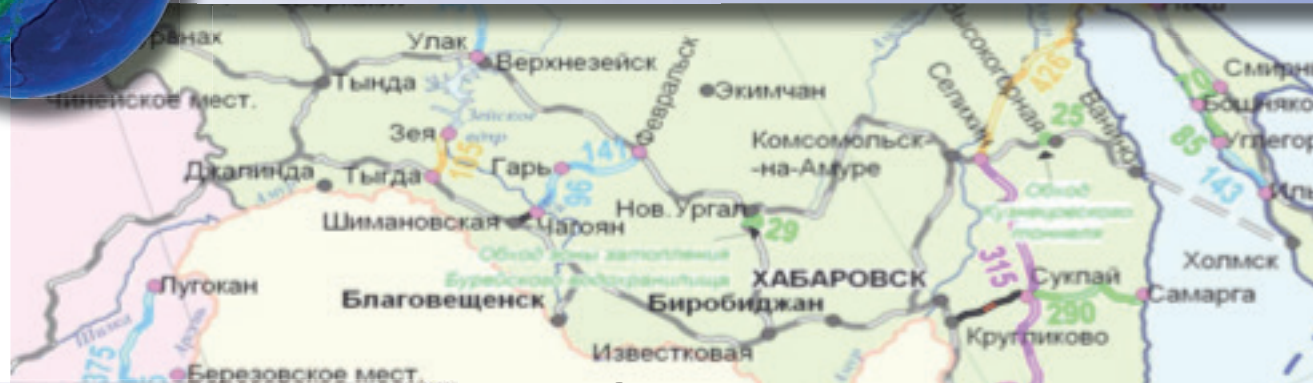
На юге острова характерно сезонное промерзание до 70-100 см, что связано с большим снежным покровом и высоким уровнем грунтовых вод. Менее 1 % населения составляют представители коренных народностей Севера — нивхи или гиляки, айны и ороки.



Хабаровский край Хабаровск

Координаты: 51,08° с. ш. 132,75° в. д.

Текст, фото, данные: Жданова Светлана Мирхазовна



Бам -Тында, Этыркэн - Ургал, Комсомольск, Тырма - Ургал

Климат резко континентальный. Зима малоснежная, холодная. Среднегодовая температура воздуха $-1,4^{\circ}\text{C}$ со среднеянварской $-28,5^{\circ}\text{C}$ и среднеиюльской $20,6^{\circ}\text{C}$.

Участок трассы Ургал – Известковая – участок сплошного распространения высокотемпературной мерзлоты.

В районах с неустойчивой мерзлотой сооружение земляного полотна предусматривалось с расчетом на оттаивание мерзлоты и постепенного ее устранения естественным путем или в результате осуществления ряда мероприятий, ускоряющих этот процесс.

Температурный режим мерзлых пород изменяется с запада на восток в сторону понижения от $-0,2$: $-0,5^{\circ}\text{C}$ (Февральск) до $-0,4^{\circ}\text{C}$; $-1,8^{\circ}\text{C}$ (Этыркэн).

Мари, где формирование мерзлых грунтов происходило с накоплением речных отложений, содержат большое содержание льда в виде линз и прослоек. Примером может служить междуречье Демченко–Исикан, где мощность ледяных прослоек составляет от 2 до 4 м. К сильнольдистым также относятся верхние горизонты торфяных марей, представленные плохо- или слаборазложившимися торфами или сильнозаторфованными пылеватыми супычестыми грунтами.

Ниже приводятся особенности участка экспериментальных исследований ДВГУПС восточного участка БАМа Февральск – Джамку

БАМ-дорога в будущее России : скоростное преодоление барьер. мест. события, факты, люди / [А. И. Белозеров, В. А. Букреев, В. Н. Мазур, В. А. Шарифудинов ; под общ. ред. А. М. Островского]; Сиб. гос. ун-т путей сообщ. - Новосибирск : Издательство Сиб. государственного университета путей сообщ., 2004., - 385 с.

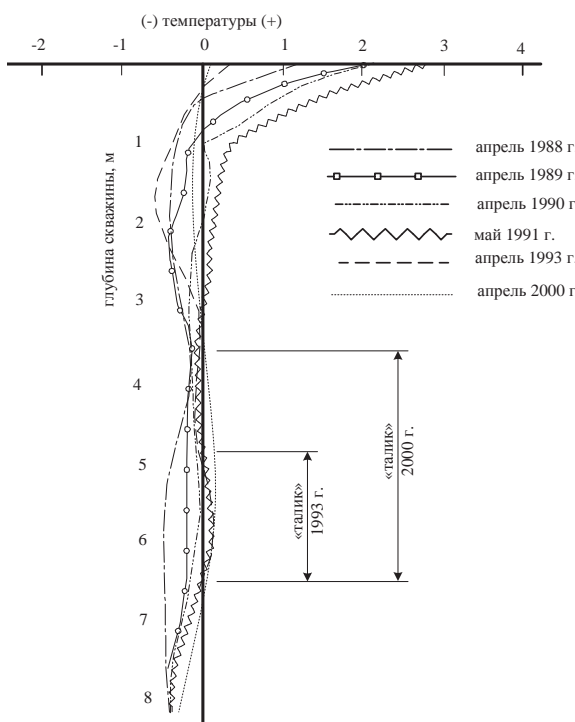


Проблемы строительства и эксплуатации земляного полотна и верхнего строения пути в суровых природно-климатических условиях связаны с возникновением и развитием различных видов криогенных процессов: термокарста, пучинообразования, деградации вечной мерзлоты, наледеобразования, термосуффозии и др.

Земляное полотно в условиях криогенных процессов подвержено опасным деформациям: в водоотводах и вблизи с земляным полотном на моховых марях чаще всего возникает и развивается термокарст (из-за протаивания линз льда).

На участках с буграми пучения и карстообразования в подрельсовом основании неожиданно возникают опасные разрывы и провалы грунтов

На участке железной дороги Тырма - Ургал распространены высокотемпературные вечномерзлые грунты, поэтому здесь был построен так называемый Буреинский обход для переноса путей из зоны затопления водохранилищем Буреинской ГЭС.



Байкало-Амурская магистраль (БАМ) – первая самая протяженная железная дорога в мерзлоте в мире с множеством тоннелей (1938-1984 гг.). Общая протяженность БАМа от Тайшета (Восточная Сибирь) до Советской Гавани (Дальний Восток) составляет 4300 км. БАМ пролегает по территории Иркутской области (предбайкальский участок), Забайкальского края, Амурской области, Республик Бурятия и Саха (Якутия), Хабаровского края. БАМ связывается с Транссибирской железной дорогой тремя соединительными линиями: Бамовская - Тында, Известковая – Новый Ургал и Волочаевка – Комсомольск-на-Амуре. Трасса магистрали на протяжении 410 км проходит в зоне 8-бальных и 740 км – в зоне 9-бальных землетрясений.

Текст, фото, данные: Денис Погодин, Юлия Станиловская



Схема БАМа и дальневосточной части Транссибирской магистрали с месторождениями полезных ископаемых

Климат всей зоны БАМа резко континентальный с продолжительной холодной зимой (8 мес.) и коротким тёплым и дождливым летом. Среднегодовые температуры воздуха по всей зоне БАМа отрицательные и изменяются от - 3,2 до - 7,8 °С. Абсолютные минимумы температур достигают - 60 °С, абсолютный максимум температуры воздуха +40 °С.



Гидролакколиты в земляном полотне

Подземные льды наблюдаются, главным образом, на пойменных и надпойменных террасах практически всех крупных рек зоны магистрали

Литература:
БАМ - дорога в будущее России : скоростное преодоление барьер. мест: события, факты, люди / [А. И. Белозеров, В. А. Букреев, В. Н. Мазур, В. А. Шарфутдинов ; под общ. ред. А. М. Островского]; Сиб. гос. ун-т путей сообщ. - Новосибирск : Издательство Сиб. государственного университета путей сообщ., 2004. - 385 с.



Осадки вдоль трассы 2339-го км



Наледи на железной дороге при строительстве БАМа



Болото в районе вечной мерзлоты (мари)

Характерной особенностью ландшафта районов мерзлоты являются мари (болота на мерзлоте), охватывающие почти полностью площади пойменных террас, низких надпойменных террас и, частично, пониженные участки высоких террас.

БАМ проходит по территориям расселения различных коренных народов Дальнего Востока России. Так, районы Северо-Востока Азии и север Приамурья являлись местом жительства эвенков, южная же часть Приамурья была занята нанайцами, ульчами, орочами, негидальцами и нивхами.

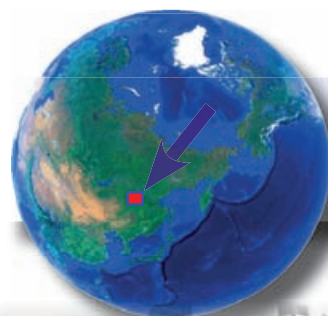
Народности севера БАМа вели кочевой образ жизни. Делились по типу хозяйствования на пеших и оленьих. Для первых первостепенное значение в хозяйстве имели рыболовство, собирательство и охота. Вторые занимались отгонным оленеводством и охотой на диких оленей. Имели они и немногочисленные стада домашних оленей, которых использовали как транспортных животных.

Обитатели юга Дальнего Востока в неолитический период, судя по археологическим данным, вели оседлый образ жизни. Основой их хозяйства было рыболовство. В период раннего железного века население среднего и верхнего Амура уже перешло к земледелию. Земледелие сочеталось с охотой и, возможно, оленеводством, что обусловило проникновение в долину Амура тунгусских племен.

Строительство и эксплуатация объектов транспортной инфраструктуры в районах распространения вечной мерзлоты может вызвать нарушение теплового режима грунтов (основания зданий и сооружений). Подобное нарушение по-разному изменяет свойства грунтов, в зависимости от их типа. Такие изменения могут быть катастрофическими для объектов строительства, приводя к критическим деформациям сооружений.

Наиболее уязвимыми элементами конструкций железной дороги являются земляное полотно, борта глубоких выемок, участки земляного полотна с встроенными искусственными сооружениями, главным образом гофрированными водопропускными трубами. Сюда же относятся и комплекс станционных зданий и сооружений в случаях неравномерной тепловой нагрузки на грунтовые основания независимо от выбранного принципа строительства — с сохранением или без сохранения вечной мерзлоты.

Регионоведение Дальнего Востока России: учебное пособие / [Л. П. Степнова и др.]; под общ. ред. Н. Т. Кудиновой; Хабаровск: Издательство ТОГУ, 2013.

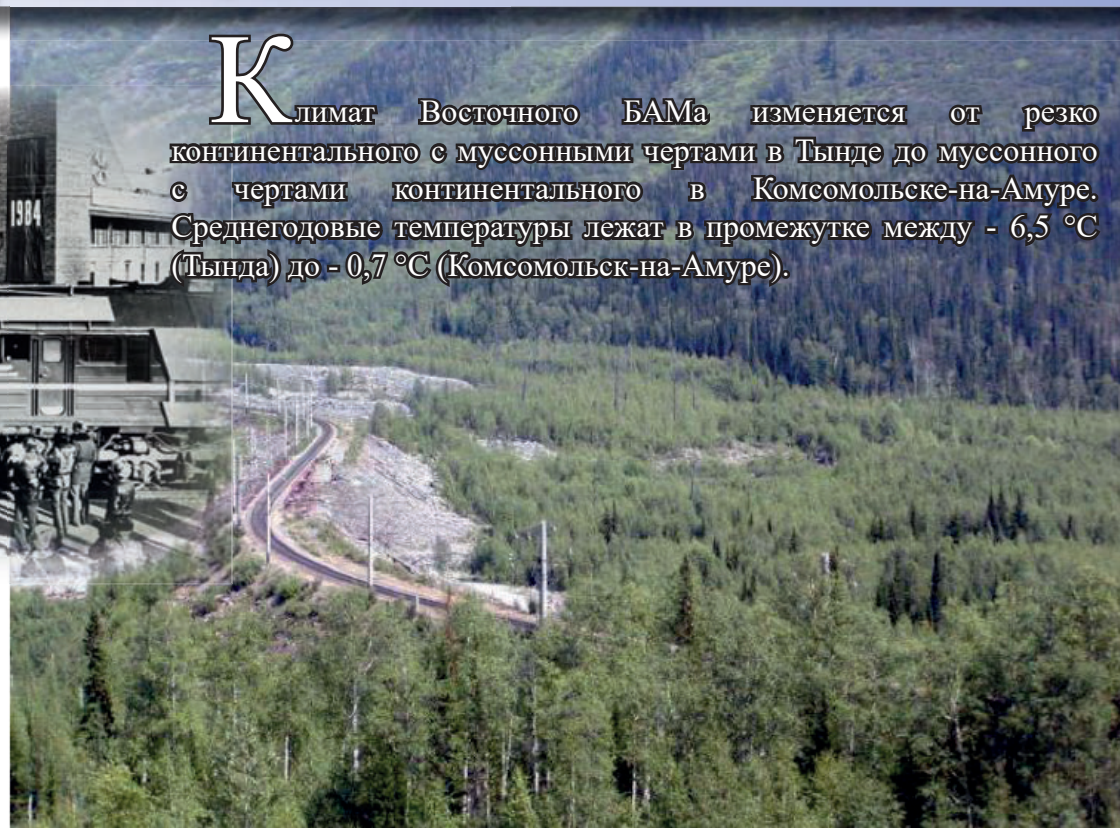


Амурская область Тында, Сковородино

Денис Погодин, Юлия Станиловская

Климат Восточного БАМа изменяется от резко континентального с муссонными чертами в Тынде до муссонного с чертами континентального в Комсомольске-на-Амуре. Среднегодовые температуры лежат в промежутке между - 6,5 °С (Тында) до - 0,7 °С (Комсомольск-на-Амуре).

Открытие сквозного движения по всему БАМу. Тында, октябрь 1984 г.



Геокриологическое строение района трассы Тында – Ургал характерно своим разнообразием. Среднегодовые температуры здесь изменяются от 0 до - 5 °С, а мощность вечномёрзлых пород изменяется в этом районе трассы от 100–200 м в пос. Тында до 30–60 м в районе пос. Ургал.

В районе трассы Ургал – Комсомольск-на-Амуре развита мерзлота, характеризующаяся сплошным распространением на 32 %, прерывистым – на 36 % и островным – на 32 % протяженности мёрзлых грунтов.

Для Восточного БАМа наиболее распространенными являются следующие криогенные процессы: морозобойное растрескивание, сезонное пучение, термокарст, родниковые наледи, солифлюкция, курумы. Эти явления прослеживаются в среднегорных частях и межгорных впадинах хребтов Баджалского, Буреинского, Турана и их отрогов: в Верхне-Буреинской и Верхне-Амгуньской впадинах, Зейской равнине, Верхнебуреинской и Чукчагир-Эворонской низменности, долине р. Амгунь и др. местах.

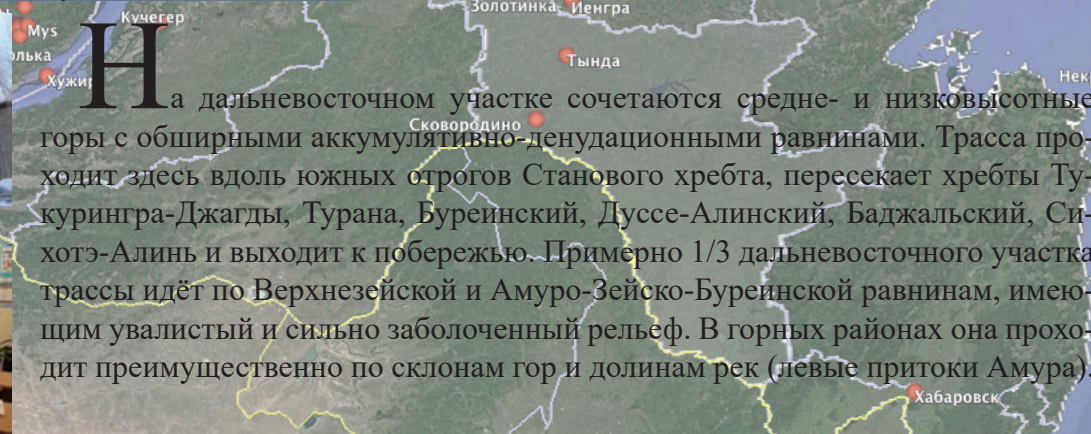


и их отрогов: в Верхне-Буреинской и Верхне-Амгуньской впадинах, Зейской равнине, Верхнебуреинской и Чукчагир-Эворонской низменности, долине р. Амгунь и др. местах.



Наледь в центре г. Тында.

Наледи - это намерзание воды, текущей поверх перемерзшей реки. Толщина наледей может достигать нескольких десятков метров и причинять значительный ущерб дорогам, мостам и другим постройкам.



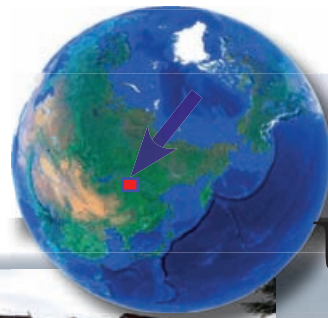
На дальневосточном участке сочетаются средне- и низковисотные горы с обширными аккумулятивно-денудационными равнинами. Трасса проходит здесь вдоль южных отрогов Станового хребта, пересекает хребты Тукурингра-Джагды, Турана, Буреинский, Дуссе-Алинский, Баджалский, Сихотэ-Алинь и выходит к побережью. Примерно 1/3 дальневосточного участка трассы идёт по Верхнезейской и Амуро-Зейско-Буреинской равнинам, имеющим увалистый и сильно заболоченный рельеф. В горных районах она проходит преимущественно по склонам гор и долинам рек (левые притоки Амура).

Термокарст и криогенные трещины на автомобильной дороге



Криогенные процессы региона оказывают опасное влияние на сети железных и автомобильных дорог, нефте-газопроводов и всех сопутствующих им сооружений

Также достаточно распространены случаи влияния криогенного трещинообразования на дорожное покрытие. Например, в г. Свободный (Амурская область) на земляном полотне, отсыпанном из песчаного грунта, в начале ноября при температуре от -25 до -30°C наблюдались поперечные трещины глубиной 40-50 см и шириной 1-3 см, расстояние между ними составляло от 10 до 35 м.



Читинская область

Чара

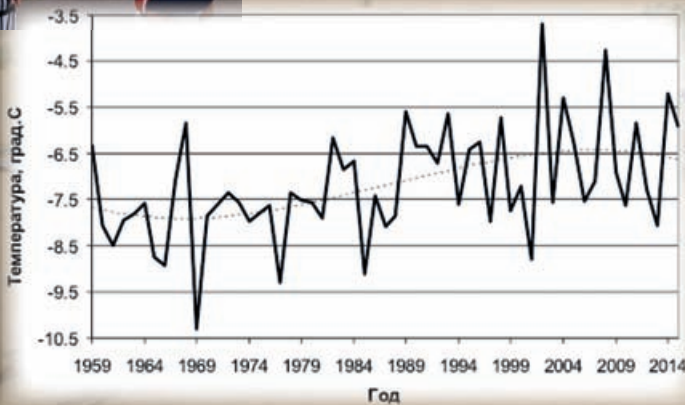
Координаты: 56,89° с. ш. 118,22° в. д.

Текст: Дмитрий Сергеев
 Фото: Дмитрий Сергеев, Владислав Подгорбунский, Мизаил Мнушкин
 Данные: Дмитрий Сергеев



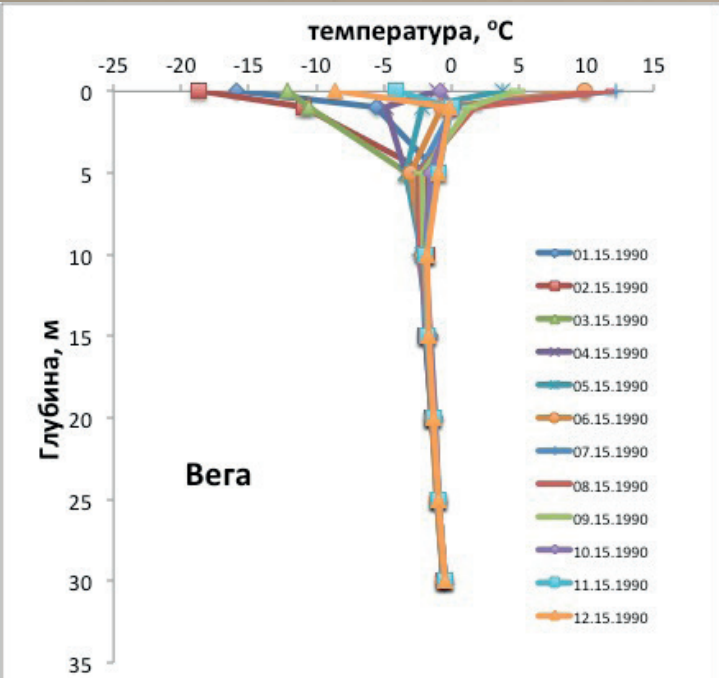
Чара – село, являющееся административным центром Каларского района Забайкальского края. Численность детей Каларского района в возрасте 5-18 лет на начало 2015 г. составило 1711 чел. (данные Роскомстата). Население Чары в 2014 г. составляло всего 216 человек; здесь расположены больница, школа, детский сад, аэропорт и ряд административных учреждений. Село расположено в Верхнечарской котловине, на левом берегу реки Чара, в 16 километрах от железнодорожной станции Новая Чара (Байкало-Амурская магистраль). Коренное население представлено эвенками, проживающими преимущественно в селе Чапо-Олого.

Район работ расположен в Становом нагорье и включает в себя горные цепи и межгорные депрессии, относящиеся к Байкальской рифтовой зоне – области тектонического поднятия и растяжения массивов пород. Абсолютные отметки рельефа изменяются от 700 м (днище Чарской котловины) до 2999 м (пик Орлиный). Климат региона резко континентальный, с суровой, продолжительной зимой и коротким тёплым летом. Микроклимат в разных частях региона резко различен из-за высотной поясности: до высоты 1200 м с ростом абсолютных отметок становится теплее а в высокогорье наблюдается нормальное распределение температур, т.е. с ростом высоты становится холоднее. За период 1959-2015 гг. среднегодовая температура воздуха в Чаре составила -7,76°С. Среднегодовое количество осадков за период 1939-1994 гг. составило 336 мм; среднемноголетняя (1967-2004 гг.) толщина снежного покрова в марте равна 0,11 м.

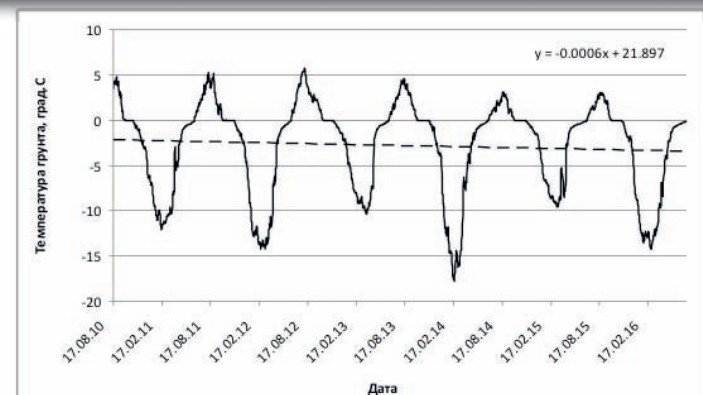


Среднегодовые температуры воздуха на метеостанции Чара (осреднение с сентября по август).

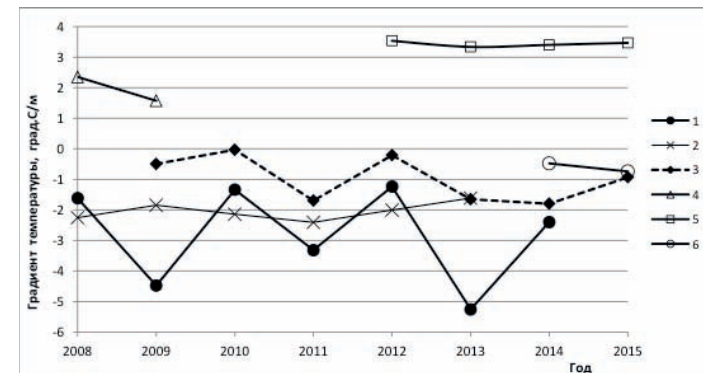
background: Массив развееваемых песков в центральной части Чарской котловины



Распространение многолетнемерзлых толщ (ММТ) является практически сплошным в горах и прерывистым в Чарской впадине. Мощность ММТ в высокогорье достигает 900 м – под водораздельными массивами хребтов Кодар и Удокан, а в Чарской котловине – 450 м, в районе Кюсть-Кемды (Железняк, 2005). Измеренные температуры пород на глубине проникновения сезонных колебаний меняются в широких пределах, в зависимости от условий теплообмена на поверхности: от -7,0°С (Удоканское месторождение, на высоте 2000 м) до +2,4°С (урочище Пески, на высоте 780 м).



Температура грунта на глубине 0,3 м, участок Беленький-2



Приращение среднегодовой температуры на метр глубины деятельного слоя: 1 – Беленький, 2 – Шурф Загрязкина / Скважина №37, 3 – Ущелистый, 4 – Азарова, 5 – Пески, 6 – Скважина №41

Разница среднегодовых температур на поверхности и на подошве сезонного протаивания различна по знаку для разных участков и к тому же меняется во времени. Такая разница называется температурной сдвижкой. Её положительное значение означает, что среднегодовая температура в грунте (на подошве сезонного оттаивания или промерзания) выше, чем на поверхности.



Хребет Кодар, ледник Нины Азаровой



Типичный ландшафт кочкарной поймы в центральной части Чарской котловины



Повторно-жильные льды в обнажении близ руч. Беленького, р. Чара

Такие ландшафты, как курумы или кочкарные болота, служат охлаждающим «устройством» для подстилающих их грунтовых массивов, а сухие развееваемые пески – наоборот, хотя и глубоко промерзают, но ещё лучше прогреваются солнцем в летний период.

Основными геокриологическими процессами являются термокарст, термоэрозия, процессы криогенной сортировки, растрескивание, пучение, наледеобразование. Наибольшее воздействие оказывают:

- 1) криогенное растрескивание, что особенно заметно на полотне автомобильной дороги Чара-Новая Чара;
- 2) термокарст, действующий на насыпь железных дорог и разрушающий временные автомобильные дороги. В горах также значимы наледеобразование, а также лавины и сели, серьезно угрожающие устойчивому хозяйствованию. Безусловным сокровищем Чары является широкое развитие поверхностного и подземного оледенения. Современные ледники хребта Кодар и ископаемые льды в районе Новой Чары являются ценнейшими объектами научных исследований

Геокриологические условия Забайкальского Севера / Академия Наук СССР, Сибирское отделение, Институт мерзлотоведения. - Новосибирск: Наука. 1966. - 216 с.
 Железняк М.Н. Геотемпературное поле и криолитозона Юго-Востока Сибирской платформы. - Новосибирск: Наука. 2005. С. 227.



Республика Бурятия

Севербайкальск, Кучегер

Координаты: 54,82° с. ш. 111,05° в. д.

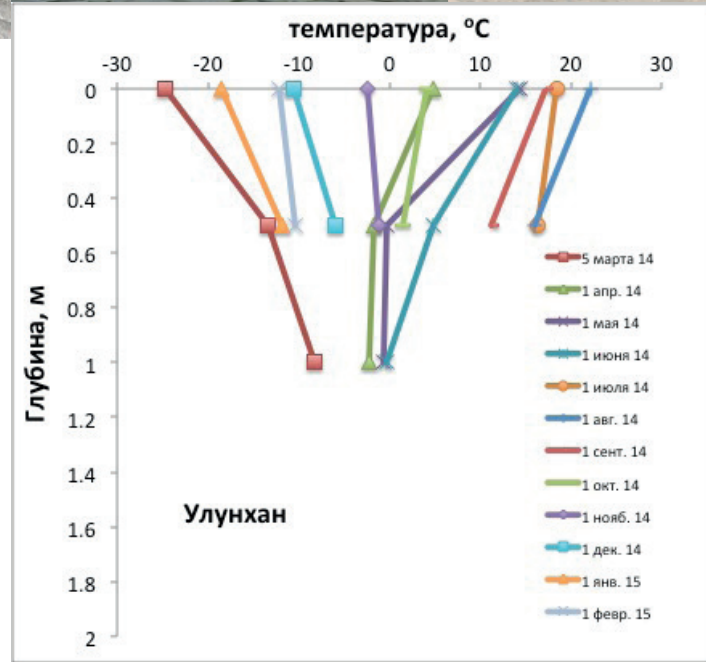
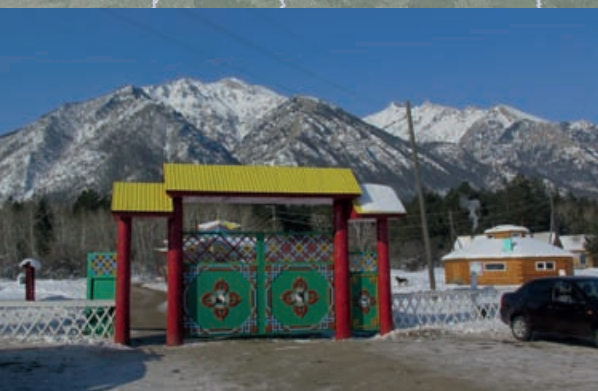
Юлия Станиловская

Кучегер. Найдена мерзлота также в Баргузинской впадине, но здесь она идет лишь до глубины 250 м. Неизвестно, охвачены ли мерзлотой отложения в устье Селенги. При бурении глубоких скважин мерзлые породы не обнаружены или, возможно, на них не обращали внимания. Булмасов, анализируя геофизические материалы по Тунке, Баргузину и Селенге, полагает, что в устье Селенги мерзлота идет до глубины 200-300 м.

Необычайно глубокая мерзлая зона Тунки вызвала оживленный интерес исследователей. Ее происхождение попытались объяснить В. П. Солоненко. По его мнению, нижний слой мерзлоты находится в погребенном состоянии. Слои, охваченные сейчас мерзлотой, когда-то были на поверхности.

Здесь они и заморозили, чему способствовало то, что Тункинская долина не покрывалась льдами во времена четвертичного оледенения. Впадина быстро опускалась, и мерзлые осадки перекрылись песками и потоками базальтовых лав. Такой погребенный тип мерзлоты Солоненко назвал «вечной мерзлотой байкальского типа».

К объяснениям Солоненко присоединился в общем и Булмасов, который рассматривал мерзлые породы с позиции их геофизических характеристик. Булмасов высказал также оригинальные, хотя и очень сомнительные, взгляды о влиянии мерзлоты на некоторые особенности строения Тункинской и Баргузинской впадин. Он уверяет, что песчаные холмистые возвышения во впадинах (Бадар в Тункинской, Верхний и Нижний Куйтупы в Баргузинской) представляют собою замороженные ядра, «всплывшие» среди талых пород вследствие меньшего удельного веса. Взгляды Солоненко и Булмасова получили определенный резонанс в ученом мире.



Профиль температуры мерзлоты около школы пос. Улунхан. На этой территории температура вечной мерзлоты практически равна нулю

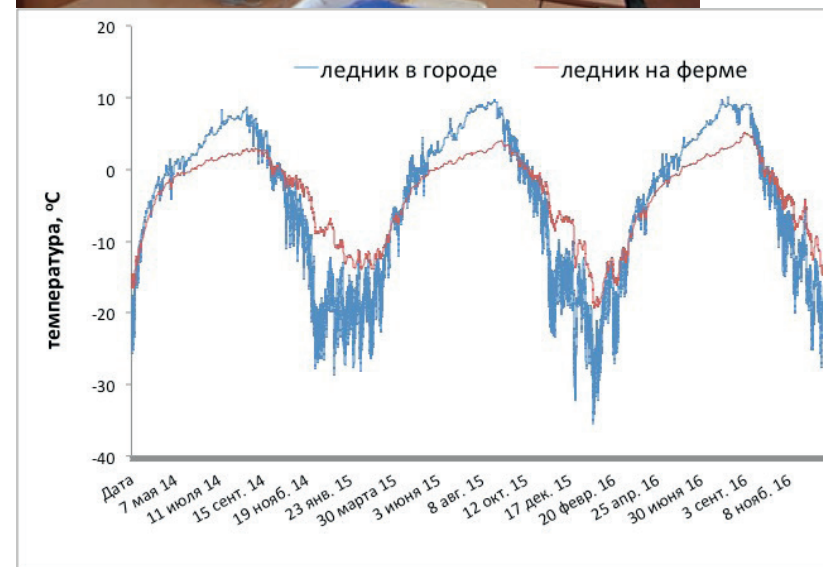
ДЕКАБРЬ 2020 г.



1374-й км БАМа с деформациями пути и термосифоны. Сентябрь 2003 г. (фото Е.А. Козыревой)

Наиболее уязвимыми элементами конструкций железной дороги являются земляное полотно, борта глубоких выемок, участки земполотна с встроенными искусственными сооружениями, главным образом гофрированными водопропускными трубами.

Множественные участки с просадками из-за термокарста находятся под контролем и оборудованы сезонно охлаждающими устройствами. Например, железнодорожный путь на 1374-м км БАМ ежегодно деформируется уже более 35 лет.



Изменение температуры в ледниках за 3 года в Улунхане. Вход в ледник в пределах поселения (синяя кривая) имеет слабую теплоизоляцию по сравнению с ледником на ферме (оранжевая кривая), поэтому летом здесь температуры выше, а зимой - ниже

Иркутская область

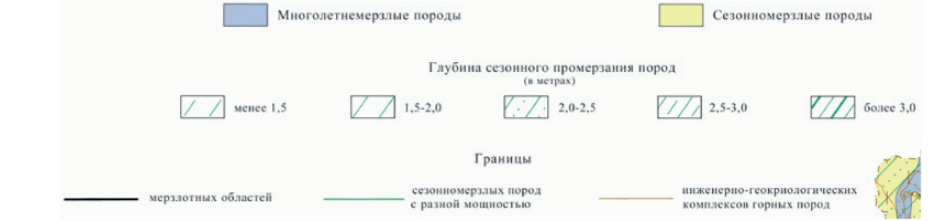
Иркутск, Усть-Ордынский

Текст, фото, данные: Юлия Станиловская

Иркутск расположен на берегах реки Ангары в непосредственной близости от водохранилища, образованного плотиной Иркутской ГЭС, и в 66 км от озера Байкал. Иркутск стоит на всхолмлённой равнине и относится к лесостепной зоне Иркутско-Черемховской равнины. Из-за близости к сейсмически активному Байкальскому рифту регулярны слабые землетрясения.

Климат резко континентальный со значительными перепадами температур. Среднегодовая температура воздуха -0,9°C со среднеянварской -20,6°C и среднеиюльской +17,6°C. В зимний период заметен эффект городского «острова тепла», и температура воздуха в центре Иркутска на 1—2 °С выше, чем за его пределами.

На территории Иркутска нет мерзлоты, но есть сезонное промерзание до 3,5 м.



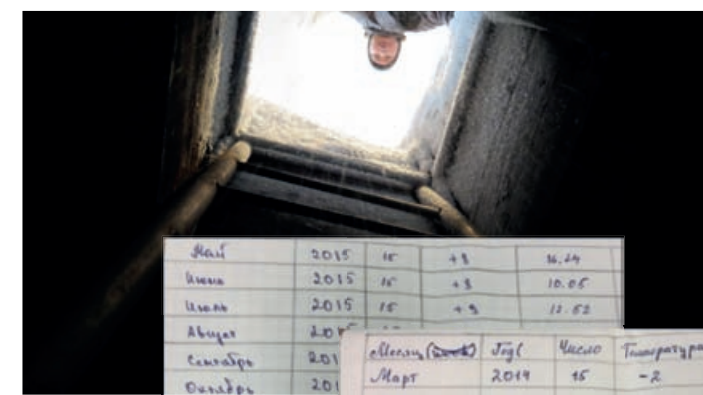
Карта сезонной и многолетней мерзлоты в Иркутской обл. <http://irkpedia.ru/map/14466>. Иркутская область: экологические условия развития. Атлас. – М.; Иркутск, 2004.



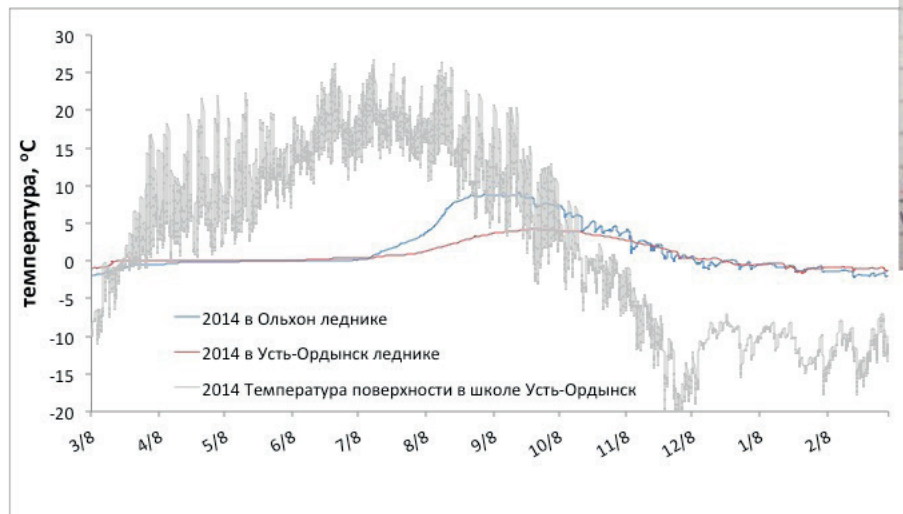
Усть-Ордынский расположен в пределах Иркутско-Черемховской равнины и южной части Лено-Ангарского плато. Посёлок находится в 62 км от Иркутска. Ландшафт равнинный, но с запада и востока поселок окружен грядами холмов высотой до 700 м. Национальный состав: буряты и русские.

Климат резко континентальный. Зима малоснежная, холодная. Среднегодовая температура воздуха -2,6°C со среднеянварской -22°C и среднеиюльской 17°C.

Мерзлота редкоостровная и спорадическая с глубоким сезонным промерзанием.

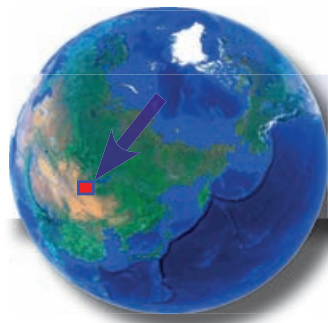


Месяц	Год	Число	Температура	Время
Май	2015	15	+3	11.14
Июнь	2015	15	+3	10.05
Июль	2015	15	+3	11.52
Август	2015	15	+3	11.52
Сентябрь	2014	15	-2	13.00
Октябрь	2014	15	0	14.24
Ноябрь	2014	15	+3	12.40
Декабрь	2014	15	+8	16.52
Июль	2014	15	+10	14.33
Август	2014	15	+9	18.32
Сентябрь	2014	15	+5	18.58
Апрель	2014	15	+3	17.01
Май	2014	15	+9	16.26
Июль	2014	15	+7	13.22
Июль	2014	15	+9	13.00
Август	2014	15	+10	14.32
Март	2015	15	+8	11.15
Апрель	2015	15	+9	10.02



Измерения температуры в лёднике, производимые Богдановым Никитой, учеником школы № 2 п. Усть-Ордынский (2014-2015 гг.)





Иркутская область

Слюдянка, Байкальск, Култук

Координаты: 51,64° с. ш. 103,69° в. д.

Юлия Станиловская, Артем Рыбченко, Артем Светлаков

Култук, Слюдянка и Байкальск расположены на южном побережье озера Байкал (у подножия горного массива Хамар-Дабан), которое оказывает тепляющее воздействие, и вдоль Транссибирской магистрали, Кругобайкальской железной дороги и трассы М-55. Климат умеренно континентальный со среднегодовой температурой воздуха +0,5°С, летней +18°С и зимней -20°С. Возможны землетрясения силой до 11 баллов в зоне Байкальского рифта. Национальный состав – русские и буряты.



Наледь, образованная в центре пос. Култук

Весьма опасные наледи формируются в п. Култук зимой. При малоснежных зимах с сильными ветрами русла рек глубоко промерзают. Култук находится в зоне пересечения Главного Саянского разлома и Обручевского сброса, и по тектоническим нарушениям подземные воды разливаются на поверхность, послойно замерзают и образуют наледи. В августе 2008 г. вблизи п. Култук произошло сильное землетрясение, что привело к изменению подземного стока. В зимний период 2008-2009 гг. образовалось несколько наледей, которые привели к возникновению чрезвычайной ситуации в поселке. На р. Медлянка образовалась русловая наледь, которая затем распространилась по улицам Октябрьская и Новосветская, затопив территории 11 усадеб. Усилиями дорожной службы по р. Медлянка был проделан канал и сток воды по руслу был восстановлен. Наледь, затопив огороды, угрожала жилым домам и школе. Жители, спасая свои усадьбы, направили воду на улицу Кирова, на федеральную трассу М-55. На автодороге возникла наледь, затрудняющая движение автотранспорта. В середине января вода была вновь направлена вдоль русла ручья. За счет этого начался новый рост наледи вниз по течению ручья, затопив улицу Сплавная.

Информация взята из проекта по наледям ученика Майера В.А. и учителя географии Никитиной Н.И. (МБОУ СОШ № 7, п.Култук).

Селевые потоки случаются часто, например, в 1930 году поселок Слюдянка был наполовину уничтожен. Поэтому построена защитная дамба вдоль реки Слюдянка.



Школа пос. Слюдянка



Бурение скважины в г. Байкальске



Бурение скважины в пос. Слюдянка



Вид на пос. Култук и оз. Байкал





Иркутская область

Баяндай, Хужир

Координаты: 53,26° с. ш. 107,54° в. д.

Текст, фото: Юлия Станиловская
Данные: Дмитрий Сергеев

Хужир – самый крупный поселок городского типа на острове Ольхон на Байкале. Население в поселке – буряты и русские общим количеством 1 350 человек (2014). В МБОУ «Хужирская средняя общеобразовательная школа» обучается 130 учеников.

Протяженность острова — 73,5 км, ширина — до 15 км. Остров Ольхон отдален от материка проливами Малое море и Ольхонские Ворота. На острове Ольхон расположены две метеостанции, которые регулярно ведут наблюдения за погодой: одна в центре острова – Хужир (488 м), вторая на севере – Узуры (460 м), которая работает с 1953 г. Климат на острове резко-континентальный, значительно смягчается действием оз. Байкал с умеренно холодной малоснежной зимой и жарким летом. Восточная и северная часть о. Ольхон относится к степной зоне с максимальной аридностью, среднегодовая сумма осадков составляет 210–220 мм, среднегодовая температура воздуха –0,6...–1,0 °С. Ветра бывают часто, в среднем 150 дней в году, их скорость достигает 15 м/с, сдувая весь снежный покров. Преобладающее направление ветров северо-западное.

Существование заглубленных линз мерзлоты способствует развитию оползней скольжения, то есть талый грунт сползает по мерзлоту основанию вниз по склону. Иногда рисунок уступа напоминает термоденудационные цирки, характерные для северных регионов.

Территория о.Ольхон отнесена к южной границе распространения многолетнемерзлых пород

(ММП) с температурами –0,2...–0,5 °С и мощностью 9–30 м, где наиболее ярко могут проявляться процессы деградации мерзлоты. Отличительной чертой является глубокое сезонное промерзание, морозобойное трещинообразование и глубокое летнее протаивание. Мерзлота редкоостровная и встречается в виде линз мощностью до 10 м и протяженностью до 100 м, приуроченных к днищам заболоченных долин и к северным склонам. Участки с несливающейся мерзлотой соответствуют этапу деградации мерзлоты. У подножия пологих склонов, сложенных глинистыми отложениями, встречаются линзы мерзлых грунтов, залегающих на глубине от 4 до 6 м. Температура в них бывает ниже –0,2 °С. Деградация ММП и формирование здесь несливающейся мерзлоты обусловлены выпасом скота и связанным с ним разрушением растительного покрова. Температура грунтов на глубине 3,65 м была отрицательной до 2015 г. (Хименков А.Н., 2015).



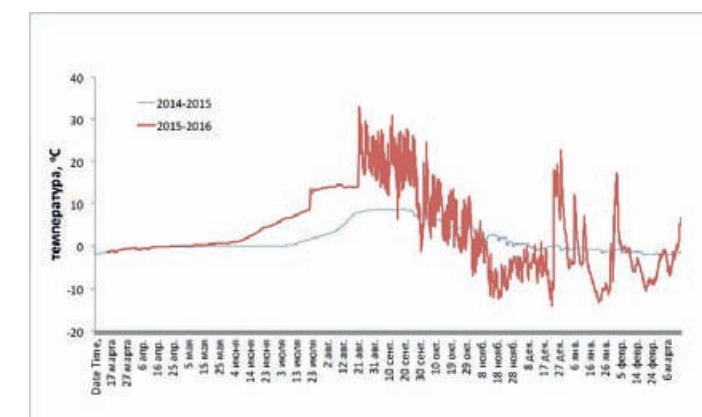
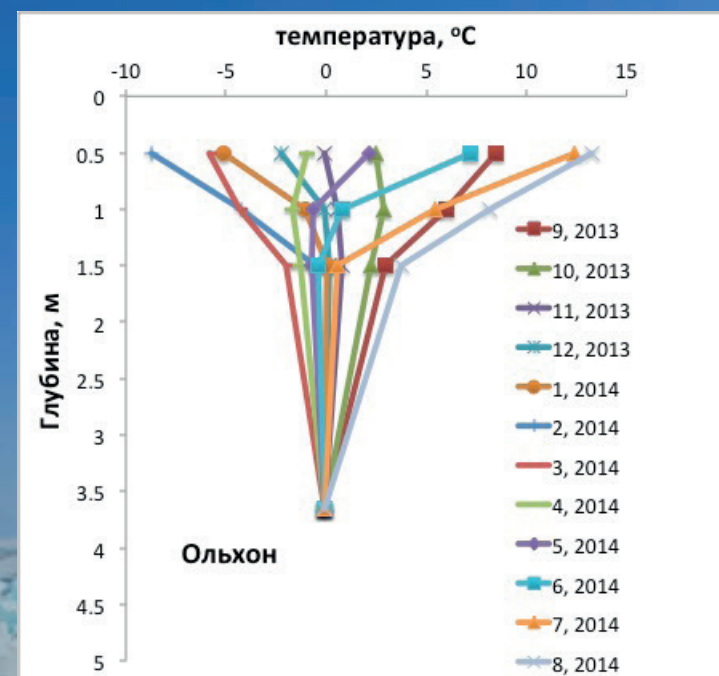
Бугристо-западинный рельеф в Баяндае в 2013 г.

Климат резко континентальный с продолжительной и малоснежной зимой (среднеянварская температура воздуха –25°С) и коротким и жарким летом (среднеиюльская +18°С). Метеонаблюдения в Баяндае (761 м) ведутся более 100 лет. Баяндай — первая в Восточной Сибири метеорологическая станция, имеющая уникально длительный ряд метеорологических наблюдений с 1913 г.

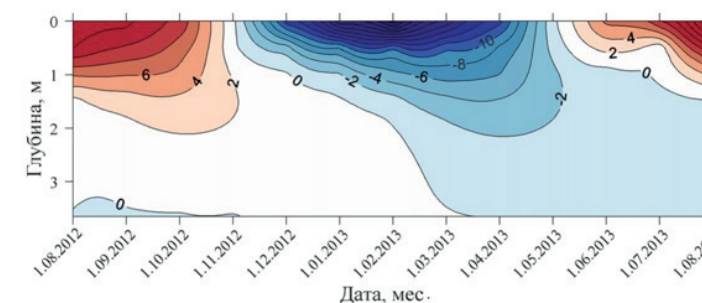
Мерзлота островная мощностью 30-80 м и температурой –1...–2°С. Промерзание грунтов до глубины 3 м. В 1907 г., за 5 лет до выхода в свет книги Н. С. Богданова «Вечная мерзлота и сооружения на ней» (1912), инженер Знаменский вскрыл буровой скважиной и стал добывать через нее артезианскую воду из-под толщи мерзлых пород в районе Баяндая.

Трехэтажное здание Баяндайской школы, построенное на сваях в 1978 г., где обучается 600-700 учеников (буряты и русские), находится в аварийном состоянии. Установлены деформационные марки, которые показывают, насколько проседает здание. В 2017 г. планируется построить новую школу. Новый корпус больницы также строили на сваях отдельными скрепленными между собой корпусами.

Рядом с Баяндаем фермер Андрей Мунгалов использует мерзлоту, повышая урожайность на своем участке «Тайвань». Дело в том, что мерзлота задерживает влагу в деятельном слое даже в засушливые годы.



Температурный ход в леднике на севере о. Ольхон. Отрицательная температура воздуха в нём может сохраняться только до июня-июля (в зависимости от года)



Линзы мерзлых грунтов, залегающих на глубине от 4 м (Светлаков А.А., 2014)



Иркутская область

Качуг, Верхолениск, Анга, Бутаково, Бирюлька, Вершина Тутуры

Текст, фото: Юлия Станиловская

Территория Качугского района занимает центральную часть Прибайкальской впадины.

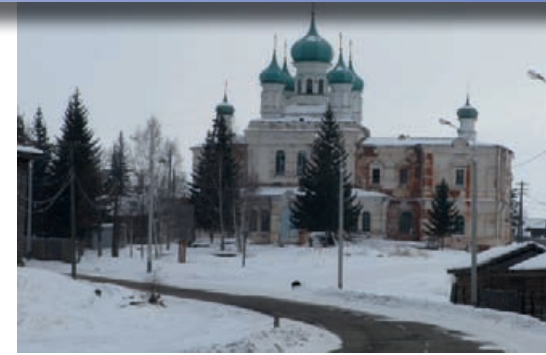
Климат в районе резко-континентальный с жарким летом (+20°C), морозной малоснежной зимой (-35°C) и с большими колебаниями температуры воздуха. Среднегодовая температура воздуха отрицательная (около -4°C). Наличие холмистого рельефа вызывает целый ряд изменений температурного и ветрового режимов. Возникает местная инверсия температур воздуха.

Качугский район – сельскохозяйственно-промышленный, в последнее время здесь ведется интенсивная заготовка деловой древесины. В советское время работали совхозы.

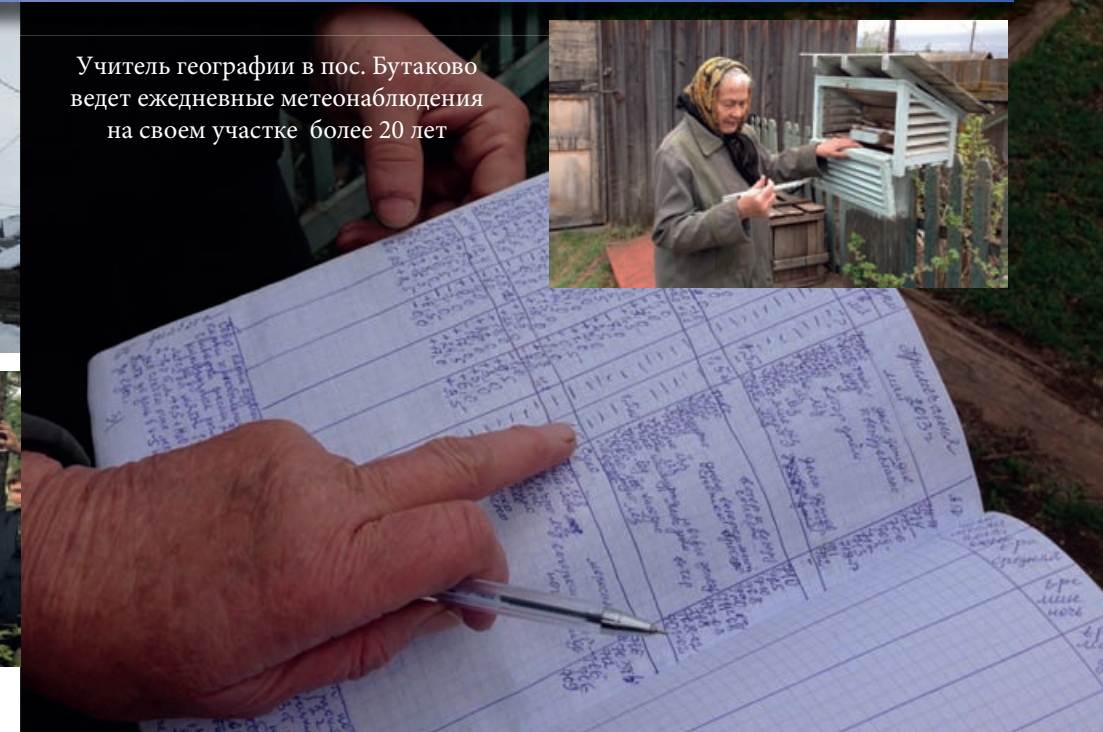
Островная мерзлота присутствует в Качугском районе, сохранению которой способствуют отрицательные среднегодовые температуры воздуха и небольшая мощность снежного покрова.



Вершина Тутуры – эвенкийское село, созданное советской властью в 1940-х гг. и до сих пор отрезанное от цивилизации. Тутуры находятся в 56 км от Качуга (райцентра), в районе тайги и болот. В село можно доехать только зимой по зимнику или летом на лошадях по болотам; редким и ценным является завоз продуктов вертолетом. Централизованного водопровода и электросетей нет, поэтому сельчане возят воду с реки и остаются без какой-либо связи целое лето или днем зимой, генератор работает в определенные часы вечерами. Около 200 человек живет в селе, в основном это эвенки (или тунгусы) и русские. Местные жители занимаются охотой, рыбалкой и собирательством (ягоды, орехи). В школе обучается 27 школьников. Общение на эвенкийском языке ограничено, поэтому молодое поколение не видит в нем надобности. В школе преподается эвенкийский язык и основы охотоведения.



Бурение скважины в пос. Верхолениск

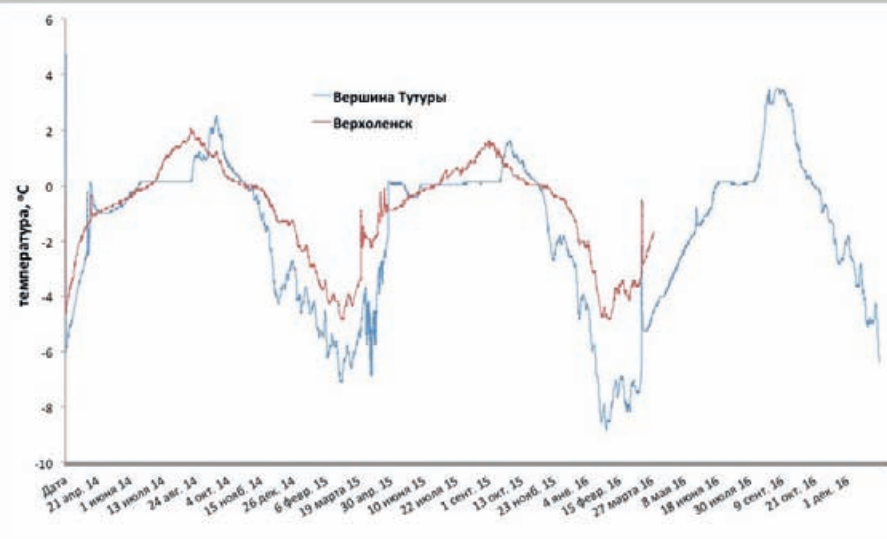


Учитель географии в пос. Бутаково ведет ежедневные метеонаблюдения на своем участке более 20 лет

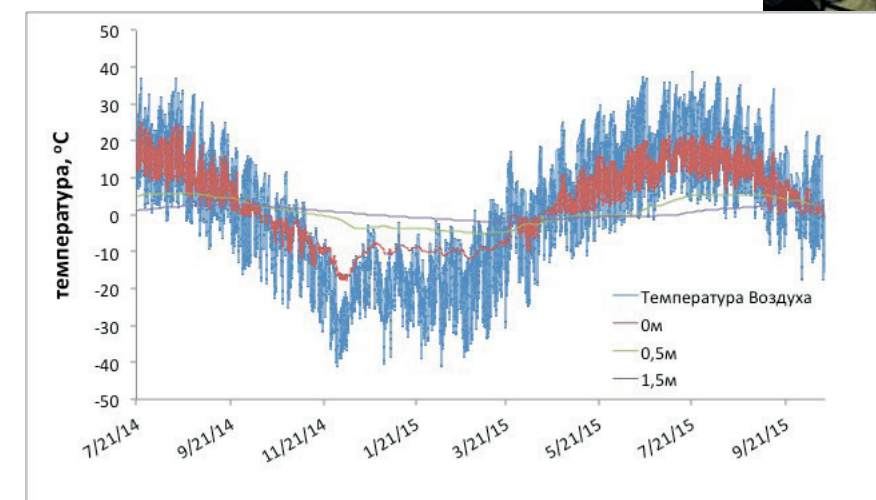


На р. Большая Анга наблюдались наледи в мае 2013 г.

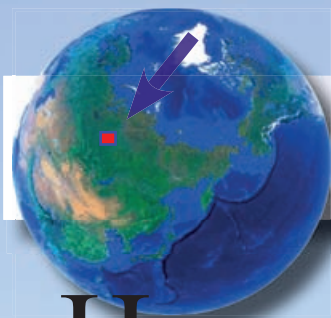
Качугский опыт добычи воды из-под мерзлоты с глубины 130 м Федор Шергин решил применить на практике во дворе своего дома в Якутске, начав обустройство «шахты Шергина».



Изменение температуры в ледниках пос. Верхолениск и Вершина Тутуры. В леднике Верхолениска не наблюдается т.н. “нулевой завесы”, в то время как в Вершине Тутуры температура воздуха очень долго держится в районе нуля градусов. Нулевая завеса - это время, необходимое для растопления льда (замерзания воды), которое сопровождается выделением/поглощением большого количества энергии.



Годовой ход температуры мерзлоты вблизи пос. Анга



Красноярский край Норильск

Координаты: 69,35° с. ш. 88,24° в. д.

Дмитрий Стрелецкий, Валерий Гребенец

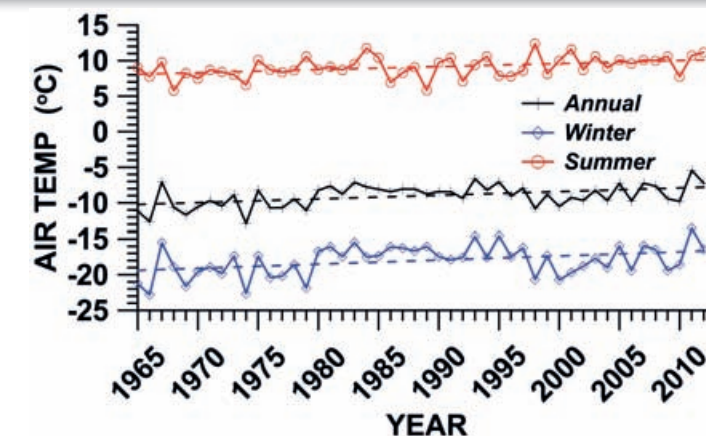
Норильск – самый крупный город, расположенный в зоне вечной мерзлоты: его население 178800 человек. Город характеризуется относительно высокой плотностью населения, большой концентрацией горнодобывающих и горно-обогатительных комбинатов вокруг, а также развитой инфраструктурой различных видов. Климат Норильска суровый, зима здесь длинная и холодная, а лето короткое, но относительно тёплое. Среднегодовая температура воздуха за 1980-2010 гг. составила -8,5°C, годовое количество осадков 465 мм (в основном в виде снега). Среднеянварская температура -26,8°C, среднеиюльская +14,2°C. За 1970-2000 гг. среднегодовая температура воздуха выросла на 1,4°C, а осадки – на 10 мм. Температура вечной мерзлоты в пределах города варьирует от -6...-7°C до -0,5°C в зоне старой застройки (1940-1960 гг.) и -2,5...-0,5°C в районах с новой застройкой (2000-е гг.). График внизу показывает изменение температуры вечной мерзлоты на улице Лауреатов. Повышение температуры мерзлоты может угрожать устойчивости инженерных сооружений в городе.



Недавно снесённые дома в г. Норильске



Самый большой техногенный каменный глетчер вблизи рудника Медвежий ручей



Среднегодовая, летняя и зимняя температуры в г. Норильске

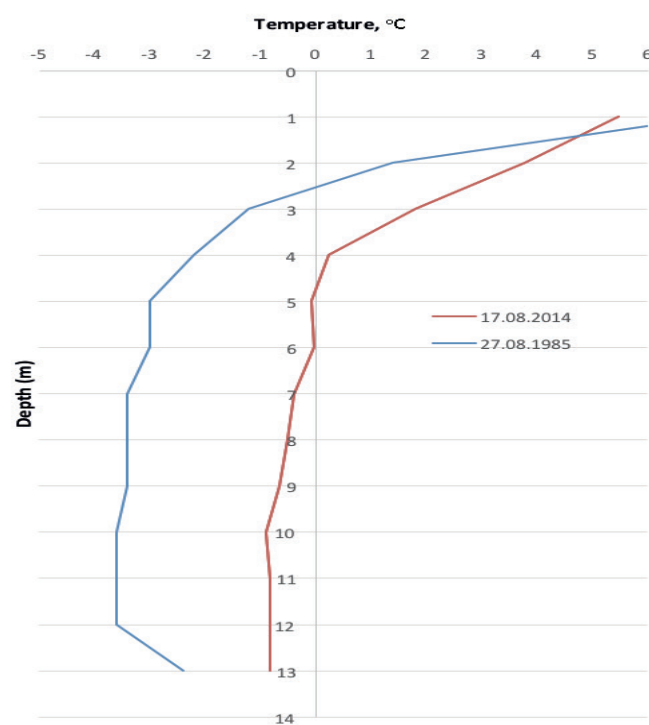
Здания, построенные на свайном фундаменте на вечной мерзлоте. Отдельные сваи также можно видеть справа на снимке. Их разная высота является результатом воздействия на них морозного пучения



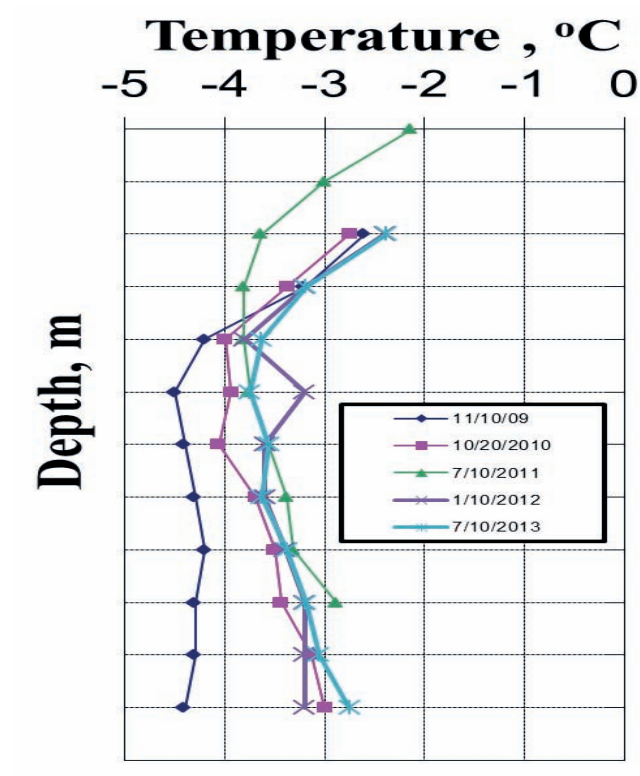
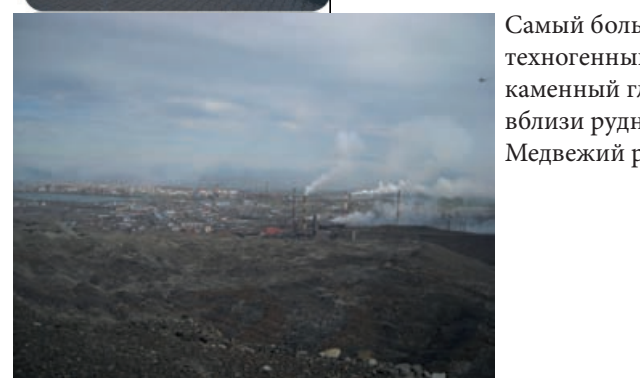
Norilsk, Laureatov St, Borehole near School #31



Подземный коллектор коммуникаций. Утечка тепла из таких коллекторов является одной из главных причин таяния мерзлоты в городах



Вечная мерзлота в городе имеет сплошное распространение. Сочетание природных факторов и техногенного воздействия сформировало крайне неоднородное температурное поле мерзлоты в пределах городской застройки. В районе Норильска температура за последние 5 лет выросла с -5° до -3,5°C. Ежегодные сведения о толщине деятельного (сезонно-талого) слоя доступны с 2005 г. из результатов мониторинговых измерений на площадке циркумполярного мониторинга деятельного слоя (CALM) «Талнах», расположенной вблизи г. Норильска в пределах ненарушенного ландшафта полигональной тундры. Средняя глубина деятельного слоя составляет 0,92 м.



Изменения температуры вечной мерзлоты в восточной части Норильска перед строительством и в 2013 г.

Первые дома в г. Оганер (пригород Норильска) были построены в районе 1980-х гг. Вечная мерзлота здесь имеет высокое содержание льда, а её температура в зоне застройки варьирует от -5 до -0,5°C. При строительстве предполагалось использовать сваи, опущенные в вечную мерзлоту и упирающиеся в скальную породу на некоторой глубине, однако дополнительные инженерно-геологические изыскания выявили, что распространение скальных пород в пределах города намного меньше, чем считалось ранее. Поскольку к строящемуся городу уже была проложена дорога и инженерные коммуникации, было принято решение всё же достроить город, однако строителям уже пришлось столкнуться с возведением зданий на сильнольдистых породах (40-60% льда). Были использованы альтернативные фундаменты, такие, как, например, поверхностный с вентилируемым основанием. Такое инженерное решение оказалось эффективным, однако из-за дальнейших проблем с вентилированием воздуха под зданиями и превышением веса строительных конструкций фундаменты и сами инженерные сооружения начали деформироваться.



Красноярский край

Игарка

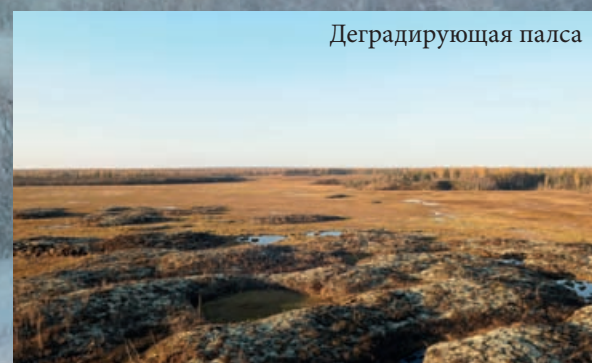
Координаты: 67.46° с. ш. 86.55° в. д.

Никита Тананаев

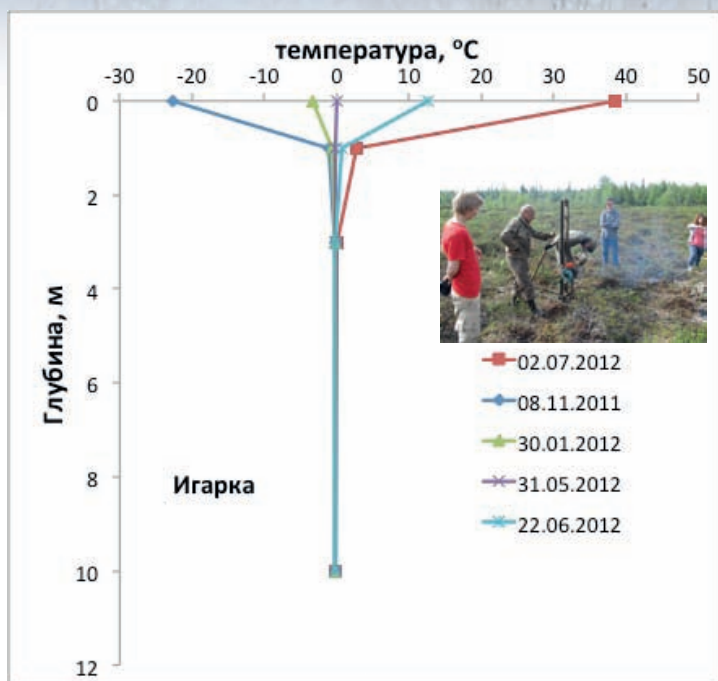
Игарка - город в Туруханском районе Красноярского края, в 120 км к северу от Северного полярного круга (67°27'15" с.ш., 86°31'53" в.д.). В городе проживает 4975 человек (на 1 января 2016 г.). Город расположен на правом берегу р. Енисей и глубоководной Игарской протоки. На заре истории города (основан в 1929 г.) протока служила удобным местом стоянки морских кораблей и посадочной площадкой для гидропланов. На левом берегу Енисея, напротив современного города, сохранилось поселение Старая Игарка, существовавшее уже в первой половине 18 века. Яркая столица Советской Арктики 1930-х гг., Игарка была одним из центров Главного управления Северного морского пути (ГУСМП), крупным морским портом, связанным с лесной промышленностью. Игарский лесопильно-перевалочный комбинат (ЛПК), получавший лес-кругляк из Южной Сибири, перерабатывал его для поставки на экспорт морским путем, в период короткой арктической навигации. Сейчас Игарский ЛПК закрыт, статус морского порта аннулирован, большая часть городской инфраструктуры покинута.



Активно используемый порт Игарки, 1960-е гг.



Деградирующая палса



Основные характеристики многолетней мерзлоты связаны с ландшафтной обстановкой, типом почв и растительности. Глубина протаивания в суглинистых и супесчаных почвах меняется от 0,9 до 1,8 м, под торфяниками – от 0,5 до 0,7 м. Температура грунта на глубине 10 м составляет от -0,2°C до -0,4°C. Снежный покров, толщиной свыше 1 м (местами до 2-3 м) оказывает отепляющее влияние на почву. В результате наиминимизи температуры поверхности почвы (до -20°C) наблюдаются в середине ноября, когда толщина снега невелика. Большую часть зимы, под снегом, они не падают ниже -6...-8°C. С середины 1980-х гг. сезонное протаивание проникает глубже, чем сезонное промерзание, в результате чего формируется несливающаяся мерзлота: зимой сезонно-мерзлый слой отделен от многолетней мерзлоты талым слоем почвы.

Холодная зима и умеренно теплое лето - черты субарктического климата Игарки. Средняя январская температура воздуха -27,5°C. Необычно холодные зимы чередуются с жаркими летними месяцами: в 2013 и 2016 гг. средняя температура июля достигала +19...+20°C при многолетней норме +15°C. Прошедшее десятилетие (2007-2017) отмечено резкими перепадами погодных условий, нетипичными погодными ситуациями. Июнь 2011 г. – единственный за всю историю наблюдений (с 1930 г.) случай, когда июнь стал более теплым месяцем года, чем июль. Игарка находится в уникальной природной обстановке, на границе тайги и тундры, в области перехода от сплошного распространения многолетней мерзлоты к прерывистому. Таежная растительность представлена лиственницей и березой встречаются также кедры. В нижних ярусах часто встречаются карликовая березка и голубика, а также осоковые. На многих участках видовой состав растительности сформировался под влиянием пожаров и вырубок. Таежные пространства перемежаются большими по площади областями крупнобугристых торфяников. Торф в районе Игарки начал накапливаться около 9000 л.н., мощность торфяных слоев местами достигает 4-5 м.

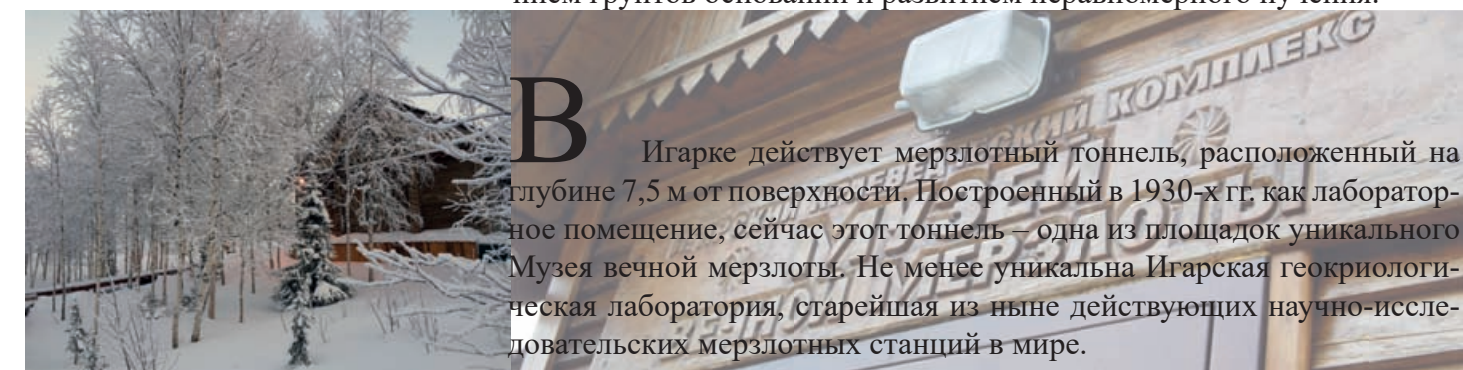


Современные криогенные процессы – в первую очередь термокарст, «разъедающий» как крупнобугристые торфяники, так и зеленные поверхности. Берега крупных водохранилищ района Игарки (Курейского и Хантайского) подвержены термоабразии, на склонах развиваются криогенные оползни. Развитие первичной эрозионной сети связано с процессами термоэрозии.



Термокарстовое озеро

Из-за близкого залегания коренных пород (от 3 до 4 м от дневной поверхности) большая часть городской инфраструктуры построена на сваях-стойках, опирающихся на коренной фундамент, по 2 принципу, т.е. с допущением протаивания грунтов оснований. Термометрические данные показывают, что под большинством зданий за период эксплуатации произошло полное протаивание мерзлоты, однако их устойчивость не нарушена. Серьезные проблемы, напротив, связаны с уборкой снега с придомовых территорий, последующим промерзанием грунтов оснований и развитием неравномерного пучения.



Музей вечной мерзлоты

В Игарке действует мерзлотный тоннель, расположенный на глубине 7,5 м от поверхности. Построенный в 1930-х гг. как лабораторное помещение, сейчас этот тоннель – одна из площадок уникального Музея вечной мерзлоты. Не менее уникальна Игарская геокриологическая лаборатория, старейшая из ныне действующих научно-исследовательских мерзлотных станций в мире.



Красноярский край

Хатанга

Хатангский район расположен на севере Средней Сибири, намного севернее Полярного круга. Административно территория относится к Таймырскому (Долгано-Ненецкому) муниципальному району Красноярского края.

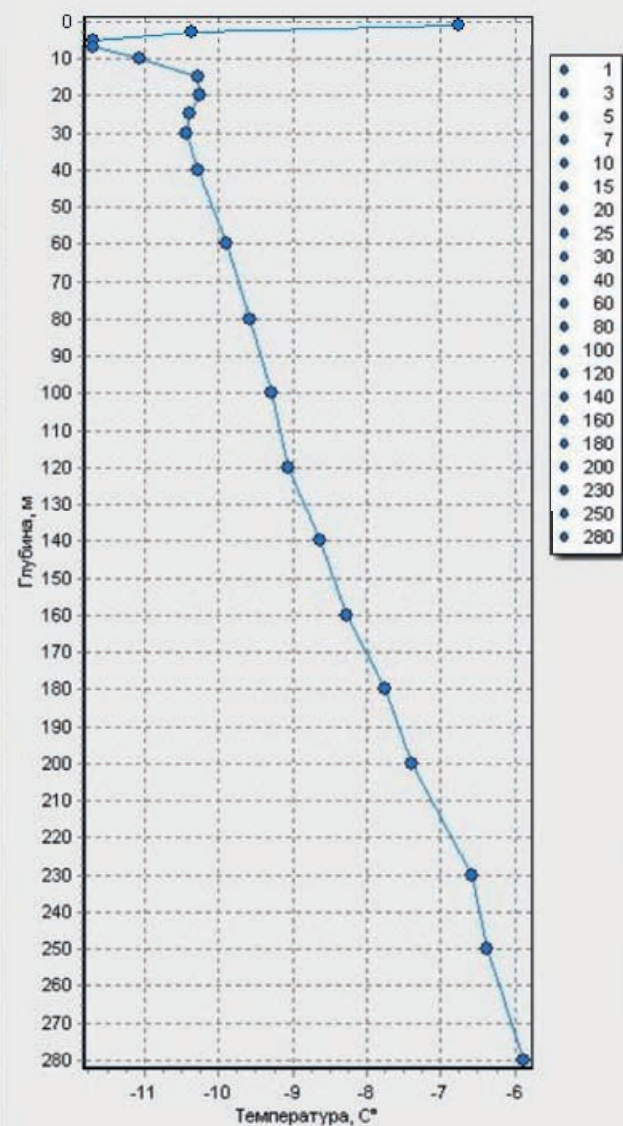
Район занимает тектоническую впадину (прогиб) между горами Бырранга на Таймырском полуострове к северу и знаменитым плато Путорана к югу. Кыстыктахский участок расположен на пологой тундре, примыкающей к северной окраине плато. В его рельефе отражается воздействие ледников, спускавшихся с плато по долинам рек и отлагавших ледниковый материал на равнинных участках. Поверхность равнины усеяна термокарстовыми озерами. Растительность редкая, типичная тундровая.

Климат территории субарктический, резко континентальный, со средней годовой температурой воздуха $-10,8^{\circ}\text{C}$, продолжающейся до 9 месяцев зимой и коротким, но теплым летом. Средняя температура января $-29,9^{\circ}\text{C}$, июля $+12,4^{\circ}\text{C}$, но столбик термометра может колебаться в течение года от -58°C до $+31^{\circ}\text{C}$. В год выпадает около 368 мм осадков, из которых 198 мм выпадает зимой. В холодный период года часты метели, бураны, штормовые ветра со скоростью ветра до 40-50 м/с. Осенью, во вторую половину августа и начале сентября, нередки густые туманы.

Реки территории относятся к бассейну р. Пясины, её правого притока – реки Дудьпты; севернее, через узкий водораздел, расположен бассейн реки Хеты, на которой стоит поселок Хатанга. Крупнейшие реки участка – Кыстыктах, Самоедская речка, Мастах-Салла, Ондодоми – имеют ширину от 30 до 300 м и глубину от 0,5 до 3-4 м.

Мощность многолетней мерзлоты в северных районах достигает 850 м и уменьшается к югу, к подножию плато, до 185-390 м. Температура пород меняется от $-4,5^{\circ}\text{C}$ до $-6,6^{\circ}\text{C}$ и зависит от характера растительности и толщины снега.

Пл. Северо-Суалемская (скв.4), расположена в 280 км к северо-востоку от пос. Хатанга.
Дата замера: ноябрь 1982 г. Мощность ММТ – 615 м.

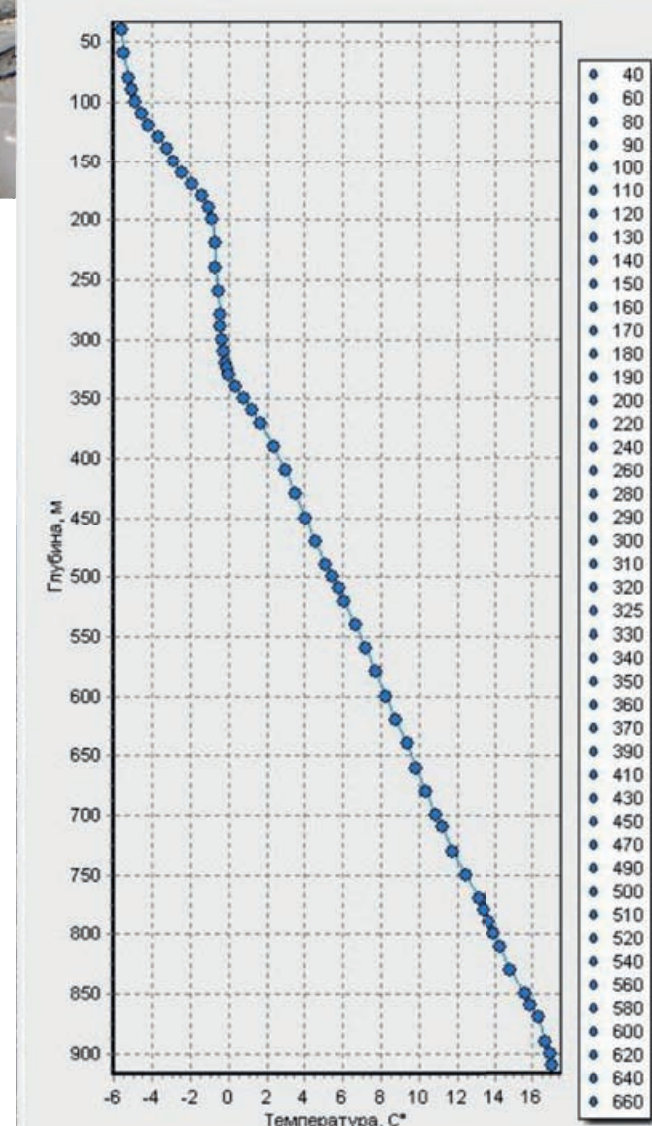


Координаты: $71,99^{\circ}$ с. ш. $102,47^{\circ}$ в. д.

Текст: Никита Тананаев
Фото: Иван Мисайлов
Данные: Михаил Железняк



Бугор пучения закрытого типа (в центре), вид с самолёта на р. Хатангу.



Пл. Новая (скв.2), расположена в 175 км западнее пос. Хатанга.
Дата замера: декабрь 1981 г. Мощность ММТ – 340 м.



Типичный ландшафт в районе Хатанги



Ямало-Ненецкий АО

Лабытнанги, Салехард

Координаты: 66,57° с. ш. 66,58° в. д.

Текст, фото: Юлия Станиловская
Данные: Юрий Бадю

Вид с самолета на г. Салехард и реку Обь

Столица ЯНАО, расположенная на сильно заболоченной Полуийской возвышенности (Западно-Сибирская равнина) на правом берегу реки Обь, единственный город в мире, находящийся на Полярном круге. Город Лабытнанги расположен на восточных склонах Полярного Урала, на левом берегу реки Обь. Климат субарктический. Средние температуры воздуха: годовая $-5,7^{\circ}\text{C}$, января $-23,2^{\circ}\text{C}$, июля $+14,8^{\circ}\text{C}$. В бассейне р. Полуи развиты двухслойные мерзлые толщи: верхняя – современная мощностью 20-30 м и нижняя – реликтовая мощностью 70-150 м на глубине 70-200 м. Двухслойные мерзлые толщи объясняются колебанием климата: верхний мерзлый слой сформировался в Голоцене; горизонт талых пород на глубине 30-50 - 100-150 м образовался в Оптимум Голоцена; нижний реликтовый слой промерз в Плейстоцене.

Температура мерзлоты в Салехарде равна около $-0,3^{\circ}\text{C}$, в то время как вне города -1°C ... $-2,5^{\circ}\text{C}$. Температура реликтовой мерзлоты близка 0°C . Сильно распространен термокарст и бугры пучения.

Национальный состав - ханты, ненцы, коми, русские, татары.



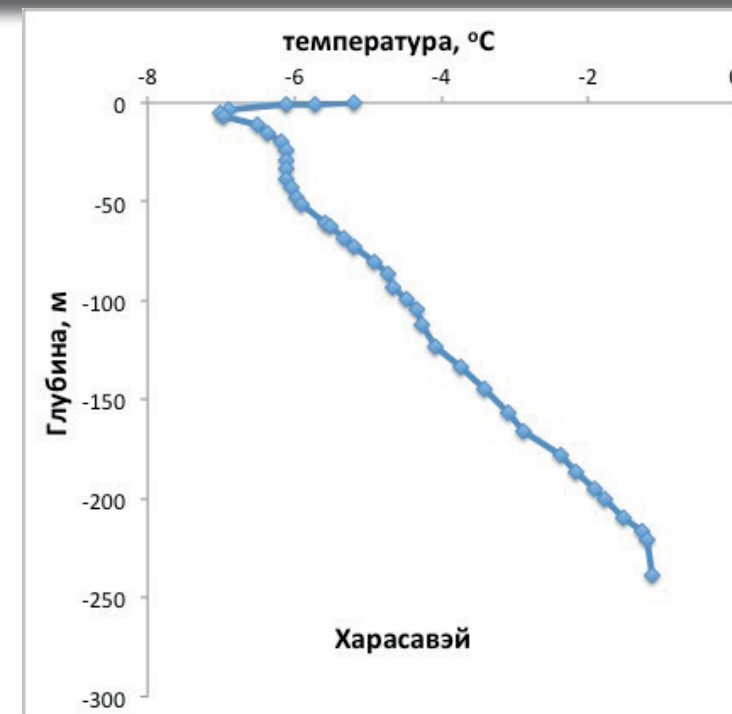
Салехардский весенний фестиваль, во время которого множество участников поднимаются на самую высокую точку Урала - г. Народная



Стела, установленная на пересечении Полярного круга
вблизи Салехарда



ДЕКАБРЬ 2020 г.



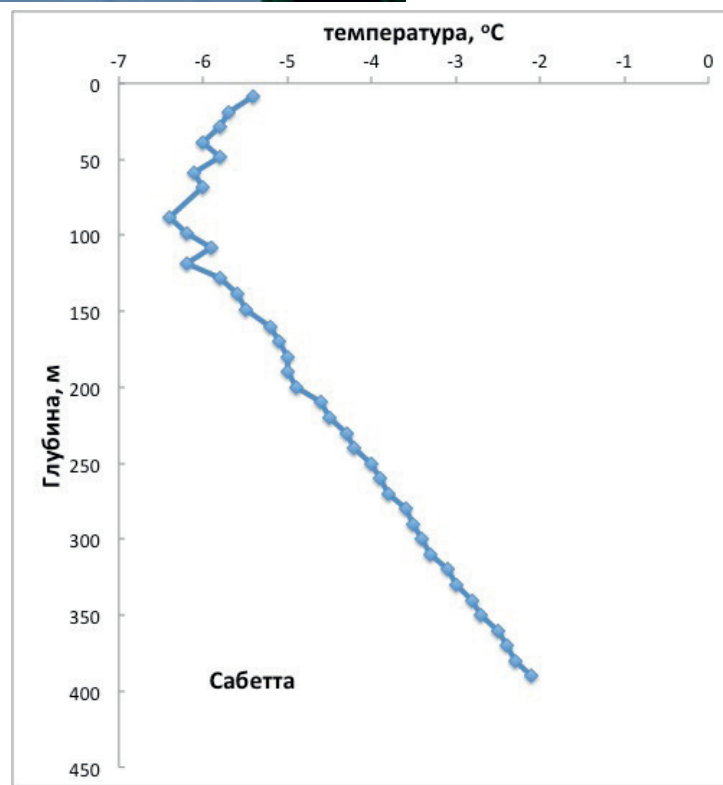
Температура мерзлоты на мысе Харасавэй



Школа г. Лабытнанги



Школа г. Салехарда



116 Мерзлота в наше время



Ямало-Ненецкий АО

Новый Уренгой, Надым

Александр Кизяков

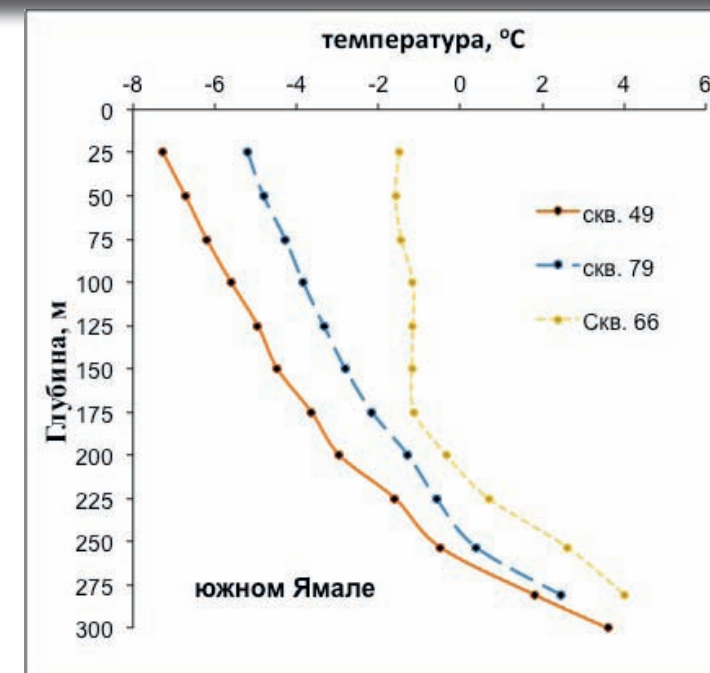
Координаты: 66,10° с. ш. 76,86° в. д.

Текст, фото: Юлия Станиловская
Данные: Юрий Бадю, Н. Москаленко

Вид с самолёта на закрытый бугор пучения между Надымом и Новым Уренгоем



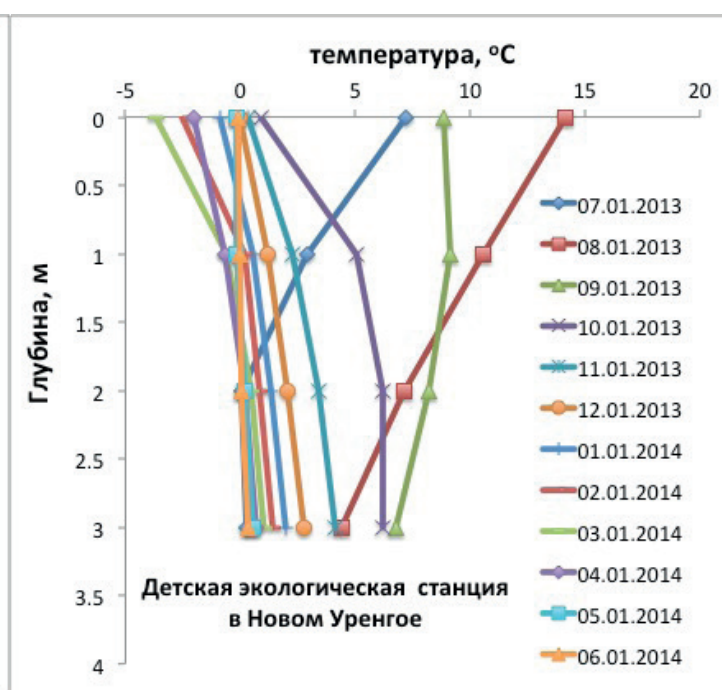
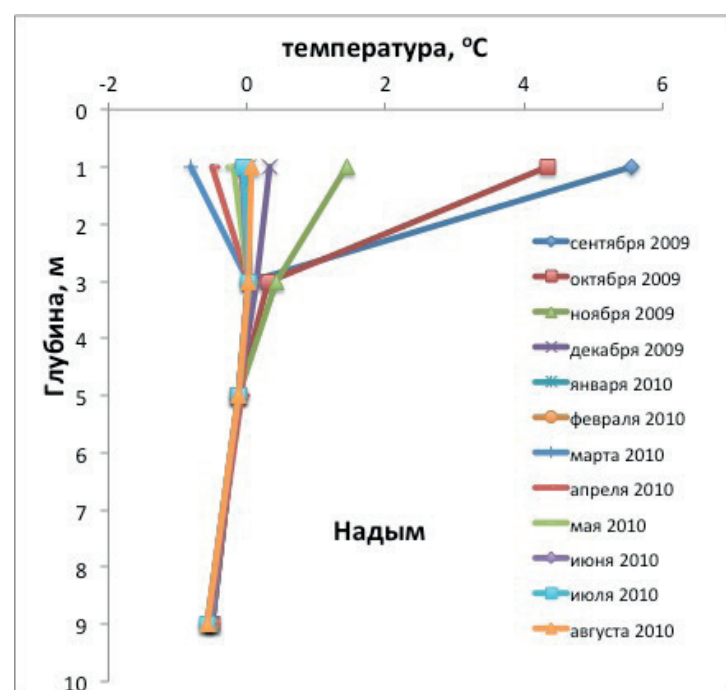
Новый Уренгой – это неофициальная газовая «столица» России, расположенная на берегу реки Евояха (притока Пура). Климат резко-континентальный с суровой зимой и прохладным летом. Средние температуры воздуха: годовая -6°C , января -22°C , июля $+15^{\circ}\text{C}$. Сплошная мерзлота мощностью 300-500 м и температурой $-3^{\circ}\text{C} \dots -5^{\circ}\text{C}$



Температура вечной мерзлоты на южном Ямале



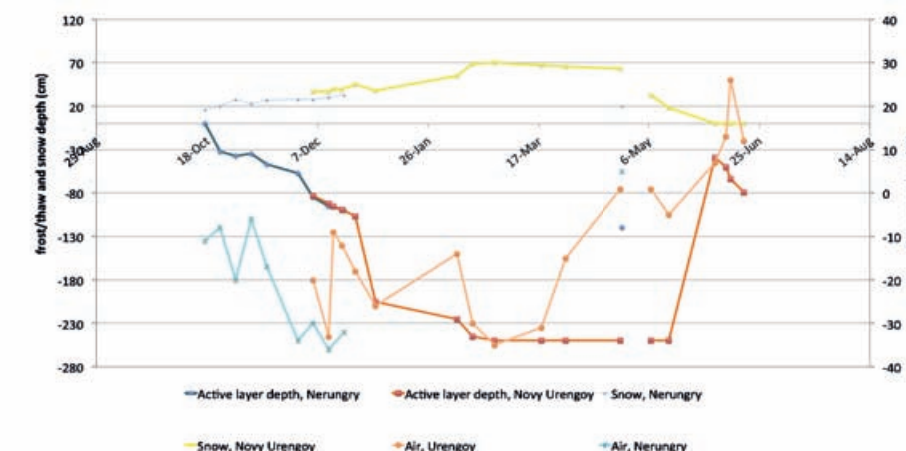
Детская экологическая станция в Новом Уренгое



Награждение ученицы из Нового Уренгоя и её руководителей во время Второго Ямальского экологического форума в 2013 г.



Результаты измерений по мерзлотометру в Новом Уренгое и Нерюнгри. В обоих городах глубина сезонного промерзания достигает 2,5 м

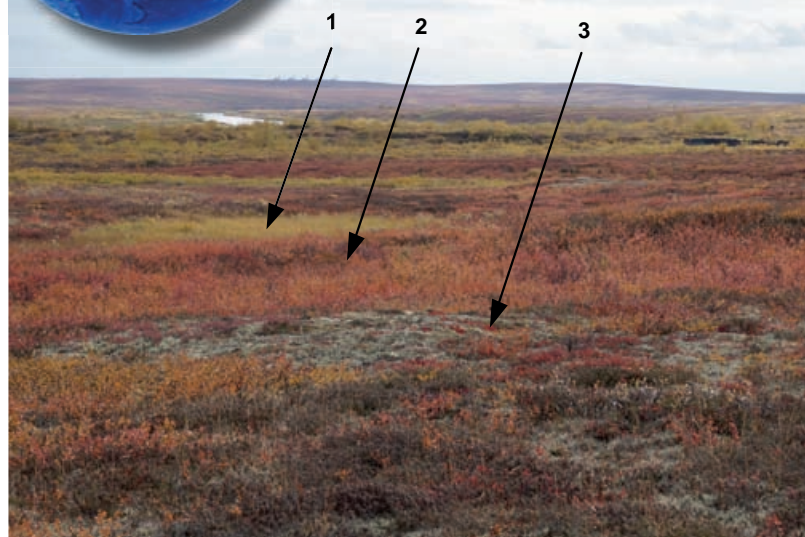




Республика Коми Воркута

Координаты: 67.50° с. ш. 64.03° в. д.

Текст, фото, данные: Владислав Исаев, Дмитрий Сергеев

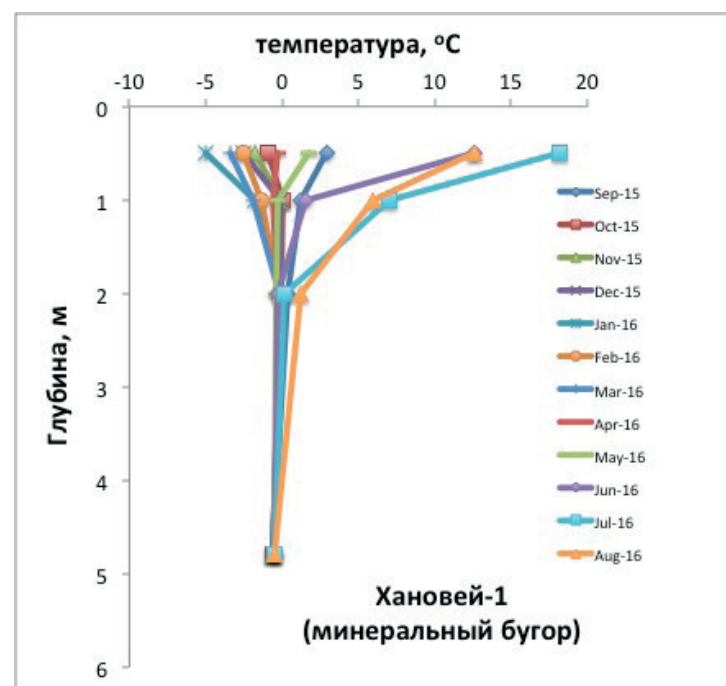


Воркута - угледобывающий город в Республике Коми, расположенный на севере республики, на западных склонах Полярного Урала, на реке Воркута. Население – 70548 чел. (перепись 2010 г). Расположен за Полярным кругом, в зоне прерывистой вечной мерзлоты. Является третьим по величине городом за Полярным кругом, а также самым восточным городом Европы.

Воркута имеет субарктический климат с коротким прохладным летом и холодной и сухой зимой. Средняя температура февраля составляет около -20 °С, а в июле около +13 °С.

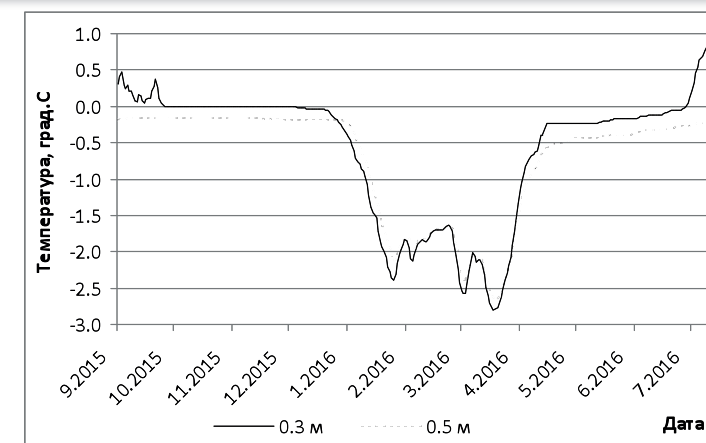
Основные типы местности, определяющие разницу условий теплообмена через поверхность: 1 – замкнутые обводнённые термокарстовые понижения, покрытые травянистой растительностью; 2 – полосы стока по понижениям между минеральными и заторфованными буграми, покрытые кустарниками (берёзка и ива). В пределах этих бугров

изредка встречаются замкнутые обводнённые термокарстовые понижения, покрытые травянистой растительностью. Между собой бугры разделены относительно вытянутыми понижениями, служащими линиями грунтового и поверхностного стока; 3 – минеральные и заторфованные бугры, размерами от 30 до 150 м по латерали, покрытые лишайниками, мхами и редкими кустарничками.



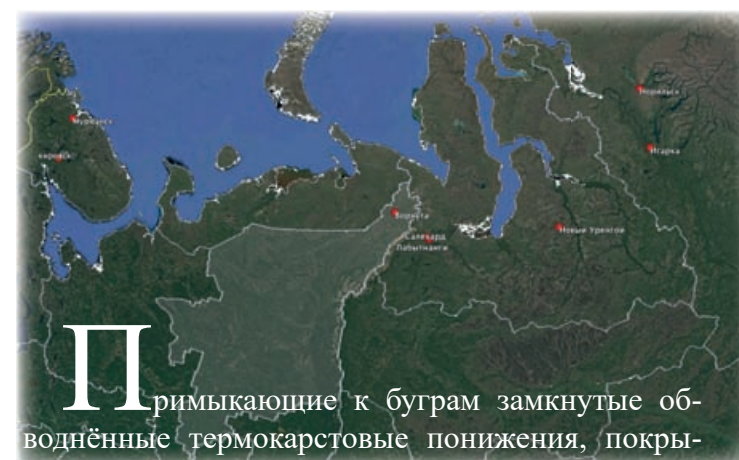
Минеральные бугры характеризуются несливающейся мерзлотой с положением кровли от 2 до 4 м глубины, что превышает величину потенциального промерзания. При среднемесячных температурах с ноября по февраль ниже -10°C. Сезонные колебания в грунте затухают уже на глубине 4,8 м, где в течение всего года идут фазовые переходы в околонулевой отрицательной области температур.

Среднесуточные температуры грунта по месяцам 2015-2016 гг. на разных глубинах в скважине Хановей-1 (минеральный бугор)

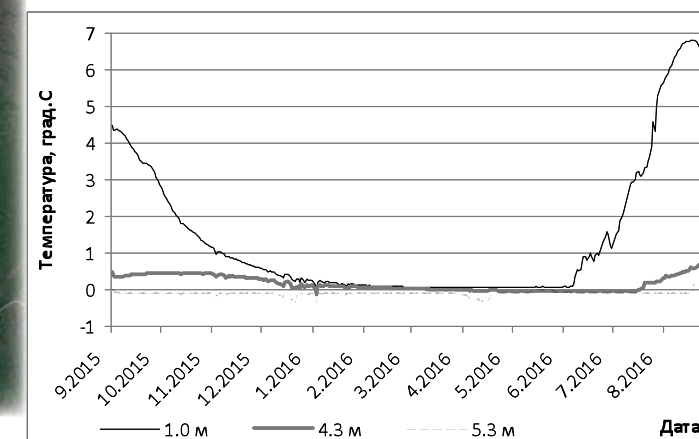


Среднесуточные температуры грунта по месяцам 2015-2016 гг. на разных глубинах на площадке Хановей-4 (заторфованный бугор)

Главной особенностью исследуемой территории является переменное положение кровли мерзлоты при практически сплошном её распространении. В пределах заторфованных бугров глубина сезонного оттаивания составляет 0,4-0,8 м. Температурный режим здесь типичен для условий распространения многолетней мерзлоты, когда потенциальное сезонное промерзание превышает сезонное оттаивание. Обращает на себя внимание большая продолжительность фазовых переходов весной и осенью, когда температура грунтов постоянна и близка к нулю. Среднегодовая температура на подошве сезонного оттаивания составляет - 0,5°C.



Примыкающие к буграм замкнутые обводнённые термокарстовые понижения, покрытые травянистой растительностью, имеют более глубокое положение кровли мерзлоты. Сезонного промерзания здесь практически нет; скорее всего, в приповерхностных горизонтах почвы зимой происходит лишь частичный переход поровой влаги в лёд.

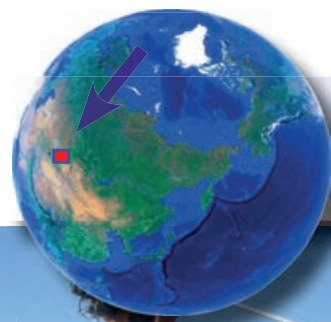


Среднесуточные температуры грунта по месяцам 2015-2016 гг. на разных глубинах в скважине Хановей-3 (термокарстовое понижение)



Оттаивание кровли многолетнемёрзлых пород и пластические деформации оттаявших тиксотропных грунтов приводят к ежегодным осадкам насыпей железных и автомобильных дорог.

Деформации железнодорожного полотна близ станции Хановей



Республика Алтай

Алтай

Текст, фото, данные: Сергей Сериков

Распространение многолетнемёрзлых пород на Алтае носит неравномерный характер.

В юго-восточной части Горного Алтая мерзлота имеет сплошное распространение. На западе и северо-западе развитие криолитозоны носит прерывистый, островной и спорадический характер, постепенно выклиниваясь, переходит в зону сезонного промерзания горных пород.



абсолютный минимум $-62\text{ }^{\circ}\text{C}$, а летом максимум $+32\text{ }^{\circ}\text{C}$, хотя средняя температура лета всего $-13\text{ }^{\circ}\text{C}$ за счёт резкого перепада дневной и ночной.

Чуйская впадина является не только самым засушливым местом на Алтае, но и одним из самых засушливых во всём мире. К примеру, средний размер годовых осадков здесь около 80 - 150 мм, при этом на севере Сахары осадки составляют порядка 200 мм в год.

В долине реки Чуя многолетнемёрзлые породы имеют редко-островной характер распространения. Мощность мёрзлой толщи колеблется от 3 - 5 м до 15 - 30 м. Среднегодовая температура на подошве слоя годовых теплооборотов составляет порядка $-0,5 - 1,0\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Максимальная мощность сезоноталого слоя в озёрно-пролювиальных и флювиогляциальных отложениях достигает от 1,5-2,0 м до 3,0 м, а сезонное промерзание в суровые малоснежные зимы может достигать 1,5-2,0 м.

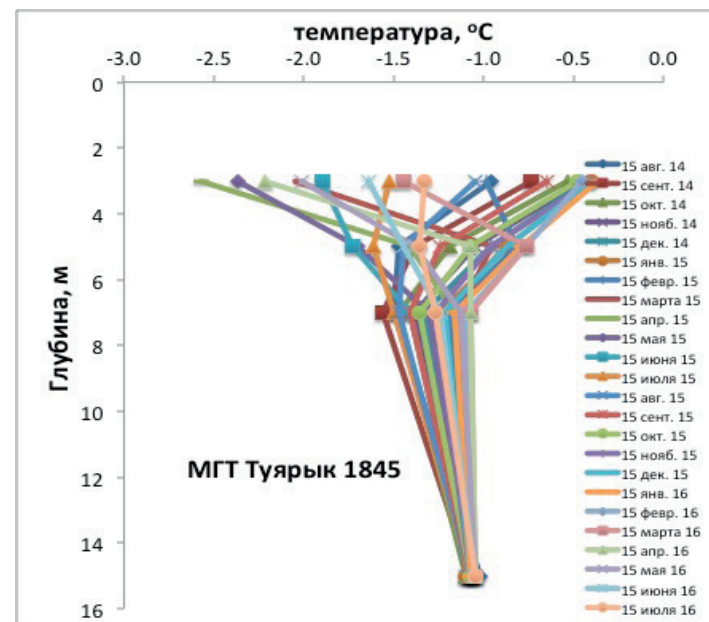
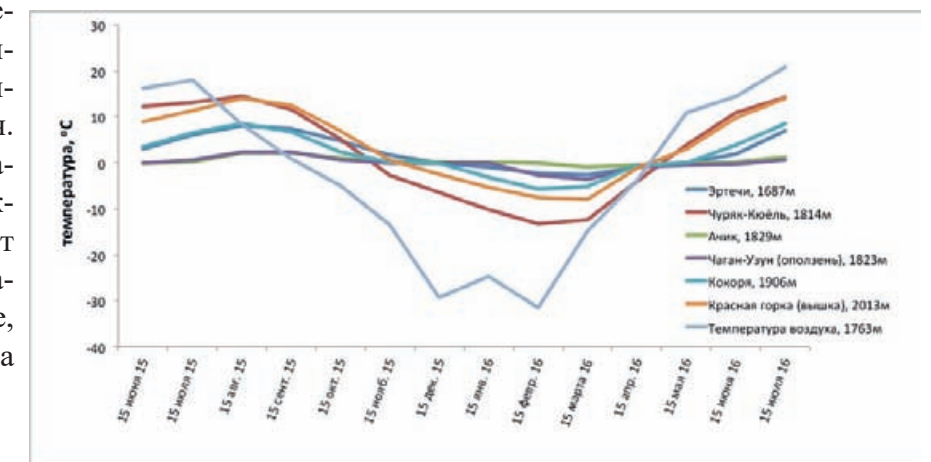
В таких экстремально-климатических, геотермических условиях в деятельном слое широко развиты различные криогенные процессы и явления. К ним относятся: морозное выветривание и морозная сортировка, солифлюкция и оползни скольжения, термокарст и термоэрозия, морозное пучение, каменные глетчеры, наледообразование, пластическая деформация грунтов, а также посткриогенные явления.

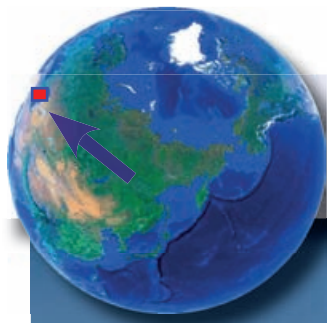


Мощность криолитозоны в области сплошного распространения определяется главным фактором – типом рельефа. В горной части, где абсолютные отметки 2800 – 2900 м над уровнем моря, многолетнемёрзлая толща достигает 360 - 400 м. В межгорных котловинах и больших впадинах, на абсолютных отметках 1500 – 2000 м, мощность резко уменьшается и составляет от 30 - 50 до 80 - 100 м. Примером может служить Чуйская впадина, где в районе пос. Кош-Агач гидрогеологической скважиной была вскрыта нижняя граница мерзлоты на глубине 75 м. Особенностью вертикального залегания мёрзлых пород в Чуйской впадине является её слоистость, так в районе п. Кош-Агач в интервале мерзлых пород от 3,0 до 56,8 м, на глубинах 6,8-8,0 м и 11,0-23,0 м расположены талые породы. Такое слоистое залегание мёрзлых пород обусловлено особенностью геологического и гидрогеологического строения территории, а также уникальным климатом.

Климат в Чуйской впадине очень суровый, среднегодовая температура всего $-6,7\text{ }^{\circ}\text{C}$. Продолжительности безморозного периода — 50—65 дней. В районе населённого пункта Кош-Агач среднемесячная температура января $-32\text{ }^{\circ}\text{C}$, а в июле — $+13,8\text{ }^{\circ}\text{C}$. Зимой в северной части Чуйской впадины температуры достигают до $-30\text{ }^{\circ}\text{C}$... $-40\text{ }^{\circ}\text{C}$, даже зафиксирован

Климат в Чуйской впадине очень суровый, среднегодовая температура всего $-6,7\text{ }^{\circ}\text{C}$. Продолжительности безморозного периода — 50—65 дней. В районе населённого пункта Кош-Агач среднемесячная температура января $-32\text{ }^{\circ}\text{C}$, а в июле — $+13,8\text{ }^{\circ}\text{C}$. Зимой в северной части Чуйской впадины температуры достигают до $-30\text{ }^{\circ}\text{C}$... $-40\text{ }^{\circ}\text{C}$, даже зафиксирован



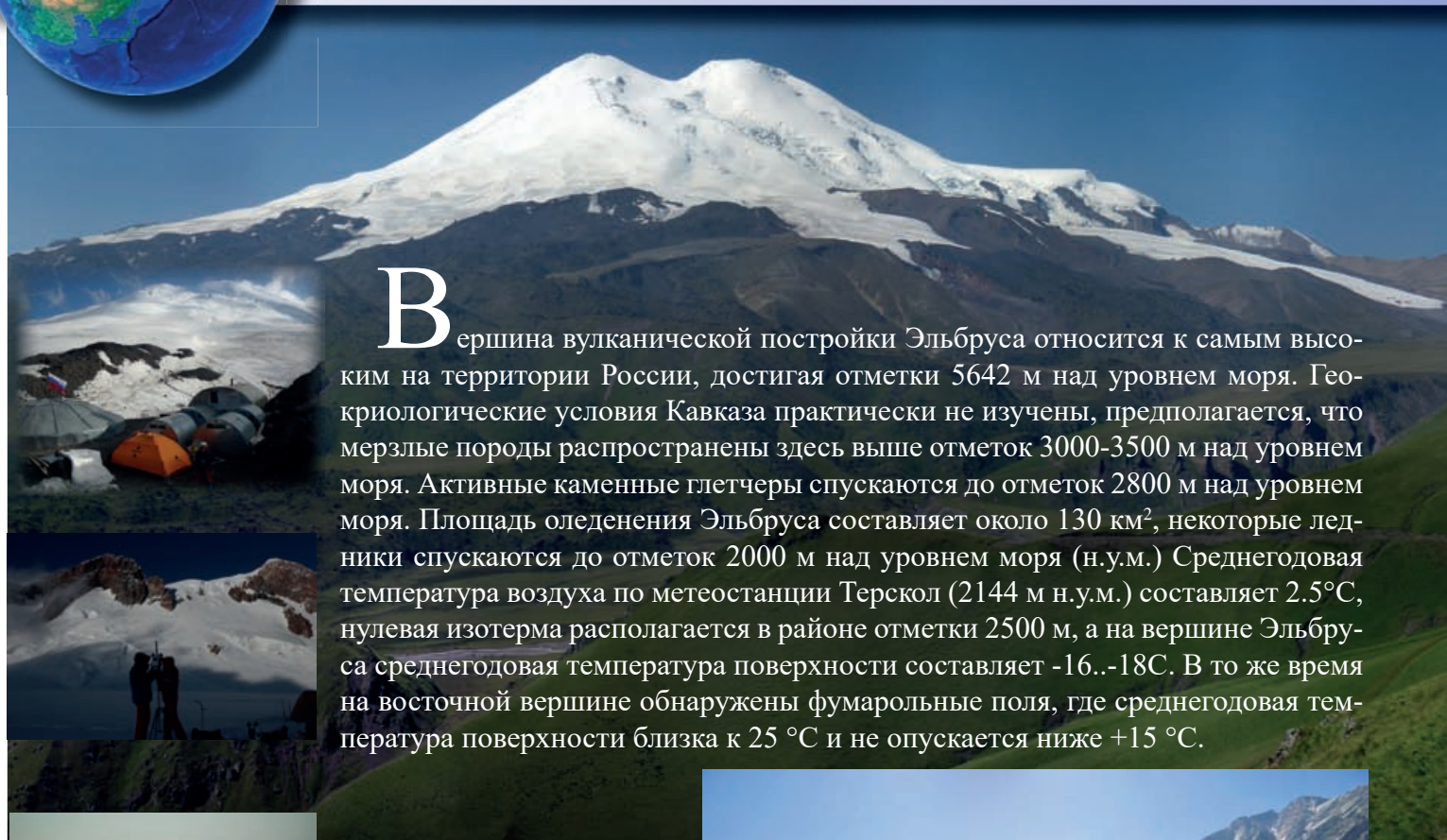


Республика Кабардино-Балкария (Эльбрус)

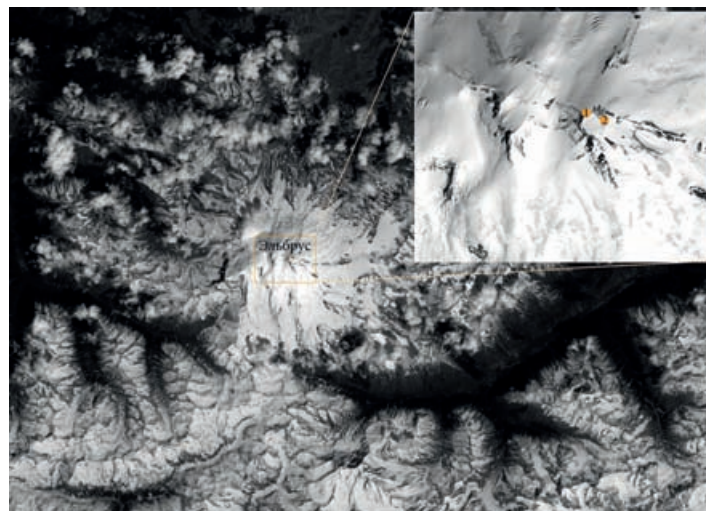
Терскол

Координаты: 43,33° с. ш. 42,45° в. д.

Текст, фото, данные: Андрей Абрамов

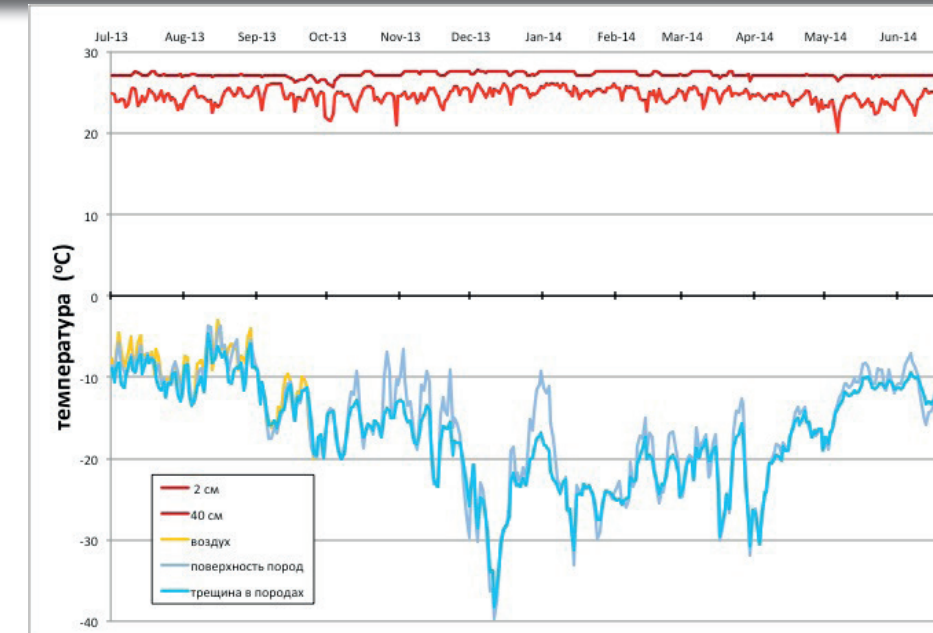
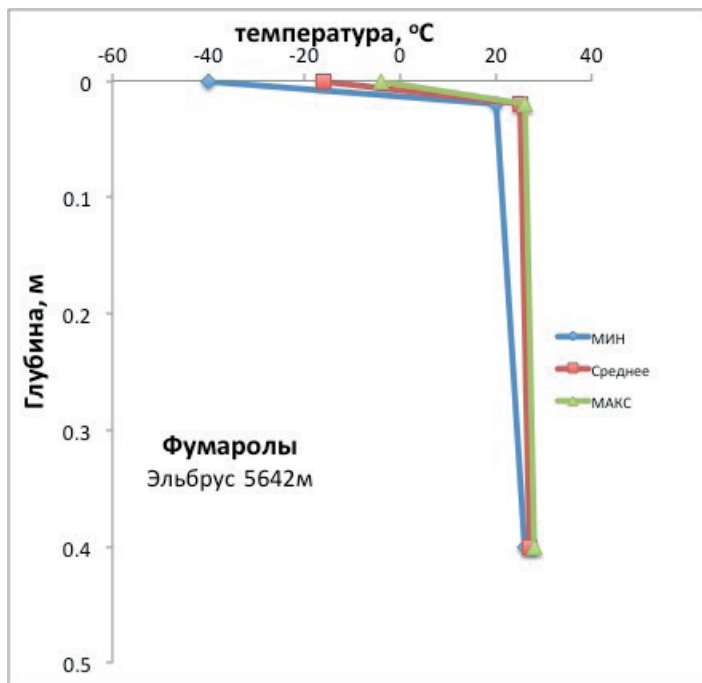


Вершина вулканической постройки Эльбруса относится к самым высоким на территории России, достигая отметки 5642 м над уровнем моря. Гео-криологические условия Кавказа практически не изучены, предполагается, что мерзлые породы распространены здесь выше отметок 3000-3500 м над уровнем моря. Активные каменные глетчеры спускаются до отметок 2800 м над уровнем моря. Площадь оледенения Эльбруса составляет около 130 км², некоторые ледники спускаются до отметок 2000 м над уровнем моря (н.у.м.) Среднегодовая температура воздуха по метеостанции Терскол (2144 м н.у.м.) составляет 2.5°C, нулевая изотерма располагается в районе отметки 2500 м, а на вершине Эльбруса среднегодовая температура поверхности составляет -16..-18°C. В то же время на восточной вершине обнаружены фумарольные поля, где среднегодовая температура поверхности близка к 25 °С и не опускается ниже +15 °С.

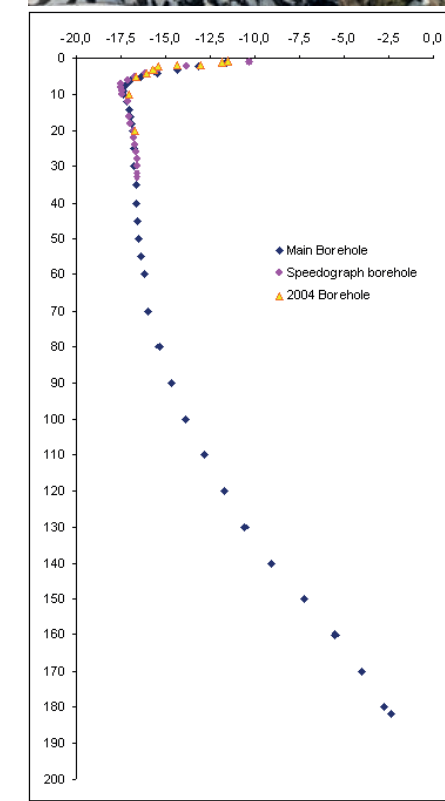


Космический снимок вулкана Эльбрус

ДЕКАБРЬ 2020 г.



Годовой ход температуры вблизи вершины: температура на разных глубинах пород (красный и бордовый) практически всё время держится выше 20 °С из-за вулканической активности; температура воздуха (жёлтый), поверхности (серый) и в трещине пород (голубой) в течение года ни разу не поднимается выше нуля



Температурные профили в леднике на Западном плато Эльбруса, измеренные в разные годы. Температура поверхности пород вблизи самой вершины составляет около -17 °С. Зелёные треугольники показывают распределение температуры в 22-метровой скважине в 2004 г., синие точки показывают температуры главной скважины в 2009 г., красные точки - 20-метровая скважина, пробуренная в 2013.

Ссылка: V. Mikhalenko et al.: Investigation of a deep ice core from Mt. Elbrus The Cryosphere, 9, 2253–2270, 2015 www.the-cryosphere.net/9/2253/2015/ doi:10.5194/tc-9-2253-2015





Мурманская область

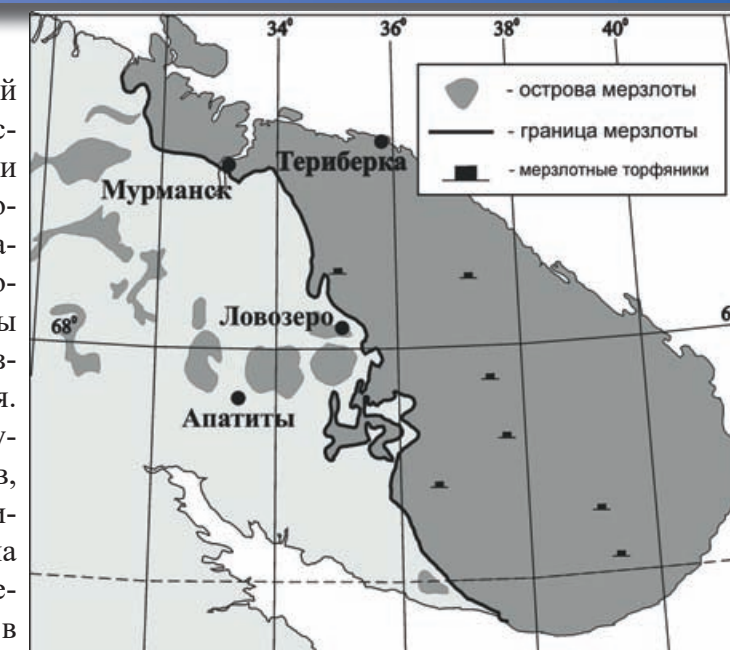
Мурманск, Кировск, Териберка

Координаты: 69,14° с. ш. 36,09° в. д.

Глеб Краев, Юлия Заика, Фёдор Романенко

Мурманск - крупнейший город Арктики. Его население 307257 чел. (перепись 2010 г.). Город раскинулся на берегу Кольского залива – фьорда на южном берегу Баренцева моря, врезающегося в сушу на 57 км. Берега сложены гранитами и гнейсами возрастом, сравнимым с возрастом Земли, расчлененными тектоническими террасами, так что в пределах города от уровня моря можно подняться на 300 м. Мурманск с момента основания в 1916 г. стал важным портом и военным центром, крупным центром освоения Арктики с развитой рыбной промышленностью. Несмотря на то, что город расположен на 300 км севернее Полярного круга, климат в нем умеренный. В окрестностях города преобладают лесотундровые хвойные и березовые редколесья, заросли кустарников и болота. Это связано с поступлением теплых вод Северо-Атлантической ветви Гольфстрима. Мурманск также является центром Мурманской области с хорошо развитой транспортной инфраструктурой – авто - и железнодорожным сообщением с Москвой и Северной Европой, аэропортом. Также осуществляются импорт и экспорт товаров, пассажирские перевозки через морской порт. В городе располагается 20 высших учебных заведений, а также 57 общеобразовательных школ, гимназий, лицеев. Суммарно в городе насчитывается 26910 школьников (2013-15 гг.).

Кировск – город в Хибинах, высочайшей горной системе на Кольском полуострове. Был основан в 1929 г. благодаря богатству минеральными ресурсами Хибинской кольцевой интрузии как город шахтеров при апатитовой обогатительной фабрике. Кировск развивался как типичный моногород на протяжении всего XX века. Ближайшие горы высотой до 1100 м за это время были буквально разрушены и переработаны в фосфорные удобрения. В XXI веке стали популярны рекреационные услуги: открылось несколько горно-лыжных склонов, распространился туризм на снегоходах и традиционные арктические удовольствия вроде катания на собачьих упряжках. Саамы из близлежащих поселений развивают этнотуризм. Население Кировска в основном славянского происхождения, насчитывает 28625 жителей (перепись 2010 г.). Город располагает прямым авиасообщением со столицей. Автобусом можно доехать до железнодорожного вокзала в соседнем городе в 30 км. В Кировске действуют 3 школы с общим числом учащихся 3435 чел. Климат умеренный. В городе располагается самый северный ботанический сад в России. Естественная растительность за городом до высоты 450 м представлена березовыми редколесьями с островами елей и сосен. Плоские вершины гор покрыты тундрами. Слово «тундра» происходит из этих мест, оно имеет саамское происхождение и означает плоские безлесные холмы. Город расположен на южной границе зоны многолетней мерзлоты. Мерзлотные процессы и явления – солифлюкция и курумы – широко распространены по склонам гор. Острова мерзлых пород изредка встречаются в торфяниках в окрестностях Хибин.

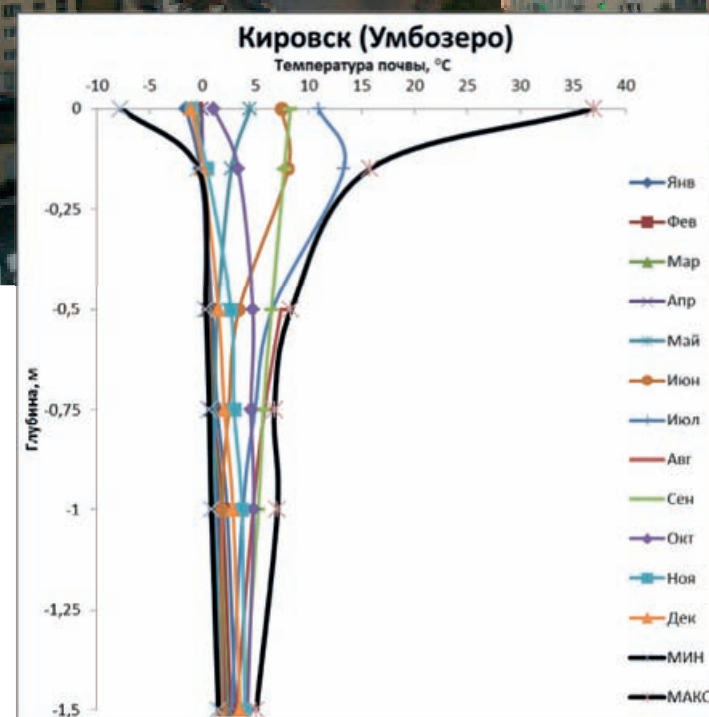


Карта мерзлоты Кольского полуострова (Романенко, Гаранкина, 2012)

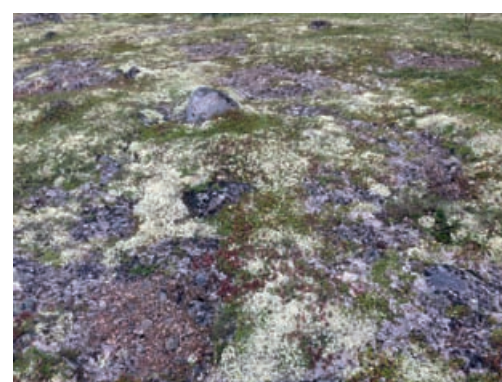
Териберка расположена на берегу Баренцева моря на песчаных террасах в устье одноименной реки. Она окружена красивыми холмами высотой до 200 м, сложенными древними трещиноватыми гранитами. Поморы (местные жители русского происхождения) приплывали сюда на лето рыбачить с XVII в. С тех пор рыбная ловля трески, сельди и лосося являются основным промыслом местного населения. В советское время Териберка стала развиваться как сельскохозяйственный центр Севера – была построена молочно-товарная ферма. Развитая рыболовецкая инфраструктура позволила Териберке стать одним из центров интродукции камчатского краба. На р. Териберке была построена гидроэлектростанция с каскадом плотин. Сегодня Териберка – достижимый по асфальтированной дороге населенный пункт. Рыбные ресурсы и живописный ландшафт привлекают туристов, интересующихся отдыхом на Русском Севере. В селе есть несколько гостиниц и квартиры внаем. Число зарегистрированных жителей составляет 957 чел. (2010), однако многие из них предпочитают постоянно жить в Мурманске, который находится в 100 км. По той же причине в единственной школе обучается лишь 73 чел.



Панорама Мурманска



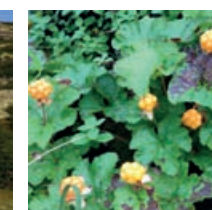
126 Мерзлота в наше время



Сортированные грунты вблизи Териберки
ДЕКАБРЬ 2020 г.



Съедобные богатства тундры вблизи Териберки





Шпицберген

Баренцбург, Пирамида



Координаты: 78.09° с. ш. 13.79° в. д.

Фото: Норунн Тьяланд, Дэвид Швери
Данные: Ханна Кристиансен



Вид на Баренцбург с корабля



Школа пос. Баренцбург



Обсуждения по теме мерзлоты в школе пос. Баренцбург



Пирамида - заброшенный угледобывающий посёлок. Тем не менее его каждый год посещают множество туристов



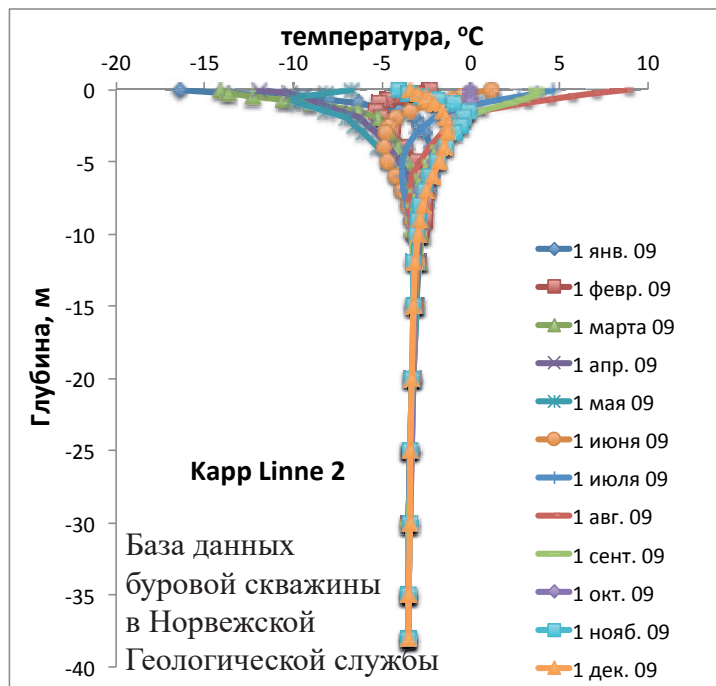
Вид на пос. Пирамида



Разрушение зданий в пос. Пирамида



Самый северный в мире памятник В.И. Ленину, пос. Пирамида



Два российских поселения, Баренцбург и Пирамида (заброшено), расположены на берегах фьорда Нордре Исфьорден, там же, где и Лонгйир (крупнейший норвежский город на архипелаге). Население Баренцбурга около 500 человек (2007), 10% которых составляют ученики единственной школы, расположенной в центре поселения. Вечная мерзлота имеет сплошное распространение на Шпицбергене, её температура варьирует от -2 °C до -6 °C. Среднегодовая температура воздуха в Баренцбурге -4,5 °C, а в Лонгйире -4,9 °C. Норвежская мониторинговая мерзлотная площадка Капп Линне (слева) расположена к западу от Баренцбурга, в месте, где местные жители обычно ловят рыбу.



Острова Российской Арктики

Земля Франца Иосифа, Новая Земля, Северная Земля, Новосибирские о-ва, о. Врангеля

Текст, фото: Алексей Маслаков



Земля Франца Иосифа



Мыс Желания



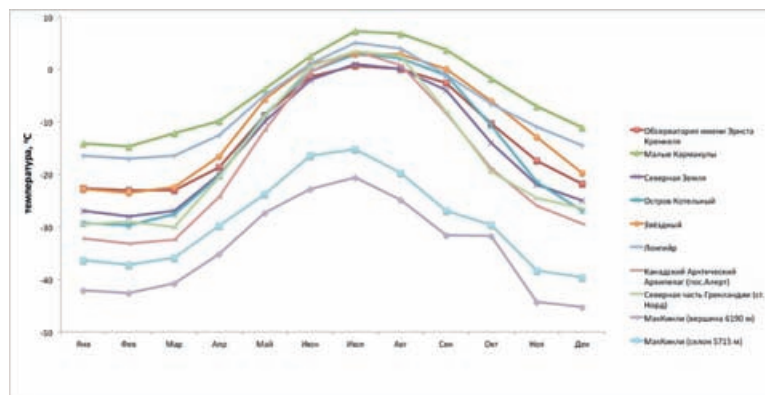
Метеостанция на Северной Земле



Прибрежные ландшафты Новосибирских островов. Холмы образуются от протаивающих вокруг них горизонтов льдистой мерзлоты



Годовой ход температуры воздуха на островах Российской Арктики, а также Шпицбергена, Гренландии, Канадского Арктического архипелага и на г. МакКинли (Северная Америка). Самые низкие температуры наблюдаются на МакКинли. Среди арктических островов самые низкие температуры на севере Канадского Арктического архипелага и на севере Гренландии. Предположительно, температуры мерзлоты в этих местах распределяются в такой же последовательности



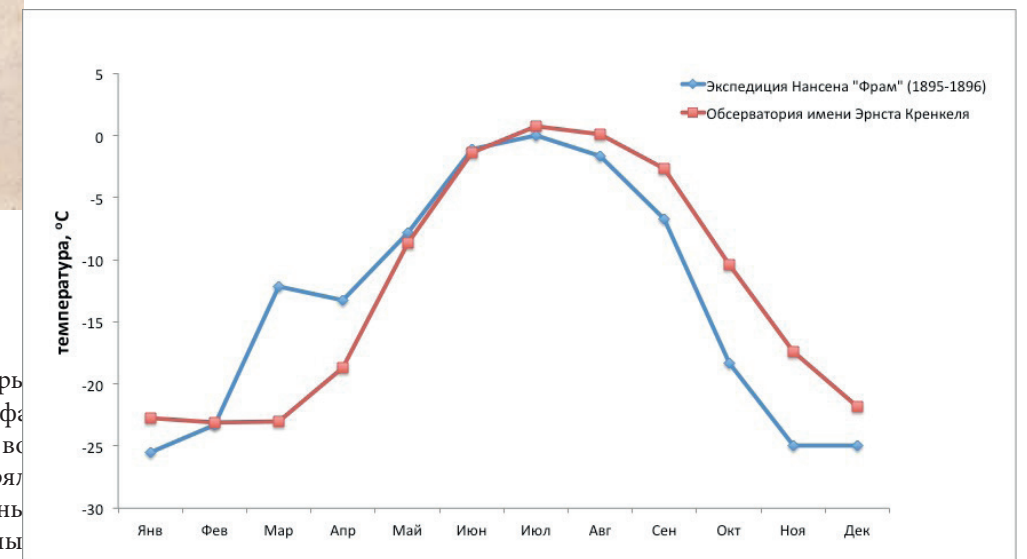
Ландшафты острова Врангеля



Самая восточная точка Евразии - мыс Дежнёва



Знаменитая фотография встречи норвежского исследователя Ф. Нансена и английского полярного путешественника Ф. Д. Джексона на Земле Франца Иосифа.

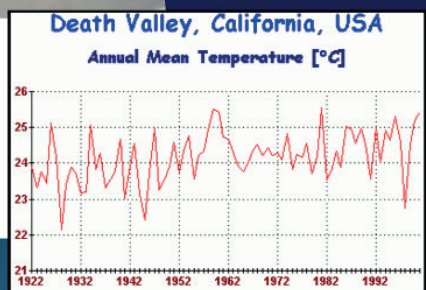
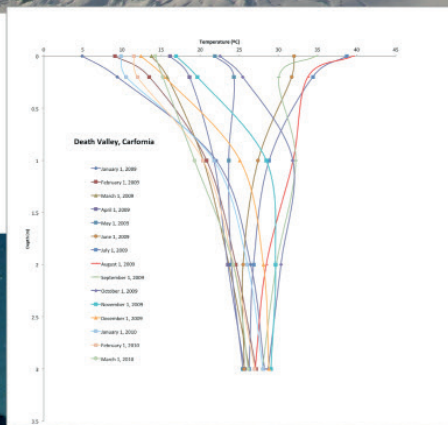


Сравнение годового хода температуры воздуха на Земле Франца Иосифа сейчас и в XIX в. Ф. Нансен во время своей экспедиции измерял температуру воздуха каждый день теперь эти данные бесценны

Экстремальные температуры на Земле

Самая высокая температура в Западном полушарии была зарегистрирована в Долине Смерти в Калифорнии

Самый холодный город в мире: Оймякон, Россия -71.2



В Долине Смерти в США на поверхности установлено 3 температурных сенсора и одна 3-метровая скважина

Скважина в Долине смерти установлена на самой нижней отметке в Западном полушарии Земли: 85 м ниже уровня моря. Среднегодовая температура почвы на глубине 2 метра составляет 26°C . Почвы здесь очень засолены, иногда кристаллы соли растут на её поверхности - межгодовая изменчивость температуры почвы очень высокая в виду сильной континентальности климата (от 5 до 40°C)



Температурный рекорд в Долине Смерти был достигнут 10 июля 1913 г. и составил $+56.7^{\circ}\text{C}$.



Оазис в пустыне Сахара

Самая высокая температура воздуха

Разница в 129°C

Оймякон, Сибирь

Самая высокая температура на Земле была зарегистрирована в пустыне Сахара (г. Эль-Азизия), где температура воздуха достигла 57.8°C 13 сентября 1922 г.

Самые низкие температуры воздуха

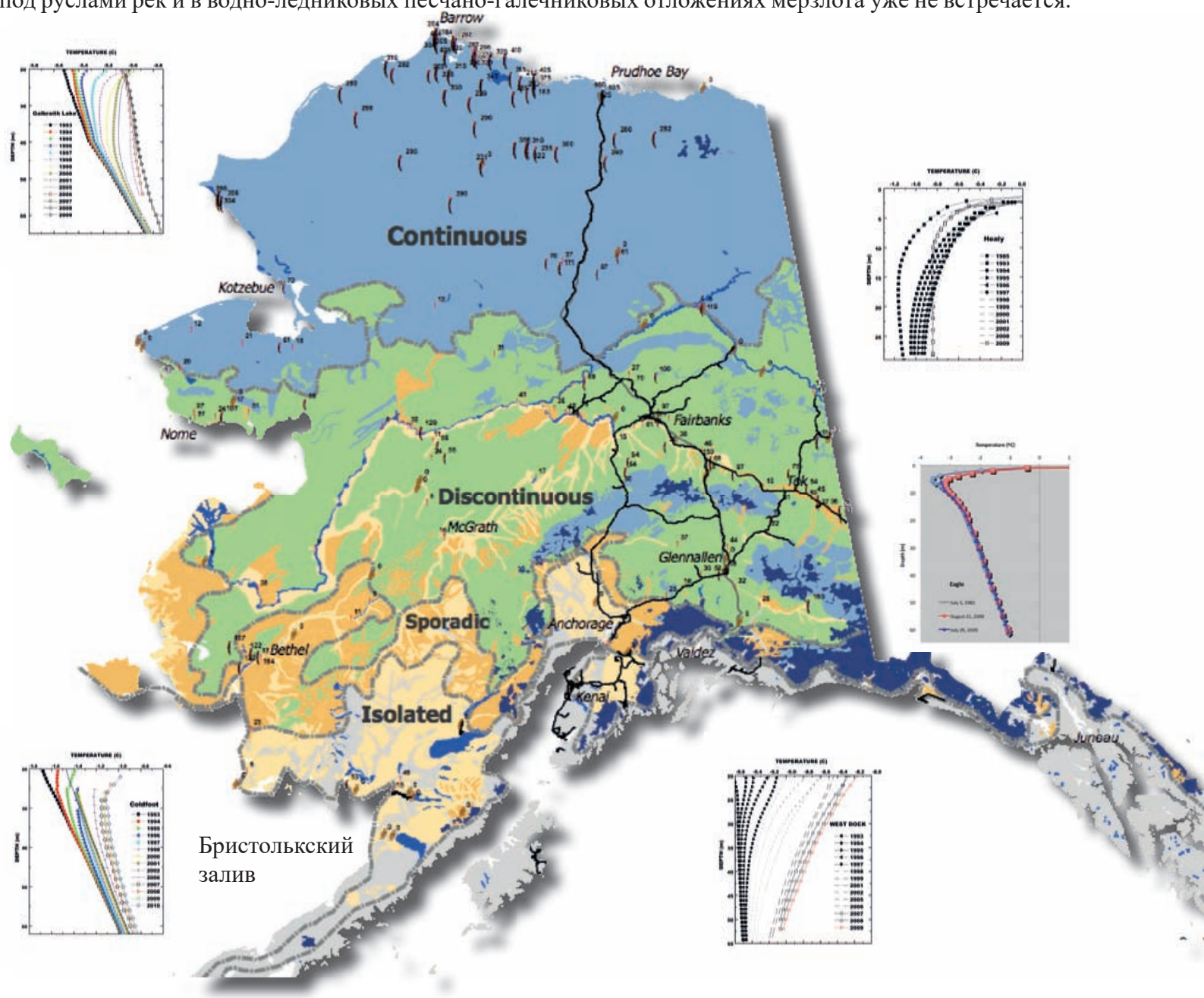
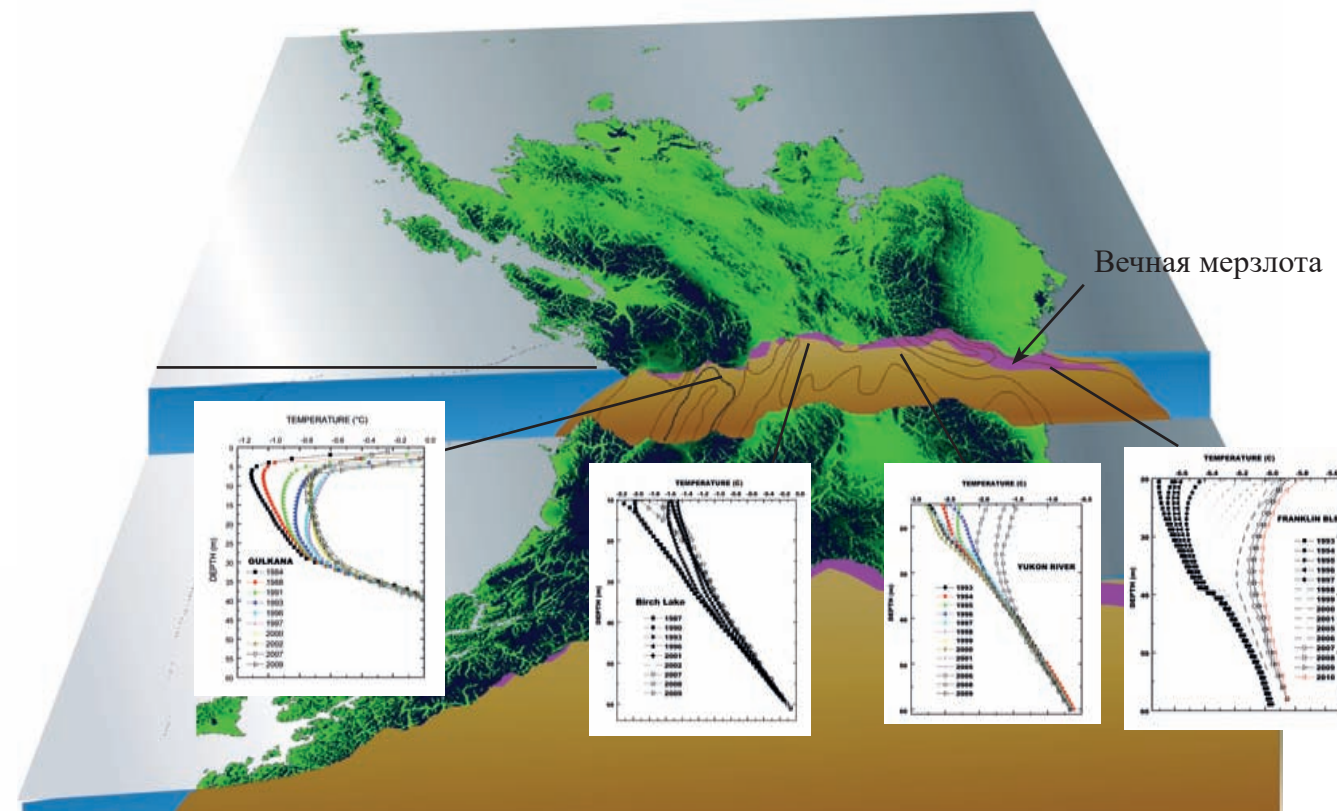
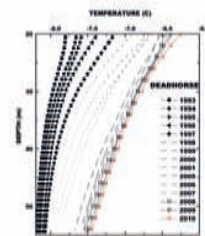
Самая низкая температура, когда-либо измеренная: Российская станция Восток в Антарктиде: -89.2°C (21 июля 1983 г.)

У нас не самая низкая температура!

Южный полюс

Мерзлота на Аляске

Вечная мерзлота распространена практически по всей Аляске за исключением, пожалуй, Алеутских островов и Аляскинского залива, однако мерзлотные условия сильно изменяются в зависимости от места. Сплошное распространение холодной (-3°C и ниже) мерзлоты в основном типично для Северного склона (North Slope) (в поселениях Барроу и Кактовик температура мерзлоты -9°C) и хребта Брукса (пос. Арктик Вилладж, $-3,8^{\circ}\text{C}$). К юго-западу от хр. Брукса мерзлота уже не сплошная, она называется прерывистой: под руслами рек и в водно-ледниковых песчано-галечниковых отложениях мерзлота уже не встречается.



Множество поселений в долинах рек Кобук и Коюкук расположены на участках без мерзлоты (в пос. Амбер, Кобук или Аслиа температура почвы от 0 до 5°C). На полуострове Сьюард и на побережье Берингова пролива господствует морской климат, определяющий разнообразие мерзлотных условий. Температура мерзлоты в этих районах варьирует от -3°C (поселения Коцебу, Шишмарёф, Уэльс) до -2°C (Теллер, Ном). В южной части п-ова Сьюард мерзлота уже отсутствует (Элим, Уайт Маунтин). Штормовые нагоны (кратковременное повышение уровня моря) и весенние речные паводки имеют огромное влияние на мерзлоту в районе дельт рек Юкон и Кускокуин. На прибрежных участках (пляжи, поймы) мерзлота отсутствует полностью (например, в Шелдон Пойнте), однако в поселениях, стоящих выше затопляемых участков на 0,2-0,5 м, мерзлота уже присутствует, и её температура изменяется от $-0,8^{\circ}\text{C}$ до $-0,2^{\circ}\text{C}$. Распространение мерзлоты на островах Берингова моря уникально: мёрзлые породы обнаружены на о. Св. Лаврентия и на о. Крузенштерна (Малый Диомид) – около -2°C , также мерзлота присутствует в песчаных отложениях островов Нунивак и Нельсон ($-0,3^{\circ}\text{C}$), однако она отсутствует на о-вах Прибылова. На вулканическом острове Св. Павла, в лавовых пещерах мерзлота также не обнаружена.

На большей части внутренних районов Аляски и в бассейне реки Медной (Copper river) мерзлота прерывистая. Например, в пределах площадки 1x1 км температура мерзлоты может варьировать от -2 до $+2^{\circ}\text{C}$. Распределение мёрзлых пород сильно зависит от солнечной радиации (направление наклона склонов) и свойств почв и горных пород. Склоны, обращённые на юг (т. е. южной экспозиции), не содержат в своих породах мерзлоту (температура почвы $0..2^{\circ}\text{C}$), а в днищах долин на склонах северной экспозиции мерзлота уже присутствует ($-3..0^{\circ}\text{C}$).

Южная граница распространения вечной мерзлоты на Аляске идёт примерно по широте 60 градусов, однако она сильно изгибается. Вблизи залива Бристоль ледниковое прошлое района предотвратило формирование древней мерзлоты, однако на песчаных участках она всё же присутствует (в посёлках Ик, Куитлук и Куинагак её температура от 0 до $-0,2^{\circ}\text{C}$). В районе Аляскинского залива мерзлота отсутствует из-за высокого снежного покрова зимой, препятствующего охлаждению почвы, и тёплой мягкой зимы вблизи океана. Однако на некоторых участках, занятых торфяными болотами вблизи Анкориджа, всё же сохраняются мёрзлые породы ($-0,2^{\circ}\text{C}$).

(Jorgenson et al., 2008, NICOP)
ДЕКАБРЬ 2020 г.



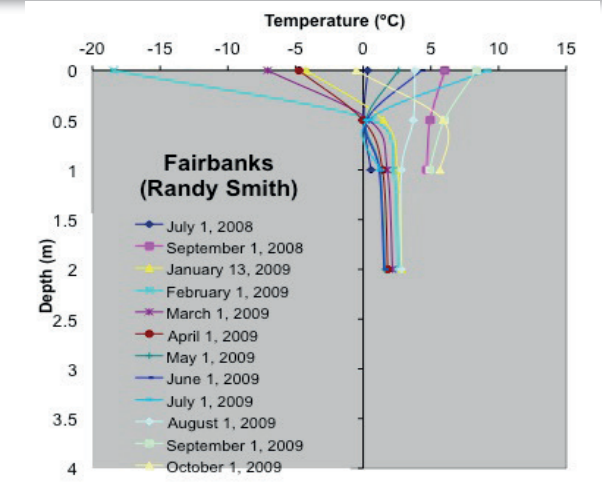
Фэрбенкс

Аляска

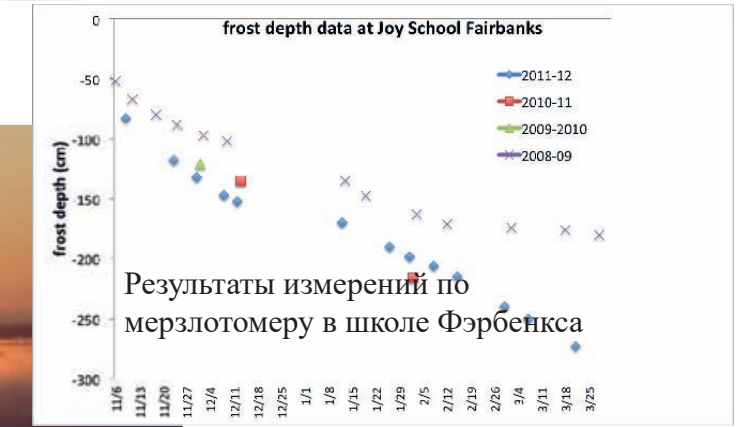
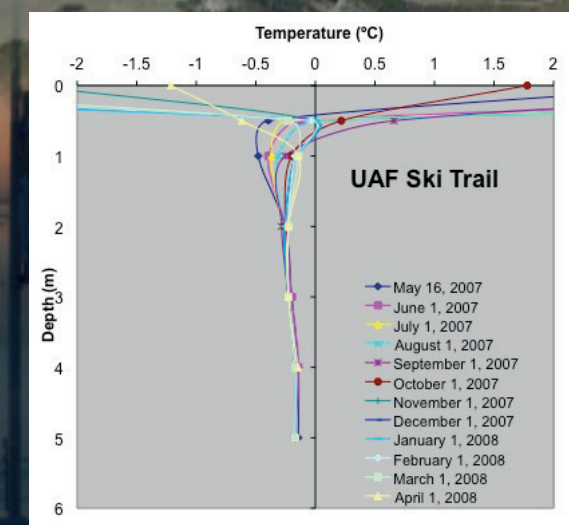
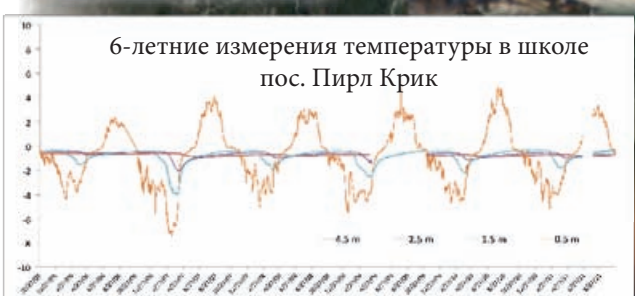
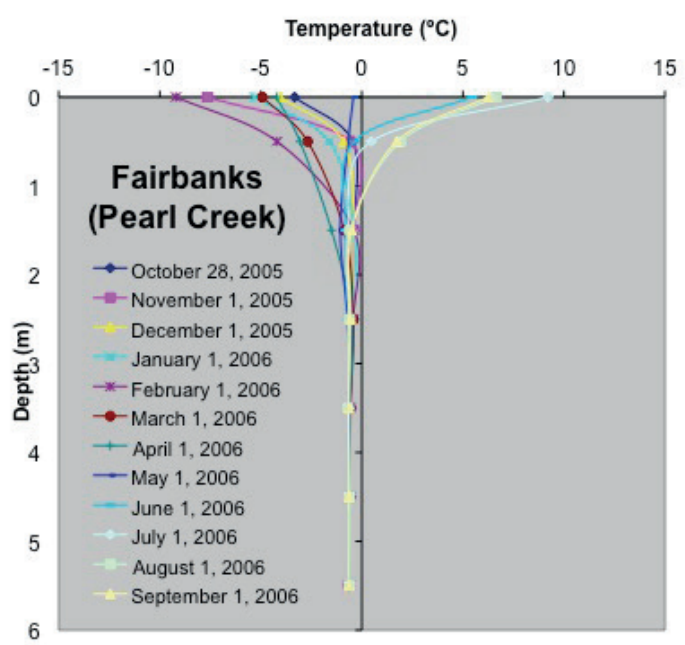
Фэрбенкс, второй по численности город Аляски с населением 30367 жителей (по результатам переписи 2008 г.), расположен в долине Танана, на берегах реки Чина. Фэрбенкс является важным обслуживающим центром и перевалочным узлом в центральной Аляске. Он соединён с Анкориджем дорогой длиной 572 км, до которого также можно добраться на самолёте за 45 минут. Сотни лет эта территория была заселена народом Коюкон атабаски. Торговый пункт был построен в 1901 г. вблизи р. Чина за год до того, как поблизости было обнаружено золото. Пароходы, приплывшие по рекам Юкон и Танана, привезли золоторазведчиков во внутренние части Аляски. В 1902 г. город получил название Фэрбенкс, в честь сенатора Индианы Чарльза Фэрбенкса. Город рос, в нём строились магазины, правительственные учреждения, суд, тюрьма и почта. Сельскохозяйственный колледж Аляски и Горнорудная школа, которые впоследствии стали Университетом Аляски, открыли свои двери в 1922 г. Через год была достроена аляскин-



Ключевые факты (Randy Smith 2009):
 Средняя температура мерзлоты: $-0,7\text{ }^{\circ}\text{C}$
 Количество дней с отрицательной температурой: 184
 Отрицательные градусо-дни: 1673°C/сут
 Положительные градусо-дни: 1793°C/сут



ская железная дорога, соединившая Фэрбенкс с городом Сивард и другими промежуточными поселениями. Дальнейший толчок к росту произошёл в 1940-х гг., когда под давлением войны была построена магистраль Алкан, соединившая Фэрбенкс с Канадой через шоссе Ричардсон, а также основаны 2 военные базы поблизости: база Форт Вейнрайт (изначально Форт Ладд) и база военно-воздушных сил Ээльсон. Строительство Трансаяскинского нефтепровода принесло новые экономические возможности и рост Фэрбенкса в 1970-1980 гг. Четыре главных шоссе штата пересекаются в Фэрбенксе, вблизи которого функционирует также международный аэропорт.



Факты (Joy, 2010):
 Средняя температура мерзлоты: -2.3°C .
 Количество дней с t ниже нуля: 200.
 Отрицательные градусо-дни: 2553°C/сут .
 Положительные градусо-дни: 1731°C/сут .

Вознесенка / Село Качемак

Аляска



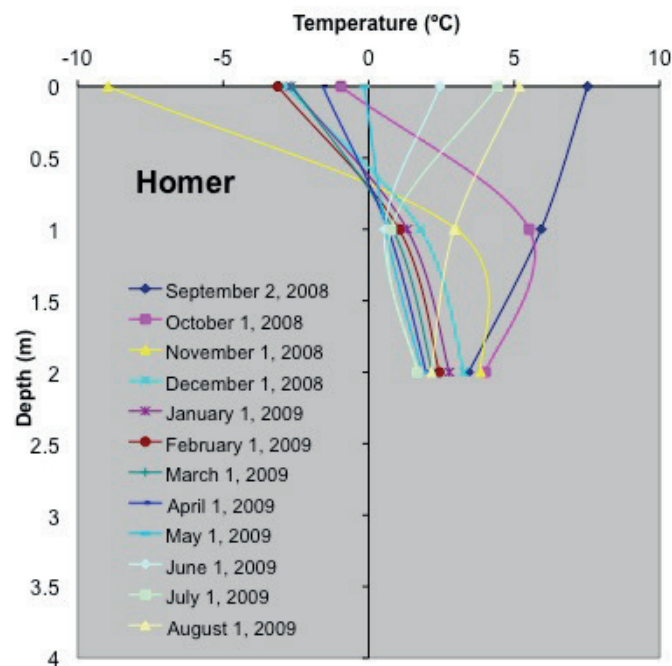
Вознесенка – поселение, насчитывающее 40 семей и расположенное в 40 км к востоку от г. Гомер, на высоком берегу лагуны Качемак. Соседнее село Качемак находится на противоположной стороне бухты, добраться до которого можно на квадроцикле или пешком. Жители этих поселений – приверженцы старообрядчества (ответвление от Русской православной церкви). Местный язык русский, а стиль одежды жителей отражает их этническую принадлежность. В Вознесенке есть общинная церковь и школа.



История

Староверы (старообрядцы) отделились от Русской православной церкви в XVII веке, когда патриарх Никон инициировал ряд реформ русского православия. Множество христиан покинули Россию или уехали в сибирскую тайгу, где они могли передавать свои старые традиции детям. Однако после Октябрьской революции 1917 г. положение старообрядцев ухудшилось, и они стали массово покидать Россию.

Несколько южноамериканских стран приняли старообрядцев к себе. В Бразилии правительство не препятствовало их религиозным взглядам, но множеству семей оказалось трудно там жить. Затем староверы эмигрировали в США, обосновавшись в г. Вудбёрн, Орегон в начале 1960-х гг. Один из членов общины узнал о доступных правительственных землях на полуострове Кенаи на Аляске, где, по слухам, водилось много рыбы. Первые поселенцы-староверы Кенаи получили грант от фонда Толстого в Нью-Йорке и приобрели 640 акров земли на полуострове в 1967 г.

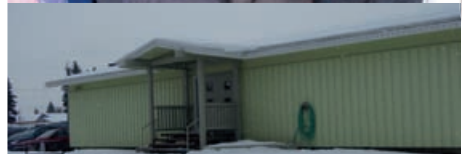
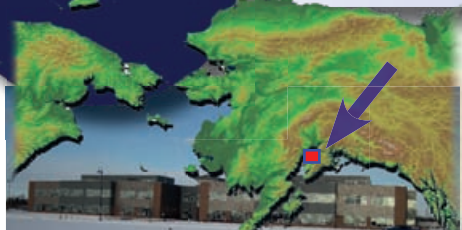


Факты (2010):
 Средняя температура мерзлоты: 2.4°C.
 Количество дней с t ниже нуля: 186.
 Отрицательные градусо-дни: 340°C/сут.
 Положительные градусо-дни: 1212°C/сут.

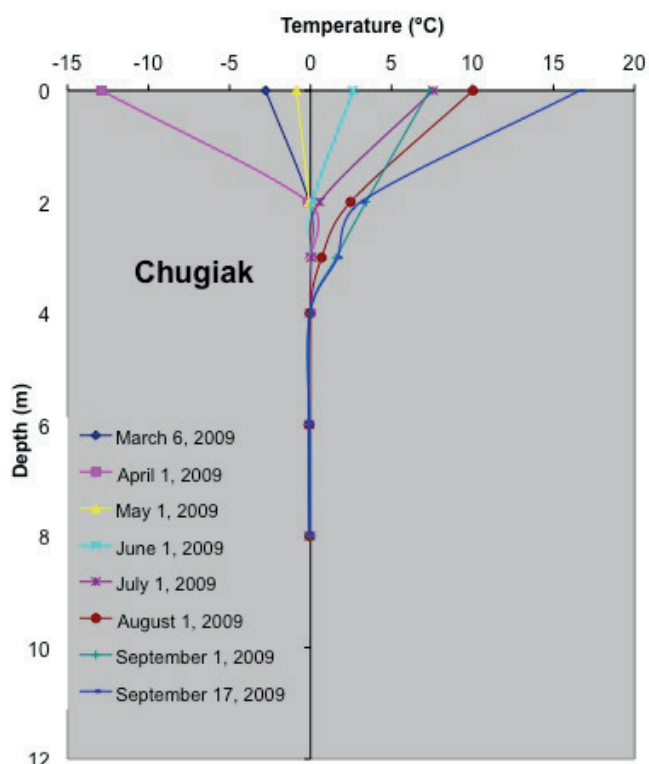


Анкоридж

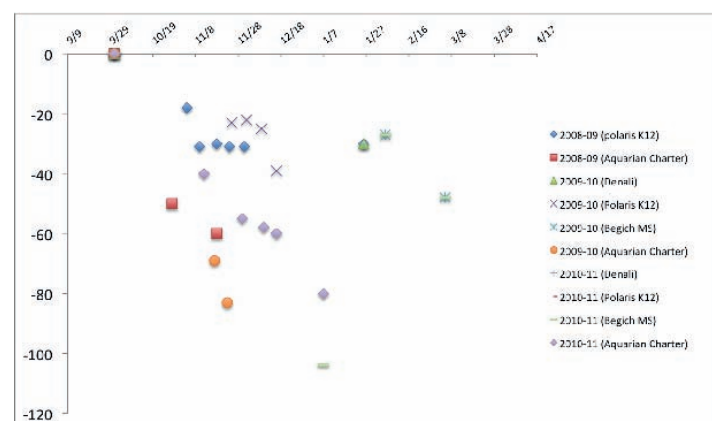
Аляска



Анкоридж – крупнейший город Аляски с населением 285 000 человек (согласно переписи 2008 г.). Он находится в основании залива Кук на южном побережье штата. Атабаски Денаина (Денаина означает «люди») являются коренными жителями окрестностей Анкориджа. Британский путешественник Джеймс Кук, в честь которого назван этот залив, изучил и нанёс на карту южное побережье Аляски в 1778 г. Будучи вовлечённым в золотую лихорадку с конца XIX века, город начал расти и развиваться. В 1915 г. началось строительство железной дороги от Фэрбенкса до Сиварда через Анкоридж, чтобы наладить связь поселений южного побережья с внутренними районами штата. Тысячи людей прибывали в Анкоридж, к штабу железнодорожного строительства в поисках работы. В результате аукциона по продаже земли, организованного в 1915 г., было продано 655 участков. В 1920 г. Анкоридж объединил в себе соседние поселения и приобрёл статус города. Рост города сопровождался военным присутствием и государственным строительством дорог, аэропортов и портов, построенных в разных местах в период между 1939 и 1957 гг. Несмотря на сильное землетрясение под названием Хорошая Пятница (Good Friday), произошедшее в 1964 г. и нанёсшее значительный урон городу, Анкоридж смог восстановиться и продолжить экономический рост вскоре после разработки и ввода в эксплуатацию крупнейшего месторождения нефти Прудо-Бей и дальнейшего строительства Трансальяскинского нефтепровода в 1970-1980-х гг. В Анкоридж ведут федеральные шоссе, вблизи города есть международный аэропорт.



Результаты 3-летних измерений по мерзлотометру школьниками Анкориджа



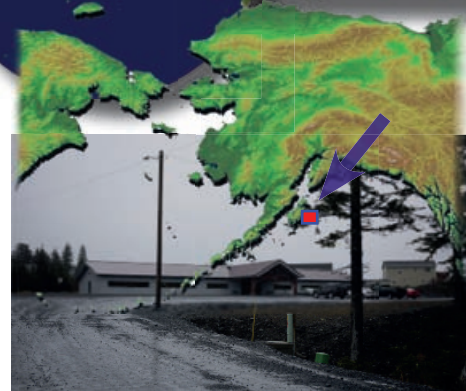
Факты (2010):
 Средняя температура мерзлоты: 2.8°C.
 Количество дней с t ниже нуля: 151.
 Отрицательные градусо-дни: 993°C/сут.
 Положительные градусо-дни: 2010°C/сут.



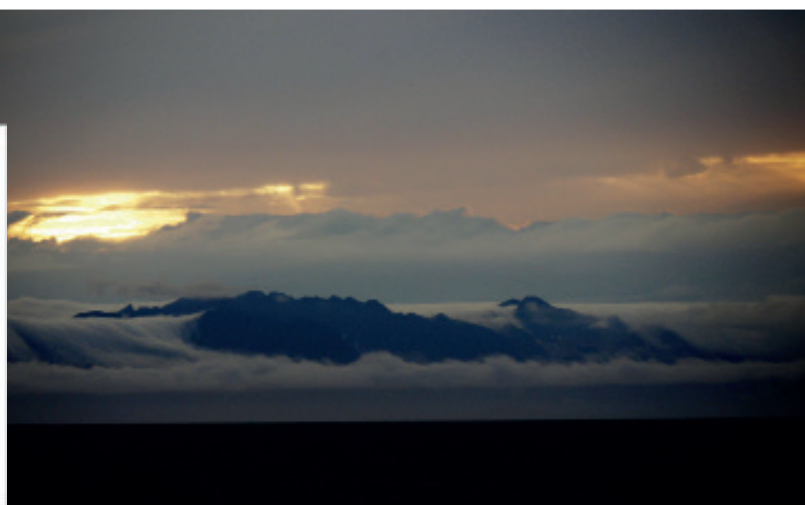
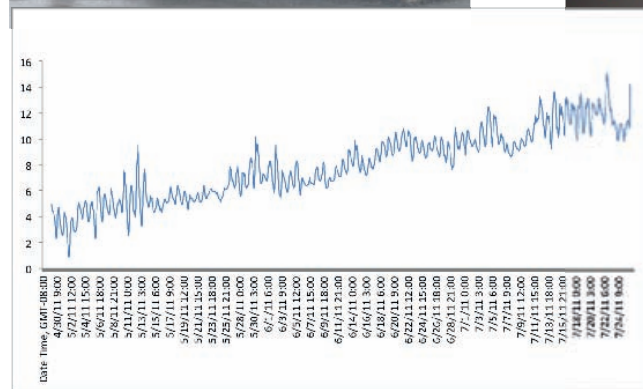
Кадьяк

Аляска

Координаты: 57.81° с. ш. 152.36° з. д.



Кадьяк – город с населением 6130 человек (2010 г.), расположенный на северо-восточной оконечности о. Кодьяк, в 406 км (по воздуху) к югу от Анкориджа. Находки свидетельствуют, что люди здесь жили, по крайней мере, 8000 лет. Когда русские исследователи впервые приплыли сюда в 1763 г., здесь жил народ сугпиатов. Несколько лет спустя русские промышленники основали здесь город Кадьяк, принеся с собой свою культуру и влияние, которое сохранилось после присоединения Аляски к США в 1867 г. С открытием завода по консервированию рыбы в 1882 г. коммерческое рыболовство достигло промышленных масштабов, а рыбная ловля вместе с переработкой морской продукции до сих пор остаётся важной составляющей хозяйственной деятельности и культурным наследием этой местности. Во время Второй мировой войны вблизи города располагалась база военно-морского флота США. Сейчас её занимают службы береговой охраны, а члены семей военнослужащих составляют основную часть населения города. Для окружающих островов Кадьяк является медицинским, транспортным, коммерческим центром. Здесь также сконцентрирована образовательная деятельность, включая наличие учебных корпусов Университета Аляски (Анкоридж) и Центра рыбной промышленности и технологии Университета Аляски (Фэрбенкс). Аляскинская морская трасса включает в себя Кадьяк, а местный аэропорт принимает ежедневные коммерческие рейсы, включая самолёты. Город имеет свою рыболовецкую базу, а в его порту сосредоточены сотни рыболовецких судов.



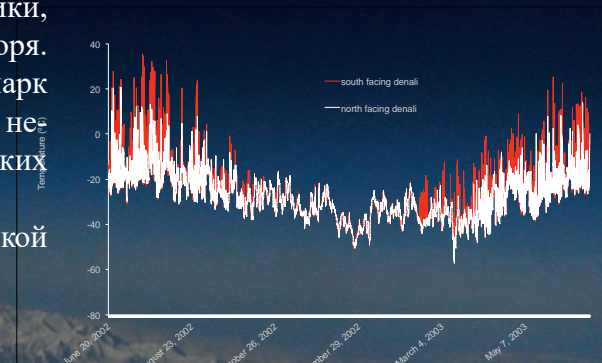
Координаты: 63,08° с. ш. 151,03° з. д.

Денали (Мак-Кинли)

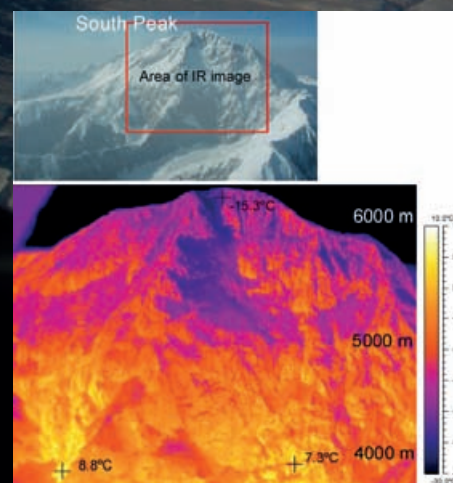
Самое холодное место в Арктике

Гора Мак-Кинли, или Денали (на языке индейцев Коюкон Атабаска «Высокая») – высочайшая гора Северной Америки, вершина которой достигает высоты 6149 м выше уровня моря. С 1990 года Японский клуб скалолазов и Национальный парк «Денали» поддерживают работу метеорологической станции недалеко от перевала Денали (5750 м). Это одна из самых высоких метеостанций в мире.

Интересный факт: Мак-Кинли была самой высокой точкой Российской Империи до 1867 г.



Температура поверхности скальных пород рядом с вершиной чрезвычайно низка. Среднегодовая температура достигает -26 °С с южной стороны и -27,6 °С с северной. Это сравнимо с внутренними районами Антарктики, где среднегодовая температура поверхности пород достигает -21,6 °С у подножья гор Эллуорт (81 ° ю.ш.), и -27.9 ° С рядом с вершиной г. Фезер, долина Бикон (2570 м над уровнем моря) (Gilichinsky, 2007). Таким образом, на вершине Денали инструментально зафиксирована одна из самых низких среднегодовых температур поверхности пород в мире!



Термический инфракрасный снимок южной стены г. Денали. Температура поверхности пород показывает -15°C вблизи вершины. 10 мая 2003 г.

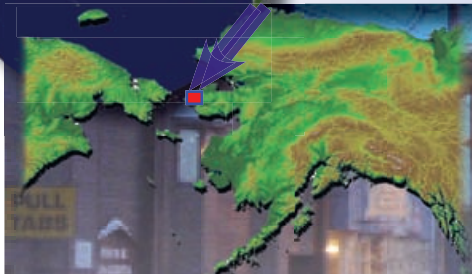
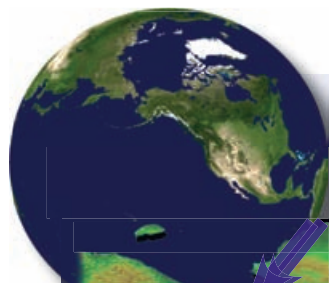


Старинная фотография от уважаемого мерзлотоведа, профессора Лесли Вирвека. Эта фотография показывает его первое успешное восхождение на южную стену Денали в 1954 г. Можно увидеть традиционную треугольную палатку на фоне Северного пика

Gilichinsky, D. A., Wilson, G. S., Friedmann, E. I., McKay, C. P., Sletten, R. S., Rivkina, E. M., ... & Sheherbakova, V. A. (2007). Microbial populations in Antarctic permafrost: biodiversity, state, age, and implication for astrobiology. *Astrobiology*, 7(2), 275-311.

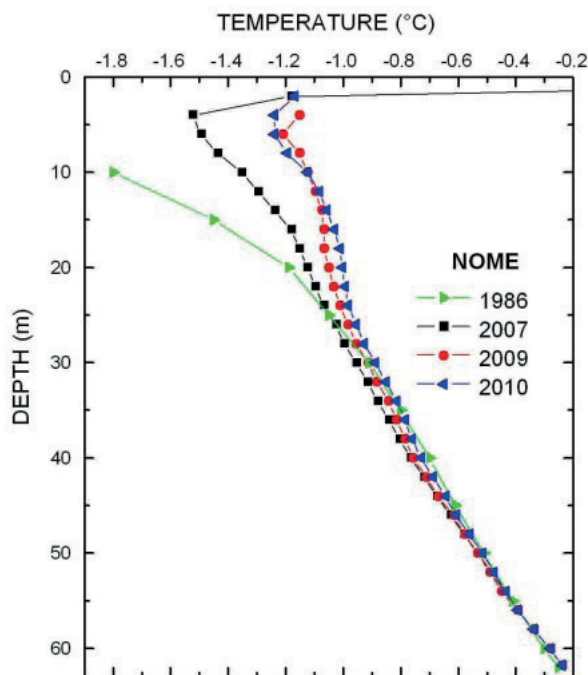
Ном

Аляска



Ном – это небольшой городок с населением около 3500 человек (2008 г.), который расположен на южном побережье полуострова Сьюард, в Беринговом море. Исторически полуостров был местом обитания народов Маламутов, Коверамутов и Уналикмутов. Хоть сведения о находках золота в этих краях известны ещё от прокладчиков телеграфа в 1865 г., золотая лихорадка привела сюда золотоискателей из соседнего Анвил Крик только к 1898г. Золото было обнаружено в бухтах и в пляжном песке вдоль берега. После этого население города резко выросло до 20 тыс. человек. К 1901 г. Ном приобрёл статус города: к нему была построена железная дорога и телефонная линия из Анвил Крика. Когда относительно легко добываемое золото иссякло, на рынок пришли крупные горнодобывающие компании с более сложным и эффективным оборудова-

нием. В первой половине XX в. ввиду нескольких важных событий население города сократилось: истощение запасов золота, эпидемия гриппа 1918 г., великая депрессия и Вторая мировая война. Большая часть города была уничтожена пожаром в 1934 г. Но, несмотря на трудности, золотодобывающая промышленность существует и сегодня. С годами Ном переключился в региональный берингоморский центр по снабжению, логистике и прочим услугам. Город имеет свой порт и аэропорт. Хоть у Номе нет прямой связи с магистралями Аляски, он соединён местными дорогами с городками Теллер, Консил и Кугарок Ривер. Ном также является финишной точкой гонки на собачьих упряжках Идитарод. Население города на сегодняшний день составляют коренные и частично коренные народы, в основном, эксимосы-инуиаты, а также представители некоренных национальностей. В Номе есть 5 школ.



Декабрь 2020 г.



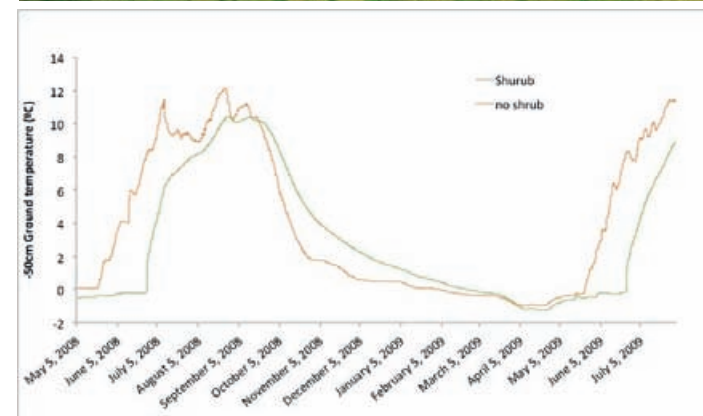
Множество бугров пучения было встречено вдоль дороги на Кугарок



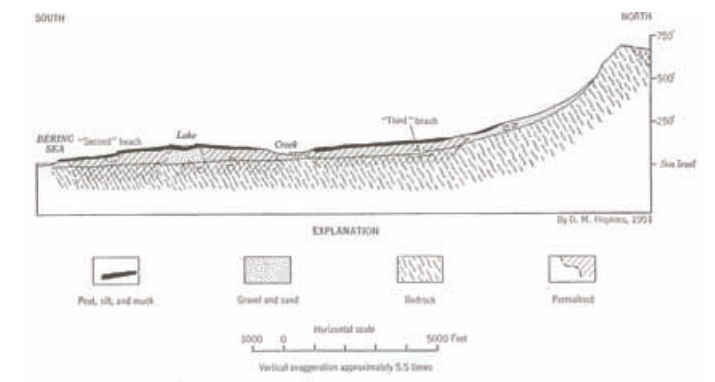
Порт пос. Ном расположен в устье реки Снейк



Прекрасные солифлюкционные террасы вдоль дороги в пос. Консил



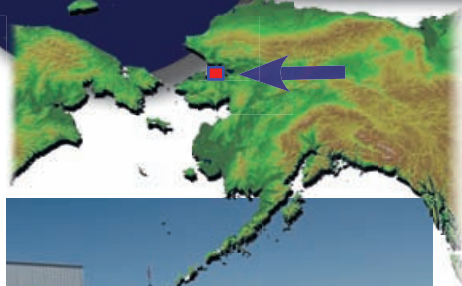
Температуры пород около школы пос. Ном. Распространение кустарников сильно влияет на мерзлоту: кустарниковая растительность задерживает больше снега зимой, поэтому под ними температура почвы выше



Поселение Ном расположено вблизи южной границы распространения мерзлоты. Мёрзлые породы сохраняются здесь только на северных склонах и под толстым торфяным горизонтом. На южных склонах и в местах антропогенного воздействия мерзлота отсутствует (USGS Prof. Paper 696)

Коцебу

Аляска



Коцебу насчитывает около 3100 человек (2008 г.). Он расположен на северо-западном берегу полуострова Болдуин, в заливе Коцебу. Этот населённый пункт расположен за Северным полярным кругом, в 884 км (по воздуху) к северо-западу от Анкориджа. Место, на котором расположен город, последние 600 лет заселяли эскимосы-инуиты, которые выбрали его в связи с его важным географическим положением: оно расположено на морском берегу, вблизи устья реки, что позволяло торговать как с береговыми соседями, так и с жителями внутренних районов. Название города происходит от лейтенанта Отто Фон Коцебу, который заплыл в эту бухту во время своих исследований России. На данный момент более 3/4 поселения составляют представители коренных народов. С годами Коцебу стал узловым городом в жизнеобеспечении поселений северо-запада Аляски. В городе есть 2 школы и больница, а также аэропорт с асфальтированной взлётно-посадочной полосой. С июля по октябрь акватория залива Коцебу свободна ото льда, что позволяет организовывать в этот период судоходство.

Город Коцебу расположен на песчаном валу. Мерзлота здесь достигает глубины 70 метров.

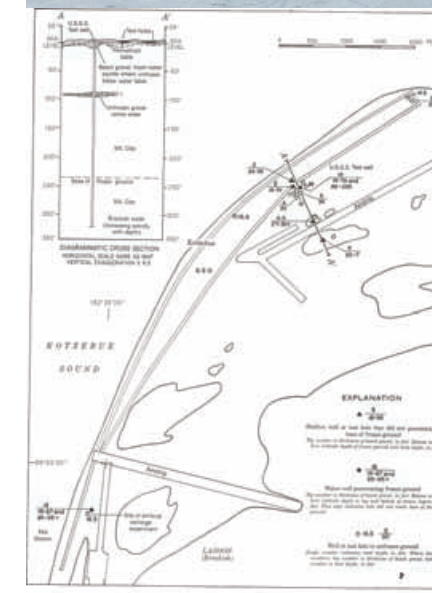
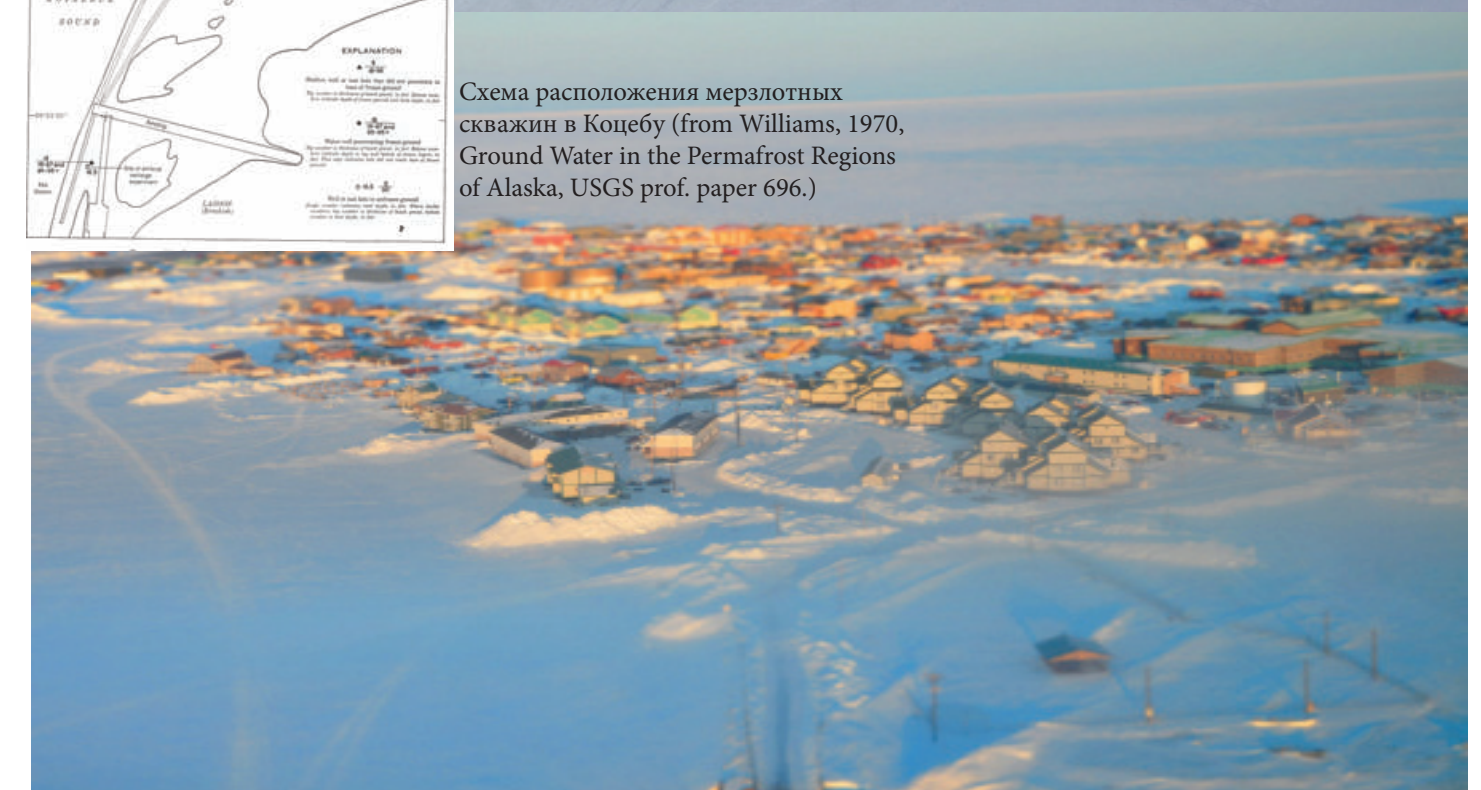
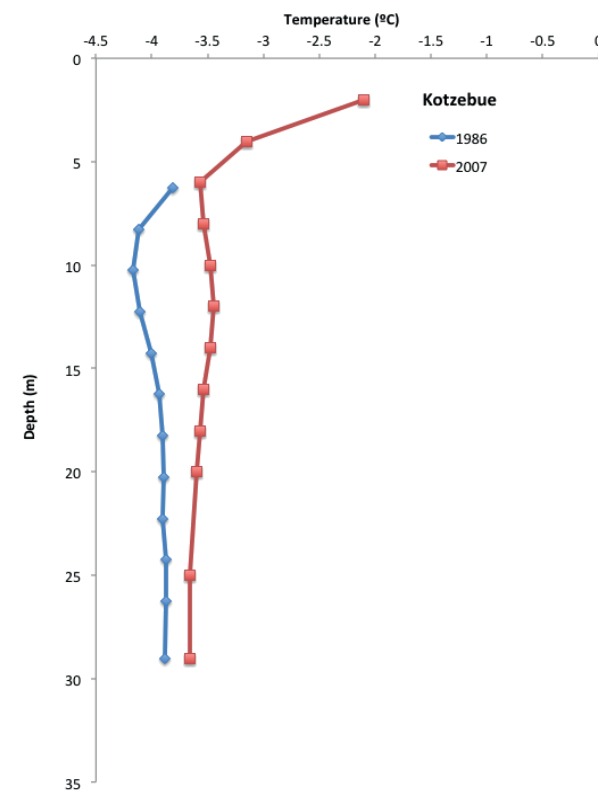
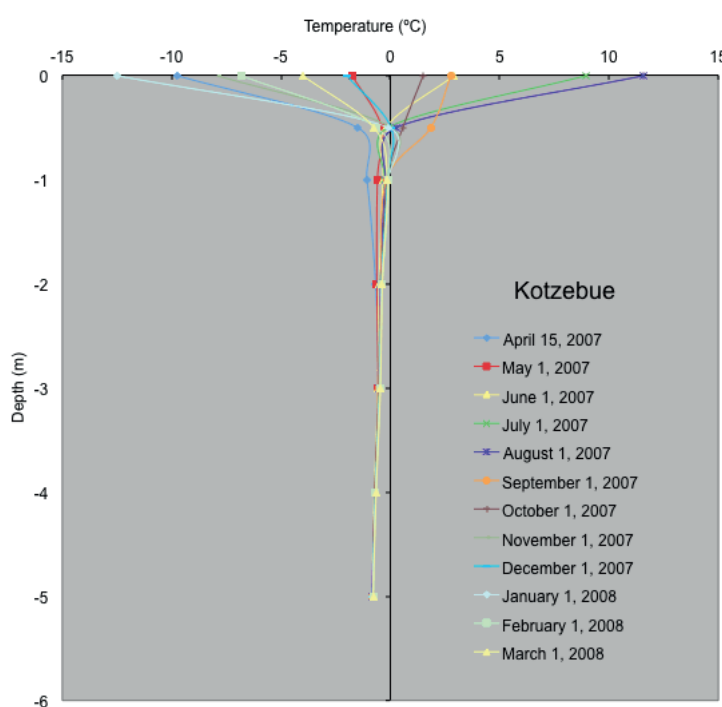


Схема расположения мерзлотных скважин в Коцебу (from Williams, 1970, Ground Water in the Permafrost Regions of Alaska, USGS prof. paper 696.)





Гэмбелл Аляска

Координаты: 63.78° с. ш. 171.72° з. д.

Гэмбелл – деревня с населением 673 человека (2008 г.), расположенная на северо-западном побережье о. Св. Лаврентия. Этот остров находится всего в 58 км к юго-востоку от Чукотского полуострова (Россия). Деревня названа так пресвитерианскими миссионерами, прибывшими сюда в 1890-х гг. Эскимосы-юпики жили здесь больше 2000 лет, однако голод, который случился здесь между 1878 и 1880 гг., сильно сократил их популяцию. В 1900 г. сюда впервые завезли оленей, и уже в 1903 г. на острове была создана национальная оленья резервация. Из-за относительно далёкого расположения Гэмбелл сохранил значительные черты культуры эскимосов-юпики острова Св. Лаврентия. Немалый доход города составляет продажа резных изделий из кости. Гэмбелл не имеет порта, поэтому основная транспортная нагрузка идёт на воздушное сообщение, которым город соединён с Номом (коммерческие рейсы) и другими городами (чартерные рейсы).



Игунак (кымгыт) – ферментированное (выдержанное) моржовое мясо. Отдельное внимание уделяется зашиванию в мясо кусков шкуры и захоронению на несколько месяцев в ле-дник (мясную яму)

Факты (2010):

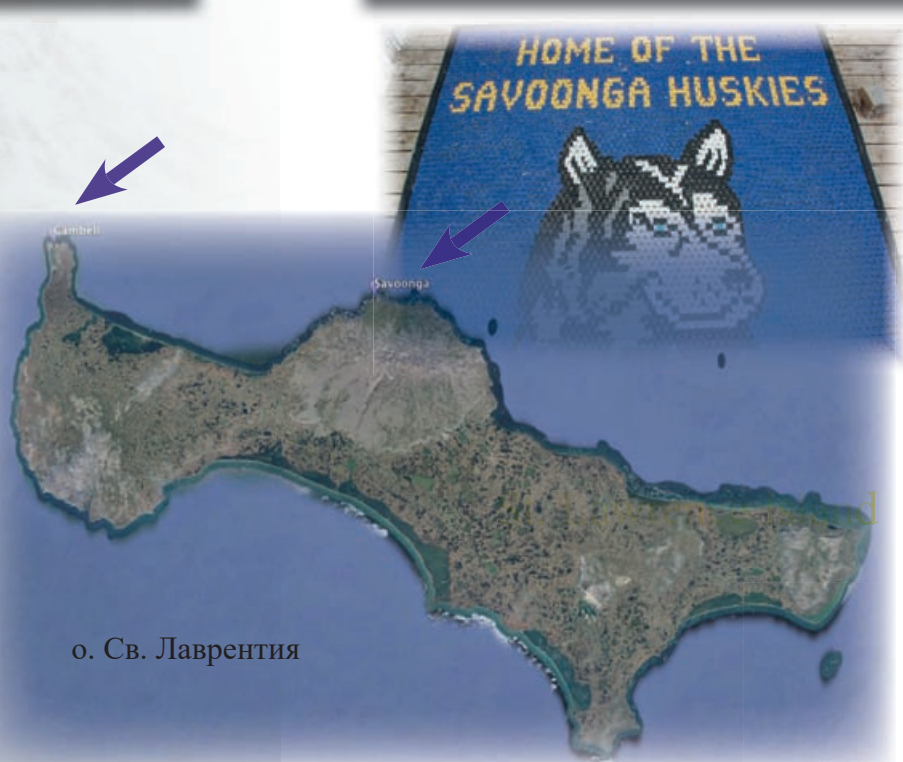
Средняя температура мерзлоты: -1.6°C.
Количество дней с t ниже нуля: 193.
Отрицательные градусо-дни: 1061°C/сут.
Положительные градусо-дни: 463°C/сут.



Савунга Аляска

Координаты: 63,69° с. ш. 170,48° з. д.

Савунга – посёлок с населением 722 человека (2008 г.), расположенный на северном побережье острова Св. Лаврентия в Беринговом море, к юго-западу от Номы. Эскимосы-юпики непрерывно проживали здесь более 2000 лет. Олени, завезённые сюда в 1900 г., прекрасно прижились на местных пастбищных угодьях, и к 1916 г. вблизи поселения было организовано оленеводческое хозяйство. Почта начала свою работу в 1934 г. Большинство населения посёлка составляют эскимосы-юпики, ведущие традиционный образ жизни, охотясь на моржей и нерп, а также занимаясь выловом рыбы. Часть населения также занята коммерческим рыболовством и переработкой морской продукции. Из-за своей изолированности большинство населения билингов (говорят на 2 языках), для которых, помимо английского, основным является т.н. сибирский юпик (диалект эскимосского языка). Берингово море вблизи острова замерзает с ноября по май, в этот период единственной связью с островом служит воздушный транспорт.

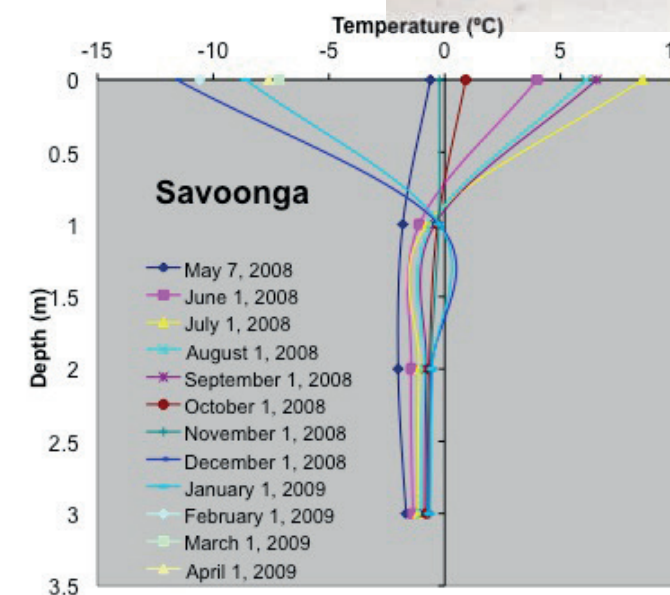


о. Св. Лаврентия



Факты (2010):

Средняя температура мерзлоты: -1.6°C.
Количество дней с t ниже нуля: 213.
Отрицательные градусо-дни: 1375°C/сут.
Положительные градусо-дни: 777°C/сут.



Monitoring site was destroyed due to new school facilities in 2011

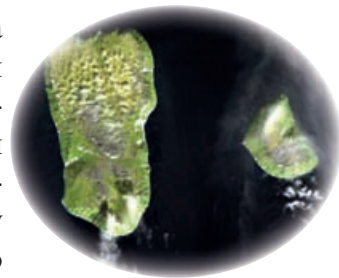


ДИОМИД

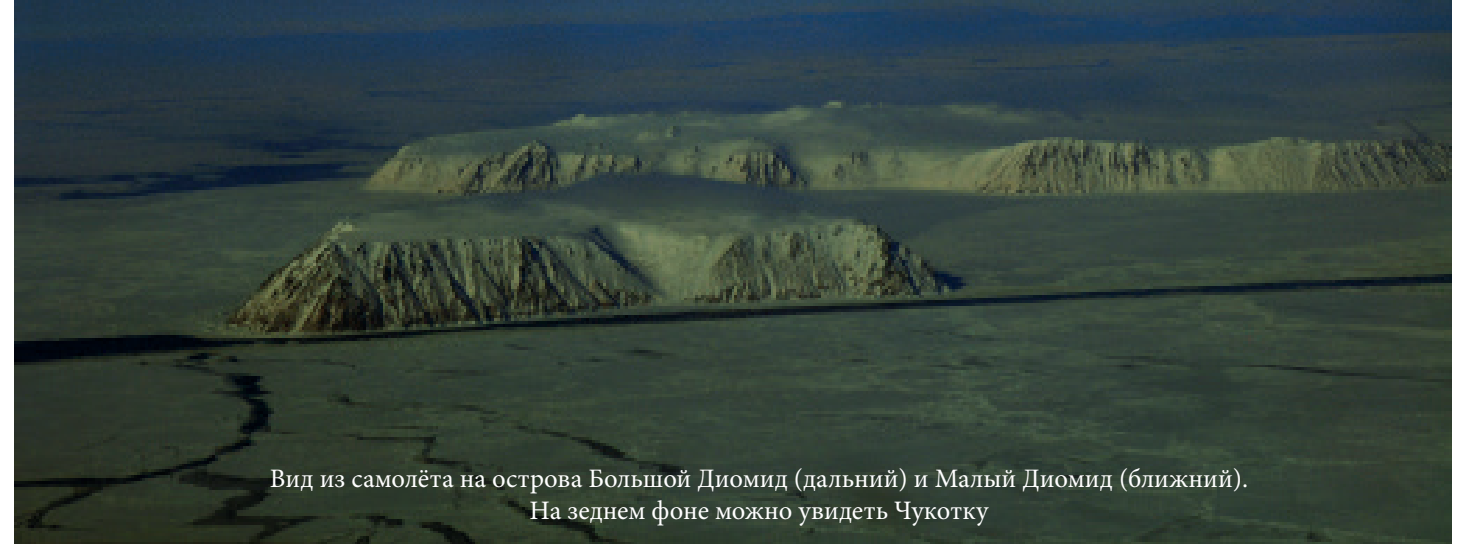
Аляска



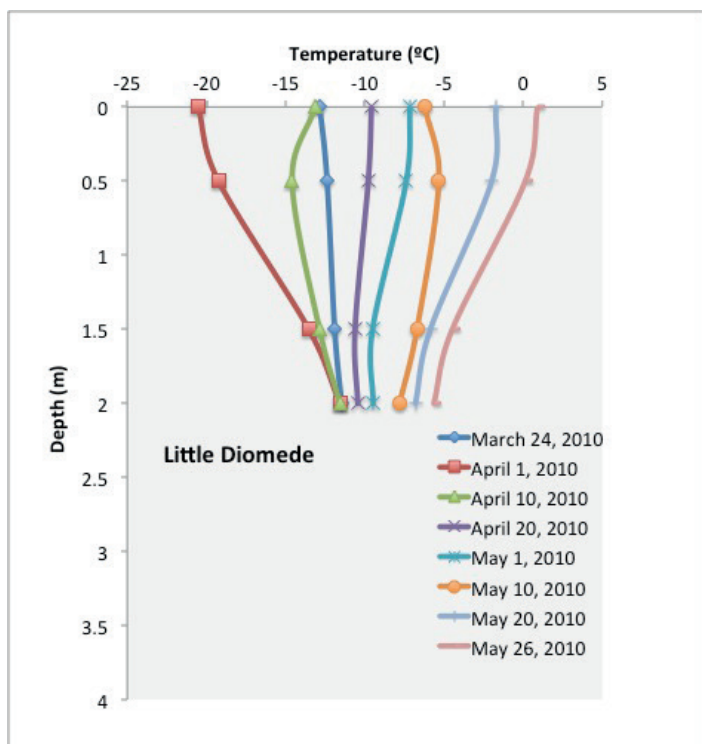
Диомид – крошечное поселение с населением 128 человек (2008 г.), расположенное на западном побережье о. Крузенштерна (Малый Диомид) – небольшого островка в Беринговом проливе, который с российским островом Ратманова (Большой Диомид), расположенным всего в 4 км к западу, составляют группу островов Диомид. Название было предложено Витусом Берингом в 1928 г. Государственная граница двух стран, а также Линия перемены дат пролегают между двумя островами. Берега о. Крузенштерна обрывисты, на него постоянно дуют ветры с севера. Раньше обитатели обоих островов были в родстве друг с другом и вели интенсивную торговлю, однако после начала Холодной войны в 1950-60-х гг. жители о. Ратманова были переселены на материковую часть Чукотки, а на острове основали пограничную заставу. Большинство населения Диомиды – коренные жители из народа Ингаликмут (эскимосская ветвь). Традиционный образ жизни крайне важен для жителей посёлка, однако сфера занятости ограничена сезонным ловом рыбы, административной и образовательной деятельностью. Немало жителей поселения искусные косторезы, зарабатывающие продажей своих изделий. Туман, ветры, суровое море, а также морской лёд, сковывающий акваторию острова с декабря по июнь, сильно ограничивают доступ к поселению. Сезонная взлётная полоса, обустроенная на морском льду, позволяет прилетать сюда небольшим самолётам и вертолёту для доставки почты, если позволяет погода. Торговое судно с продуктами подходит к острову как минимум раз в год. Жители посёлка иногда используют традиционные кожаные лодки (каяки), чтобы добираться до соседнего посёлка Уэльса, расположенного в континентальной части Аляски, в 45 км от острова.



Факты (ледник):
 Средняя температура мерзлоты: -2.3°C.
 Количество дней с t ниже нуля: --.
 Отрицательные градусо-дни: 1411°C/сут.
 Положительные градусо-дни: 567°C/сут.



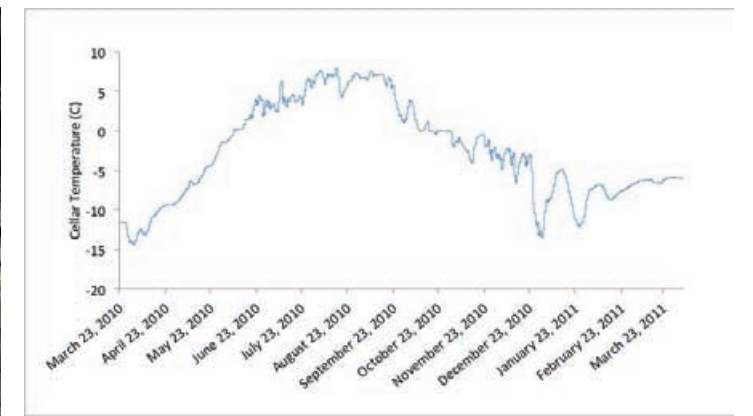
Вид из самолёта на острова Большой Диомид (дальний) и Малый Диомид (ближний). На зеднем фоне можно увидеть Чукотку



Жители посёлка иногда используют традиционные кожаные лодки (каяки), чтобы добираться до соседнего посёлка Уэльса, расположенного в континентальной части Аляски, в 45 км от острова.



Историческая фотография о. Малый Диомид. Жители Большого и Малого Диомиды раньше вели интенсивную торговлю друг с другом и были родственниками

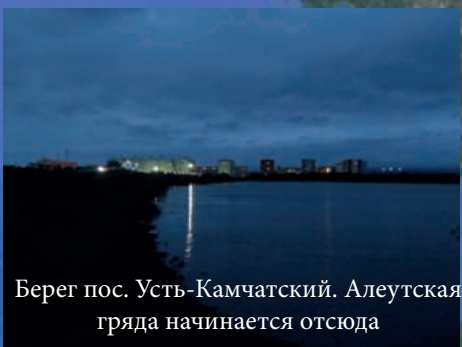


Температура в леднике повышается выше нуля в летние месяцы



Вид с посёлка Малый Диомид на о. Большой Диомид (Ратманова), принадлежащий России

Острова Алеутские и Прибылова



Берег пос. Усть-Камчатский. Алеутская гряда начинается отсюда

Уналяска – поселение в бухте Илиулук, на северном побережье о. Уналяска. Мост соединяет его с островом Амакнак, на котором основан посёлок Датч Харбор. Когда русские землепроходцы посетили это место в середине XVIII в., здесь жили племена индейцев-унаганов. К 1768 г. силами промышленников здесь был основан торговый порт. К 1825 г. в поселении была построена православная церковь, а школа, больница и детский дом были возведены силами христиан-методистов уже после присоединения Аляски к США. После того, как посёлок был атакован вражескими силами во время Второй мировой войны, его население было временно эвакуировано. Местная экономика основана на промышленном рыболовстве, обработке рыбы, а также сфере услуг, сопровождающей эти отрасли. В посёлке паромное сообщение осуществляется с апреля по октябрь, а воздушный транспорт курсирует круглый год.



Сент-Пол – посёлок с населением 450 человек (2008 г.), расположенный на южной оконечности о. Св. Павла, входящего в архипелаг островов Прибылова в Беринговом море. Остров располагается в 386 км к северу от Алеутских островов. Акватория вокруг архипелага является местом размножения северных морских котиков.

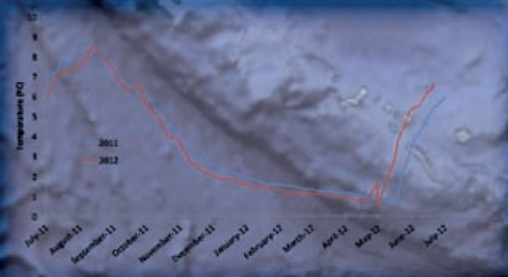
Русские торговцы мехом открыли эти острова в 1786-1787 гг., назвав их в честь штурмана Гавриила Прибылова. Российско-Американская компания вернулась на острова в 1788 г. с алеутами из Сибири и с островов Атка и Уналяска, которых принудили добывать здесь котиков. Сегодняшние жители Сент-Пола являются потомками тех охотников. Постоянное население островов появилось именно из-за охоты на морских котиков в коммерческих интересах сначала России, а потом США, оставив квоту коренным алеутам, которые составляют большинство населения Сент-Пола.

В бухте посёлка существует порт для обслуживания рыболовецких судов центральной части Берингова моря, здесь также расположены цеха по переработке морской продукции. Лежбища морских котиков, а также птичьи базары каждый год привлекают сюда множество туристов. В посёлке есть аэродром с твёрдым покрытием, принимающий регулярные рейсы. Доставка продуктов и прочих материалов осуществляется морским транспортом.

Усть-Камчатский



Адак – небольшой посёлок, расположенный на одноимённом острове в заливе Кулук. К моменту освоения Алеутских островов русскими промышленниками здесь обитало племя индейцев-унаганов. Стратегическое положение о. Адак привело к основанию здесь военной базы США во время Второй мировой войны, которая существует до сих пор в качестве военно-морской заставы и аэродрома. В военное время из-за военного контингента и их семей население Адака временно выросло до 6000 человек. Ввиду близости военных объектов к поселению, в 1997 г. часть из них была передана Алеутской корпорации. Экономику района составляют рыболовство и рыбообработка, а также содержание рыболовецкого флота. Вблизи посёлка проложено 25 км асфальтированных дорог. Взлётно-посадочная полоса также имеет твёрдое покрытие, обслуживая пассажирские и грузовые самолёты.



Ground temperature (1 m) at Unalaska

Адак



Сент-Пол

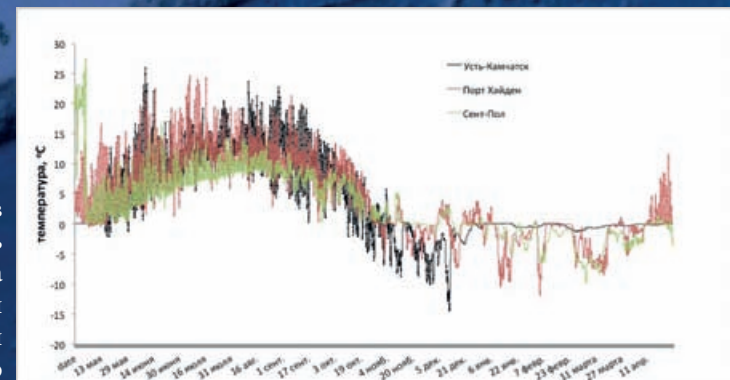
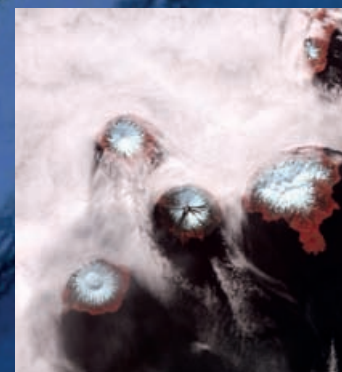


Уналяска

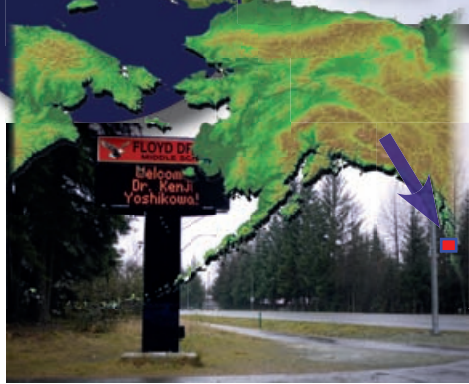
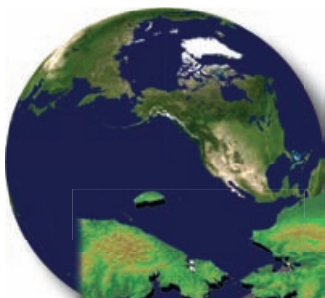


Ход температуры поверхности пород разных мест островов Алеутской гряды и островов Прибылова. Мерзлота здесь присутствует только в горных районах островов. На графике видно, что на западе региона (Усть-Камчатск) зимой накапливается больше снега и температура поверхности колеблется слабо

Порт Хайден



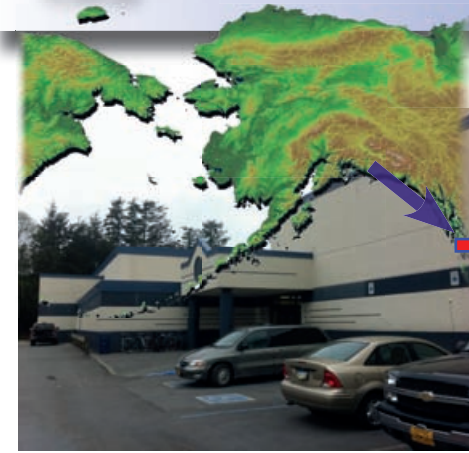
Джуно Аляска



Джуно является столицей Аляски, имея население около 30,5 тыс. человек (2008). Город расположен в южной части Аляски, почти в 1000 км к юго-востоку от Анкориджа. Место, на котором стоит город, издревле использовался местными племенами индейцев-тлинкитов в качестве места рыбной ловли. Город, основанный на месте золотого рудника, начал развиваться в 1880-х гг., когда золотоискатели обозначили его окрестности областью своих интересов. Вскоре стало обнаружено, что золотоносные месторождения в округе обладают запасами международного масштаба. Некоторые шахты работали вплоть до 1940-х гг. Даже сейчас неподалёку от Джуно существуют шахты, добывающие золото, серебро, цинк и другие металлы. В 1906 г. город стал столицей Аляски, заменив в этом Ситку и являясь на данный момент третьим по величине городом штата. Юго-восточный университет Аляски расположен вблизи Джуно. Хотя город не соединён федеральными трассами с единой дорожной сетью, из Джуно каждый день летают самолёты до Анкориджа; город имеет развитую сеть морского транспорта, обслуживая множество судов от небольшой лодки до круизных лайнеров.



Ситка Аляска



Ситка – это город с населением около 8900 человек (2010 г.), расположенный на западном побережье острова Баранова, на юго-востоке Аляски, в 153 км к юго-западу от Джуно. Когда русские землепроходцы прибыли сюда в 1741 г., это место было заселено индейцами-тлинкитами. За 50 лет существования здесь Российско-Американской торговой компании в поселении был построен торговый пункт, а сам посёлок приобрёл название Ново-Архангельск. Начиная с 1808 г. этот город был столицей российской Аляски до тех пор, пока регион не был продан США в 1867 г., оставаясь столицей уже американского штата до 1906 г. Располагаясь в одноимённом заливе, Ситка стал главным портом Северо-Тихоокеанского побережья по торговле рыбой, древесиной и мехом. С конца XIX в. основу экономики поселения составляла добыча золота, добыча и обработка рыбы. Во время Второй мировой войны военное командование США обосновало военно-морскую базу вблизи города, из-за чего его население временно выросло на несколько тысяч человек за счёт обслуживающего персонала и семей военных. Сейчас военно-морская база используется береговой охраной. Ситка расположена на пересечении важных морских путей, имеет собственный рыболовецкий флот и аэропорт, ежедневно принимающий коммерческие рейсы. Важными составляющими современной экономики города являются рыболовство, обработка морепродуктов, туризм, административная деятельность, а также медицинское обслуживание самого города и его окрестностей.



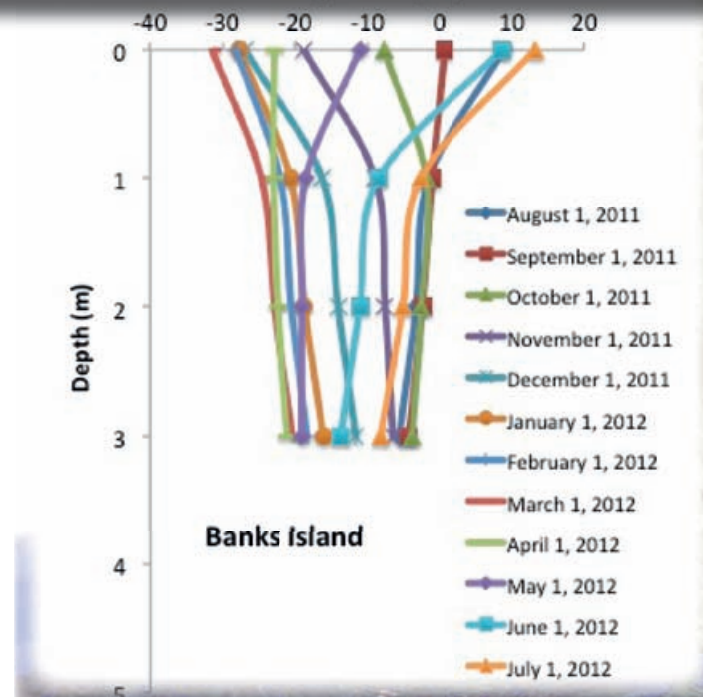
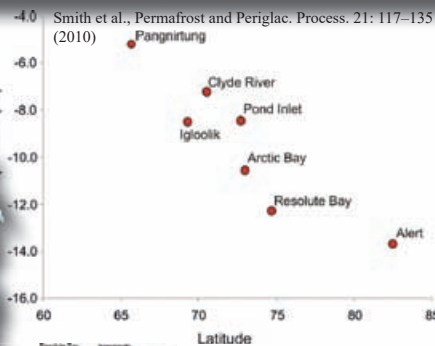
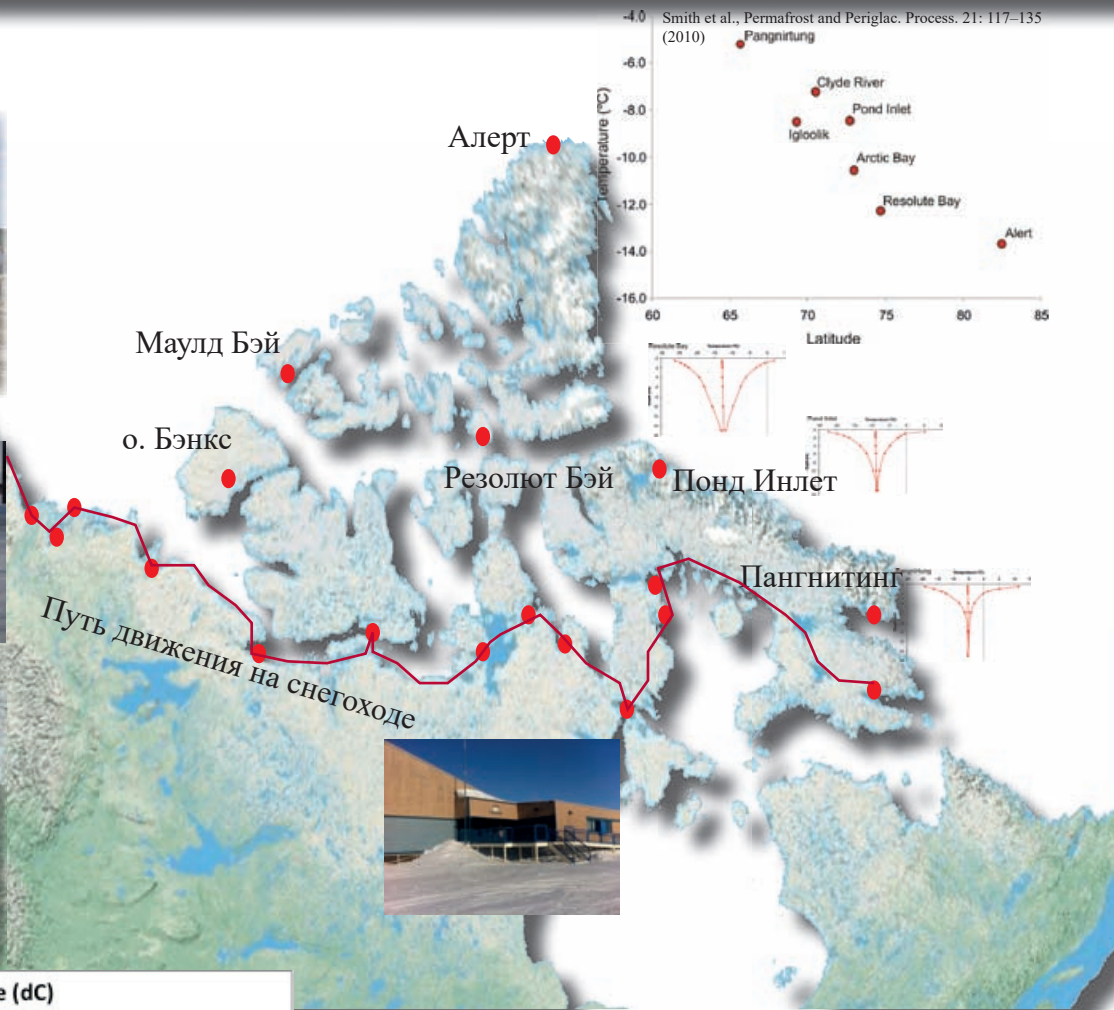
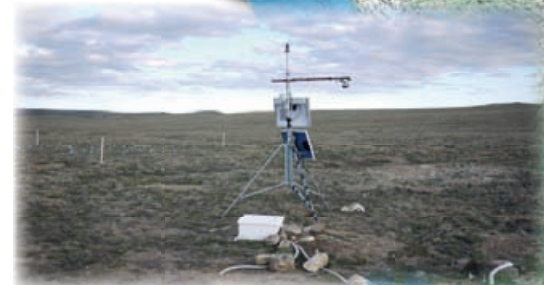
Центр г. Ситка. Церковь Св. Михаила (на фото) была построена русскими поселенцами



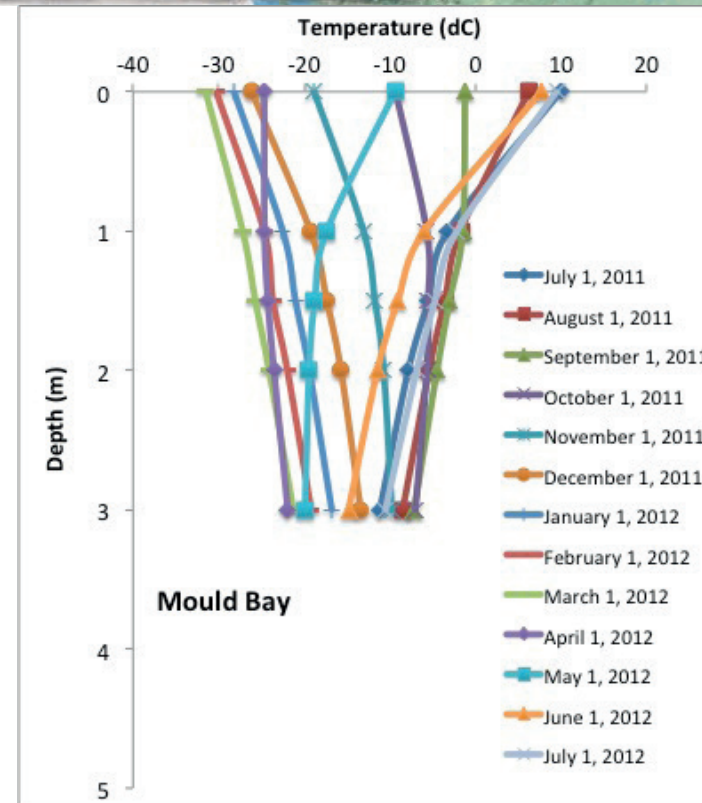
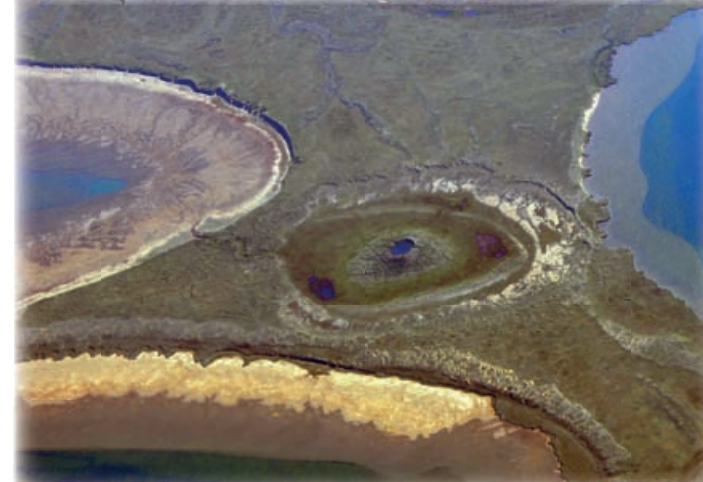
Канадский Арктический архипелаг

Канада

Данные: Владимир Романовский, Т. Sono

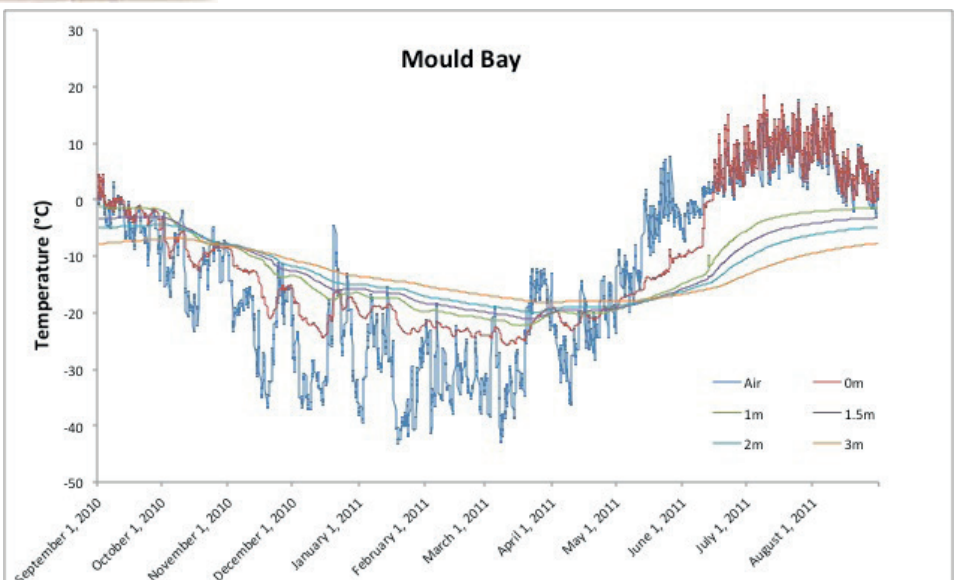


Оползни протаивания часто обнаруживаются в западной части Канадской Арктики (о. Банкс, о. Хершел). Эти огромные оползни обнажают пласты льда и льдистого грунта, который очень быстро тает, превращаясь в грязевую жижу, стекающую в океан.
 Более 1450 бугров пучения (булгунняхов, пинго) образовались в дельте реки Маккензи и на п-ове Туктояктук.



Канадский Арктический архипелаг расположен к северу от Северной Америки и занимает площадь почти 1,5 млн км². Более 36 тыс. островов составляют значительную часть территории Северной Канады, находясь в основном в провинциях Нунавут и Северо-Западные Территории. Это одни из самых холодных регионов Северного полушария. Температура мерзлоты в посёлке Резолют Бэй (один из самых северных посёлков в регионе) достигает -12,3°C. В Маулд Бее (на о. Св. Патрика – самом западном из Островов Королевы Виктории) температура пород -13°C, а в Алерте (самое северное поселение на Земле) -14°C.

График показывает, что температура поверхности почвы находится выше нуля меньше чем 3 месяца в году. Среднегодовая температура воздуха -13,7°C, а среднегодовая температура поверхности земли -10,9°C. Основная причина такой разницы температур – это снежный покров, который лежит здесь 9 месяцев в году





Хоккайдо, Фудзияма

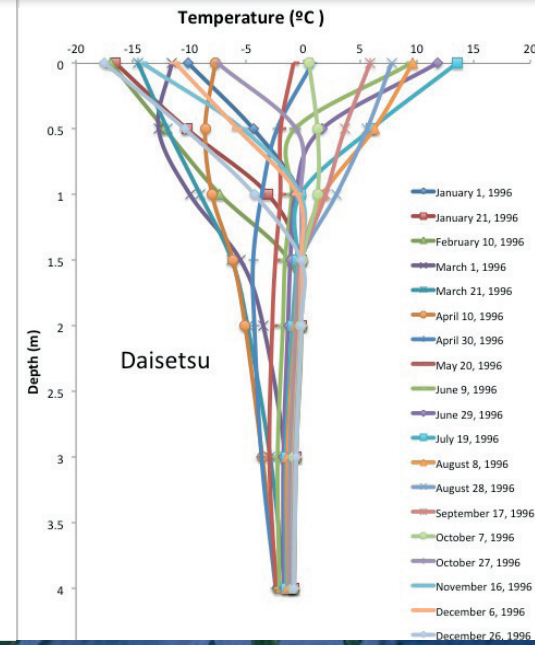
Япония

Гора Фудзияма (Фудзи) высотой 3776 м является самой южной границей распространения вечной мерзлоты в западной части Тихоокеанского региона. Некоторые другие высокие горы, расположенные в субтропиках, такие как Юшань (3952 м) в Тайване, гора Кинабалу (4095 м) в Малайзии или Карстенс Топпен (4884 м) в Индонезии, находятся на более низких широтах, поэтому, вероятно, они недостаточно высоки для образования вечной мерзлоты при текущих климатических условиях. Мерзлота присутствует только в горных регионах островов Хонсю и Хоккайдо (Япония).

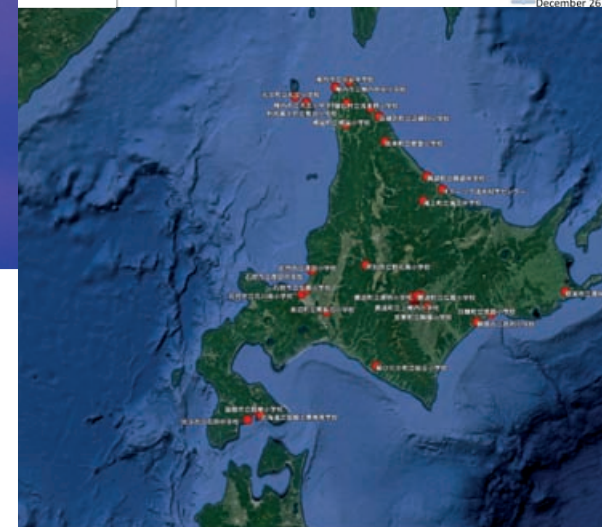
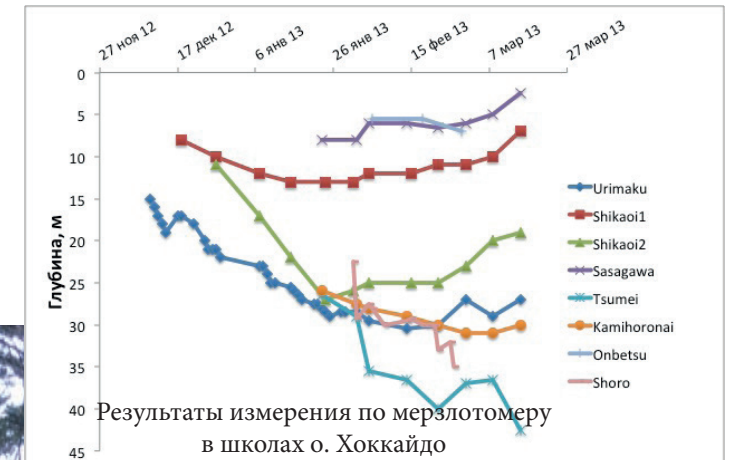


Гора Фудзи (Фудзияма) расположена на о. Хонсю, она является самой высокой в Японии (3776 м). Этот действующий стратовулкан, извергавшийся в последний раз в 1707-1708 гг., находится в 100 км на юго-запад от Токио и может быть

виден оттуда в хорошую погоду. Гора Фудзи имеет форму исключительно симметричного конуса, её вершина покрыта снегами несколько месяцев в году. Это один из самых узнаваемых символов Японии, часто изображаемый в искусстве и на фотографиях. Множество туристов и скалолазов приезжают сюда каждый год. Вечная мерзлота существует в вершинной части горы, её нижняя граница спускается на северном склоне до 3000 м. Вблизи самой вершины температура пород на глубине 10 метров составляет -3°C . Поскольку Фудзияма – действующий вулкан, то тепловой поток из недр Земли здесь выше окружающих областей, поэтому мерзлота здесь считается очень молодой, образовавшейся в 1708 г., когда произошло последнее извержение. Такая «молодая» мерзлота является уникальным природным феноменом. Поверхностная геология играет очень важную роль в её существовании: сильнольдистый горизонт пепла, или туфа, обеспечивает очень хорошее термическое сопротивление. Это идеальные условия для стабильного состояния вечномерзлых пород горы.



Дайсетцу (иногда Тайсетцу) - это группа из 8 стратовулканов, лавовых куполов и небольшой кальдеры диаметром 2 км в центральной части Хоккайдо. Нижняя граница вечной мерзлоты находится на высоте около 1650 м над уровнем моря, в зависимости от условий накопления снега и поверхностных пород (песок и гравий). Сквжина Хоккайдaira (слева) показывает, что деятельный слой имеет глубину от 1 до 1,5 м, а температура пород на глубине 4 м достигает -1°C . Помимо горных областей, на некоторых более низких участках (со среднегодовой температурой воздуха 5°C и высотой над уровнем моря 480 м) острова Хоккайдо также есть вечная мерзлота.



Обширные территории восточной части о. Хоккайдо подвергаются глубокому сезонному промерзанию во время зимы. Глубина сезонно-мёрзлого слоя здесь может превышать 1 метр, что больше, чем на Сахалине.

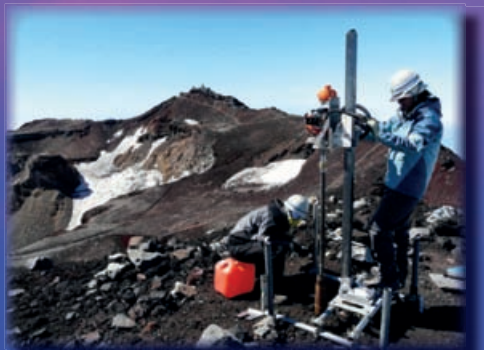


Палса на участке распространения мерзлоты Дейсетцу



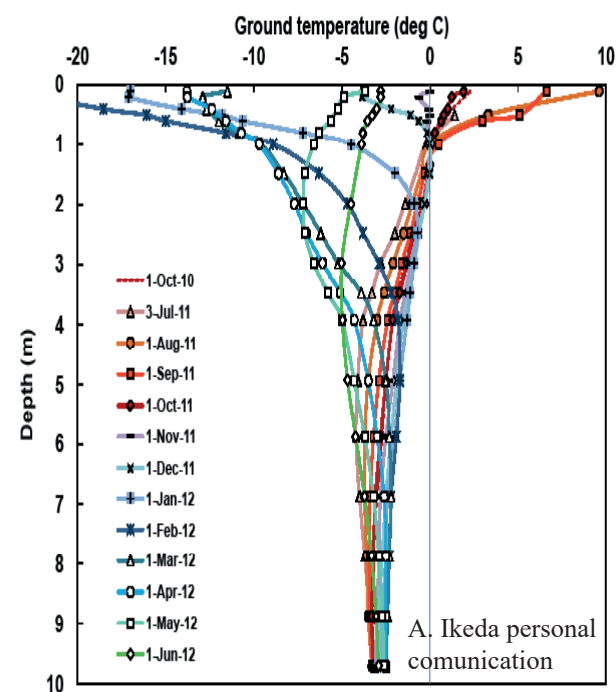
Проф. Харата проверяет глубину промерзания со школьниками

На сегодняшний день десятки школьников Японии пользуются мерзлотомерами и датчиками температуры, при помощи которых они измеряют глубину сезонного промерзания на школьных территориях с ноября по март.



Drilling operation photo credit A. Ikeda

Tokyo downtown and Mount Fuji



A. Ikeda personal communication



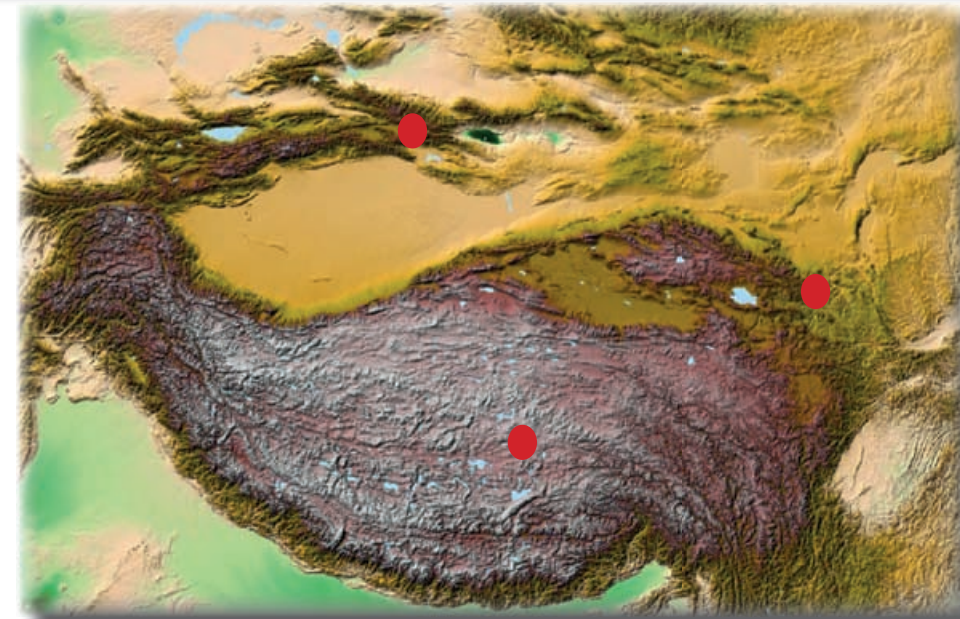
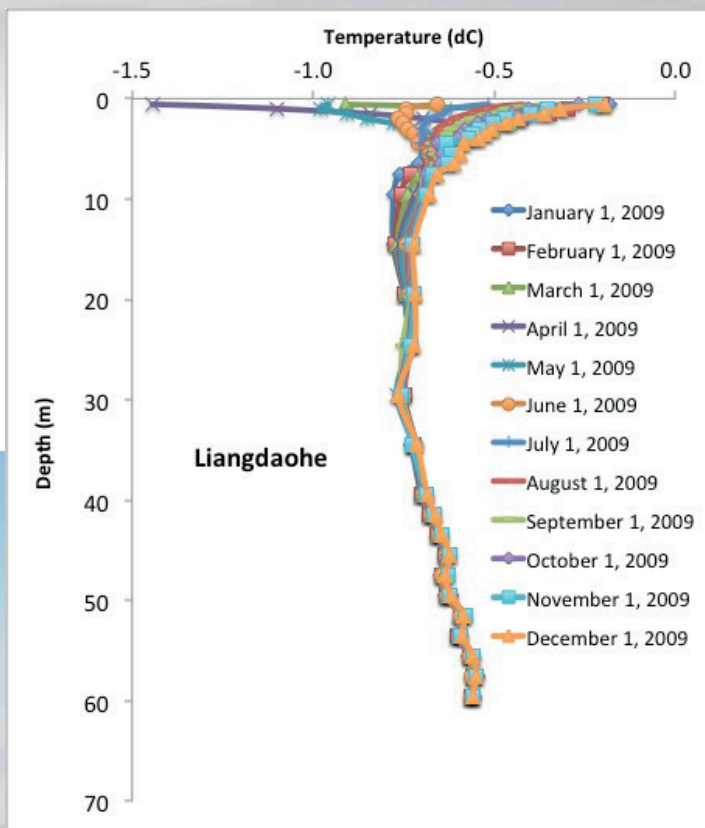
Тибет, Гималаи, Тянь-Шань

Китай

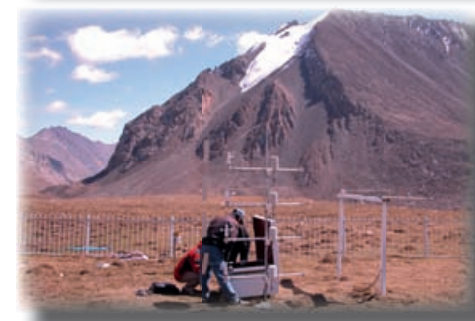
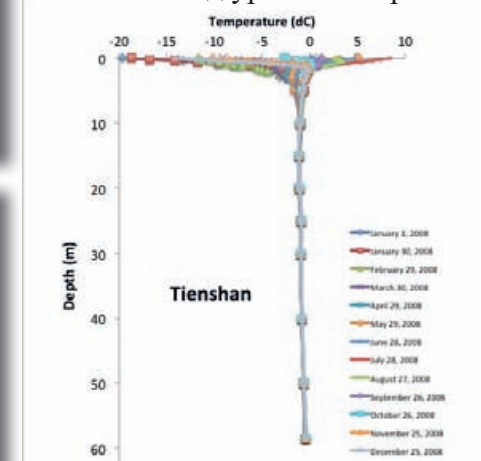
Тибетское плато окружено высокими горными хребтами. Оно ограничено с юга хребтом Гималаи, с севера – хребтом Кунь-Лунь, отделяющим его от бассейна Тарим, а с северо-востока – горной цепью Нань-Шань. На восток и юго-восток плато спускается к гористым тропическим лесам, в которых берут начало такие реки, как Меконг и Янцзы. С запада плато ограничивает хребет Каракорум. Между северной частью плато и Кунь-Лунем пролегает плоскогорье, высота которого понижается с 5000 до 1500 метров. Вечная мерзлота начинается с высот 4100–4500 м над уровнем моря, при этом её нижняя граница на южных склонах Тибета немного выше.



Плато представлено высокогорными сухими степями, усеянными горными вершинами и солончатыми озёрами. Годовое количество осадков 100-300 мм, выпадающих в основном в виде снега. Южные и восточные части плато имеют пастбищные угодья, позволяющие проживать здесь кочевым народам, несмотря на то, что зима длится здесь 6 месяцев в году. Мерзлота занимает обширные участки плато. На севере и западе оно становится выше, холоднее и суше, достигая отдалённого региона Чангтанг на северо-восточной границе.

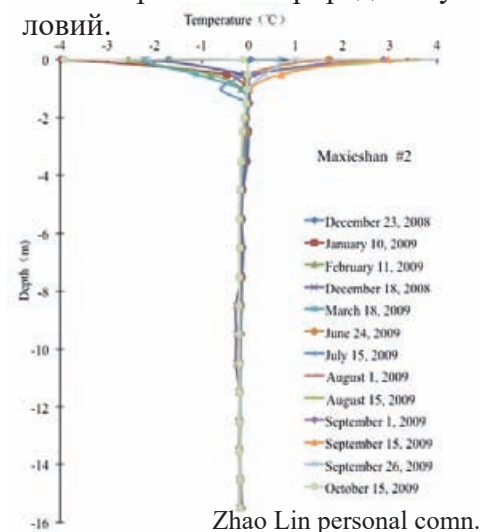


Мониторинговая площадка Машан расположена на восточной оконечности Тибета, где мерзлота появляется выше отметок 3500 м над уровнем моря.



На плато Тибет широко распространена низкоширотная (тропическая) мерзлота. На большей его части глубина мерзлоты достигает 100 метров, а её температура выше -1 °С. Область мерзлоты распространена не только на китайской части Тибета, но также и в Индии, Непале, Афганистане, Киргизии и Казахстане (в горах Тянь-Шаня).

Мерзлота в горах Тянь-Шаня хорошо изучена. Её нижняя граница находится на отметке 4000м на южных склонах гор и 3500м на северных. Сильное влияние солнечной радиации привело к асимметричности природных условий.



В районе Гималаев в U-образных долинах часто можно обнаружить наледи и каменные глетчеры, оставшиеся от отступления долинных ледников. В склонах таких гор, как Эверест, мерзлые скалы подверглись сильному разрушению многократными циклами промерзания и протаивания.



Zhao Lin personal comm.

Zhao Lin personal comm.



Тянь-Шань

Казахстанский сектор

Сергей Марченко

Тянь-Шань представляет собой систему вытянутых в широтном направлении хребтов с высочайшими вершинами - пик Победы (7439 м) и Хан-Тенгри (7010 м) на хребте Тенгри-Таг и разделяющих их внутригорных и межгорных впадин. Протяжённость Тянь-Шаня с запада на восток составляет 2500 км.

Климат и оледенение. Современный климат Северного Тянь-Шаня формируется во внутриконтинентальных условиях умеренных широт и располагается в сфере действия двух мощных циркуляционных факторов - зимнего сибирского антициклона и летней термической депрессии. В высокогорье господствует длительный холодный период продолжительностью до 9 месяцев с умеренными морозами, за исключением внутригорных котловин, и короткое прохладное лето с частыми ночными заморозками. Термический режим региона определяется высотной климатической поясностью. Высота нулевой изотермы средней годовой температуры воздуха в северной части региона определяется около 2650-2700 м над уровнем моря. Изменение ее по высоте составляет примерно 100 м на каждый градус географической широты. Суммарная площадь оледенения Тянь-Шаня около 17,5 тыс. км², количество ледников в регионе 2693, а их суммарный объем немногим более 850 км³ (Вилесов, Белова, 1989).

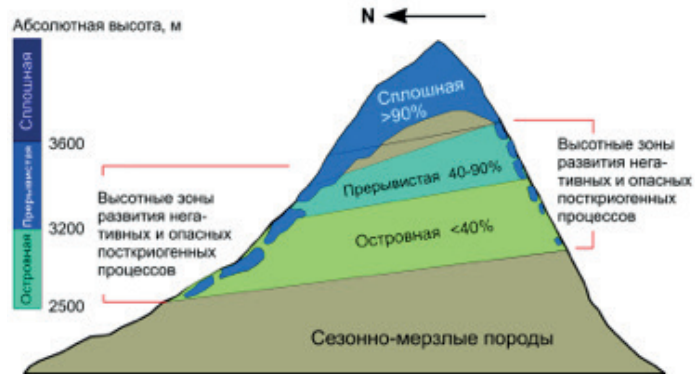


Схема геокриологической высотной поясности Тянь-Шаня



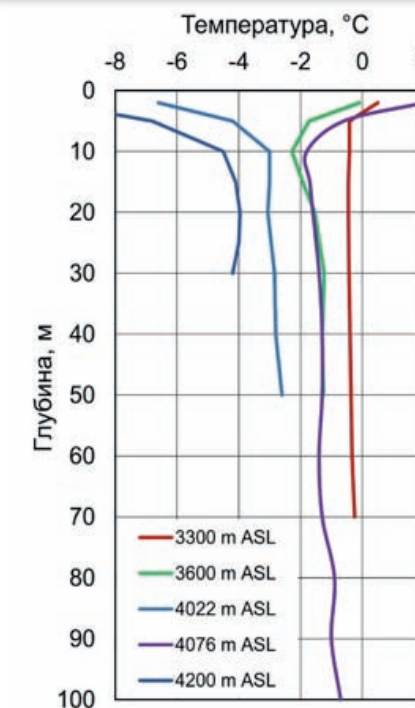
Разрушенное здание метеостанции "Тянь-Шань" в результате вытаивания подземного льда (3614 м над ур. м.), Кумтор, внутренний Тянь-Шань

Вечная мерзлота. Современное распространение и состояние криолитозоны Тянь-Шаня обусловлено проявлением высотной геокриологической поясности. Высотная граница между поясами сезонного промерзания и многолетнемерзлых пород (ММП) располагается между изогипсами 1800-1900 м. Сплошная вечная мерзлота распространена выше 3600 м над ур. м. на севере региона и 3800 м на юге. Мощность криолитозоны в этом подпоясе варьирует от 50 м до нескольких сотен метров под высочайшими вершинами горных хребтов. Прерывистая мерзлота характерна для высотной ступени 3200-3700 м, мощность многолетней мерзлоты варьирует от 10 до 100 м, а ее температура находится в диапазоне 0°C - 2°C в рыхлообломочных отложениях и до -4°C, а возможно, и немногим ниже в крупнообломочных образованиях без заполнителя.

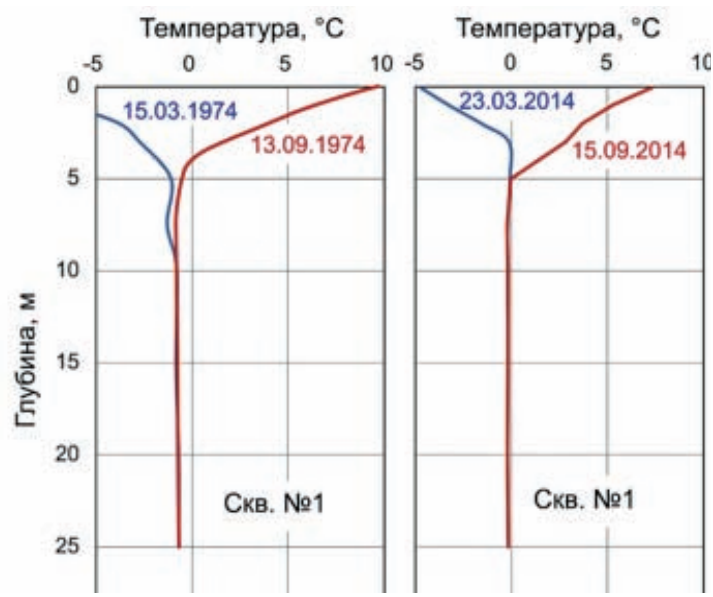
Островная - 2500-3200 м, характеризуется мощностью мерзлоты не более 20-30 м, а средняя годовая температура пород колеблется от 0 до -0,5°C. Из криогенных форм в Тянь-Шане распространены каменные глетчеры, структурные грунты, курумы, солифлюкция, туфуры, термокарстовые просадки на моренах, наледи. В Заилийском Алатау выявлено 504 каменных глетчера, 75 из которых отнесены к неактивным формам. Из числа активных каменных глетчеров в этом горном хребте 172 являются приледниковыми и 257 относятся к присклоновому типу.

Температурный режим. Систематические наблюдения за температурным режимом многолетней мерзлоты и слоя сезонного протаивания-промерзания в северном Тянь-Шане проводятся сотрудниками Казахстанской высокогорной геокриологической лаборатории ИМЗ СО РАН с 1973 г. на перевале Жосалыкезен (3330 м. абс.) в Заилийском Алатау (Горбунов, Немов, 1978). Геотермические скважины расположены в зоне прерывистого распространения вечной мерзлоты. В начальный период исследований температуры многолетнемерзлых толщ варьировали в пределах от -0,5 до -0,8°C, в зависимости от места расположения скважины. В течение последних 40 лет их температура повысилась на 0,4-0,6°C и в настоящее время близка к нулю (Марченко, 2003). Так, в скважине №1 повышение температуры ММП на глубине 25 м составило 0,6°C. Сезонное протаивание в 1974-79 гг. проникало здесь на глубину 3,0-3,5 м. В настоящее время это значение составляет 4,5-5,0 м.

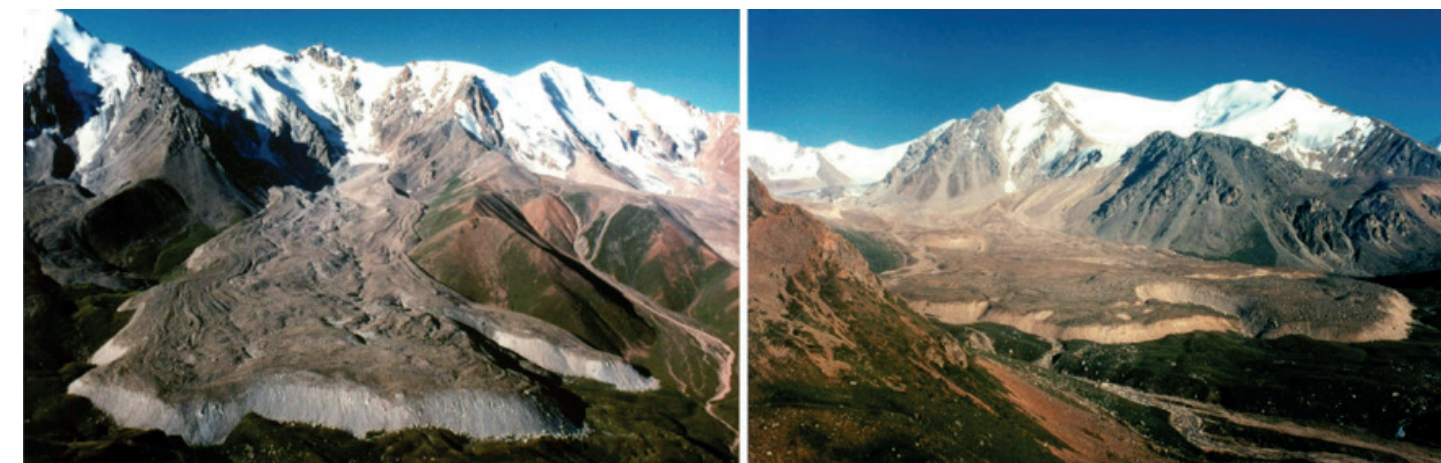
Скважина С-70 расположена на седловине перевала. Температура на глубине 70 м составила -0,26°C (красная кривая 3300 м ASL). На последних 10 м температура с глубиной повышается с градиентом 0,07°C/10м. Таким образом, можно предположить, что толщина мерзлоты в этом месте достигает 90-100 м.



Температурные профили, наблюдаемые во внутреннем Тянь-Шане в диапазоне высот 3600-4200 м над ур. моря



Температурные профили в скважине №1, перевал Жосалыкезен, 3300 м, Заилийский Алатау, Северный Тянь-Шань.



Активные приледниковые каменные глетчеры в северном Тянь-Шане (Марченко, 2003)

Вилесов Е. Н., Белова И.В. Запасы льда и основные черты современного оледенения Тянь-Шаня. Геокриологические исследования в горах СССР. - Якутск, 1989. - С. 117-130.
Горбунов А.П., Немов А.Е. К исследованию температур рыхлообломочных толщ высокогорного Тянь-Шаня. Криогенные явления высокогорий. Новосибирск: Наука, 1978. - С. 92-99.
Марченко С. Криолитозона Северного Тянь-Шаня: Прошлое, Настоящее, Будущее. - Якутск: СО РАН, 2003. - 106 с.



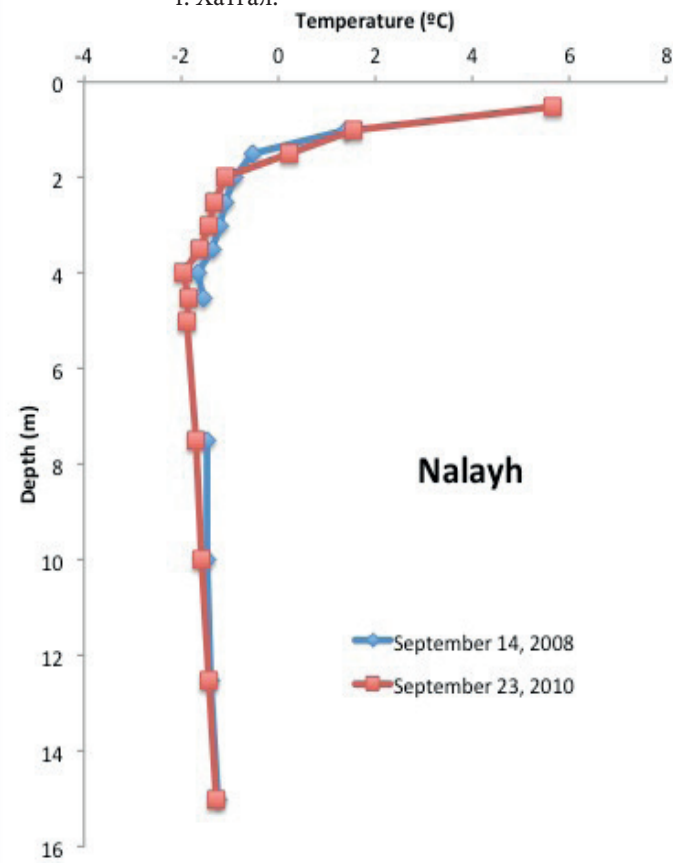
Алтай-Хангайские горы Монголия

Данные, текст: S. Natsagdorj

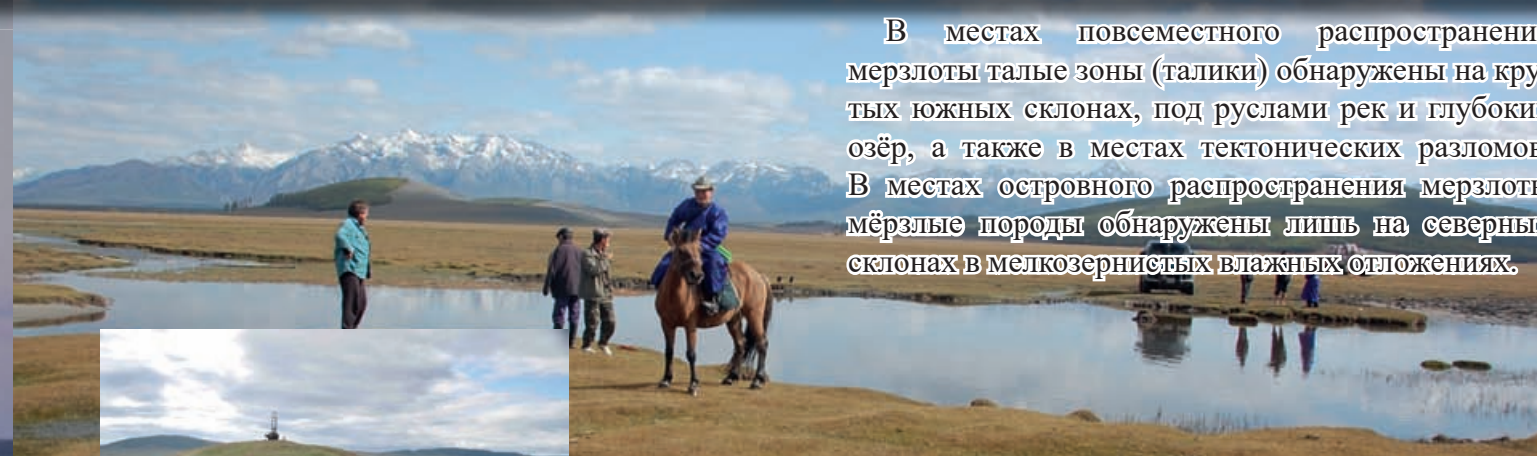
Территория Монголии покрыта вечной мерзлотой примерно на 2/3, занимая в основном районы Хентей, Ховсгол, Хангай и область Алтайских гор. Этот регион характеризуется горной, «сухой» мерзлотой, которая распространена как небольшими островами, так и сплошным покровом. Эта область является южной границей сибирской мерзлоты, её температура держится около 0°C, поэтому она очень нестабильна.



Лекция по мерзлотоведению в школе г. Хатгал.



Результаты температурного мониторинга 6 из 13 скважин показали, что среднегодовая температура вечной мерзлоты увеличивается для региона Хентей и гор Хангай на 0,05-0,15°C, а в горном регионе Ховсгол - на 0,15-0,25°C за каждое десятилетие. Рост температуры происходит быстрее на южных склонах гор, чем на северных, при этом мерзлота, в которой льда мало, теплеет быстрее, чем сильнольдистая мерзлота. Геотермический градиент в породах составляет 2°C на 100 метров, при этом из-за потепления мерзлоты ближе к поверхности он падает. Нижняя граница сплошного распространения мерзлоты для южных склонов составляет 1400-2000 м в горах Ховсгол и Хентей, а на Алтае и в горах Хангай - 2200-3200 м над уровнем моря. Нижняя граница отдельных островов мерзлоты достигает 600-700 м над уровнем моря.



В местах повсеместного распространения мерзлоты талые зоны (талики) обнаружены на крутых южных склонах, под руслами рек и глубоких озёр, а также в местах тектонических разломов. В местах островного распространения мерзлоты мёрзлые породы обнаружены лишь на северных склонах в мелкозернистых влажных отложениях.



Везде, где в Монголии встречается мерзлота, присутствуют криогенные процессы, такие как образование наледей, морозное пучение, морозобойное растрескивание, термокарст, солифлюкция и образование каменных многоугольников.



Мерзлотные наблюдения в Монголии показывают, что вечная мерзлота оттаивает с различными, но заметными скоростями, в зависимости от природных условий. Вечная мерзлота, особенно распространённая в виде островов, очень чувствительна к климатическим изменениям и деятельности человека. Помимо изменения климата, факторами, влияющими на состояние мерзлоты, являются вырубка лесов и опустынивание степей. Дальнейшие регулярные наблюдения за мерзлотными условиями в Монголии важны как для научных, так и для практических целей.



Скандинавия

Норвегия, Швеция, Финляндия

Школа в г. Каутокейно (Норвегия), являющаяся центром образования для детей оленеводов. Раньше для таких детей организовывалось постоянное проживание в таких школах в течение всего года

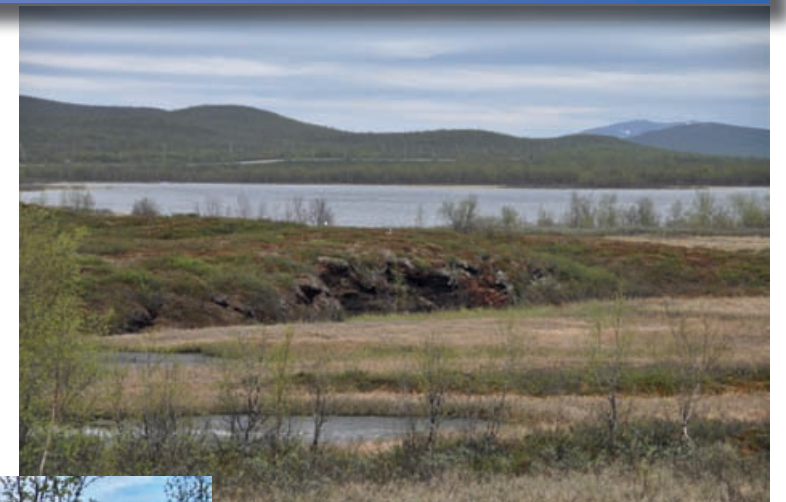
Помимо Шпицбергена, вечная мерзлота присутствует на севере Скандинавского полуострова и в горных районах. Распущенные мерзлотные торфяники (палса) широко распространены в Финляндии. Палса образуется линзами льда, которые выпучивают торф и образуют плоские бугры. Таяние таких линз может влиять на инженерные сооружения.



Саамы используют нарты уникальной формы.



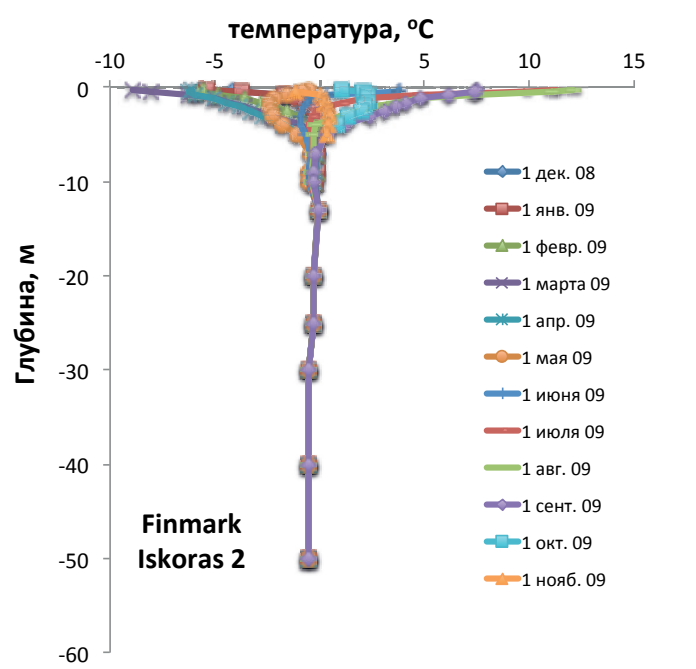
Дорога, пересекающая сильнольдистые породы, таяние которых деформирует полотно



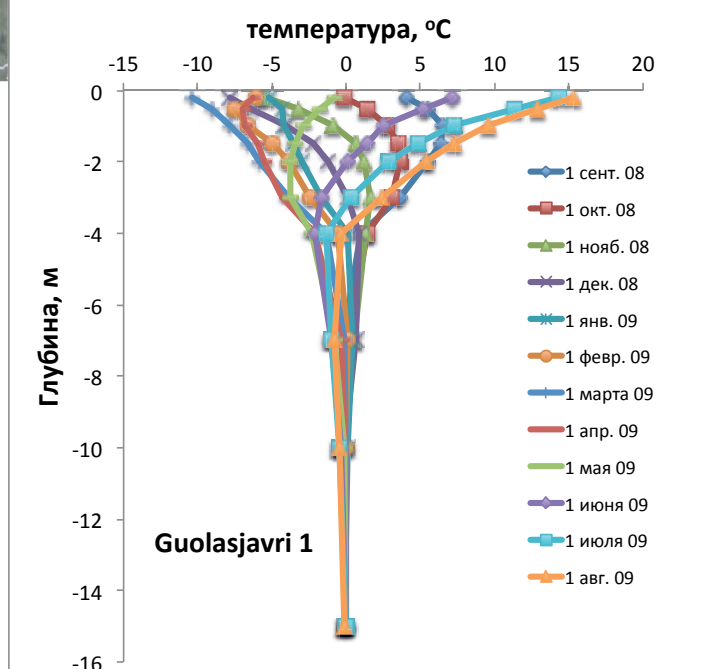
Палса в Финляндии, край которой начинает разрушаться



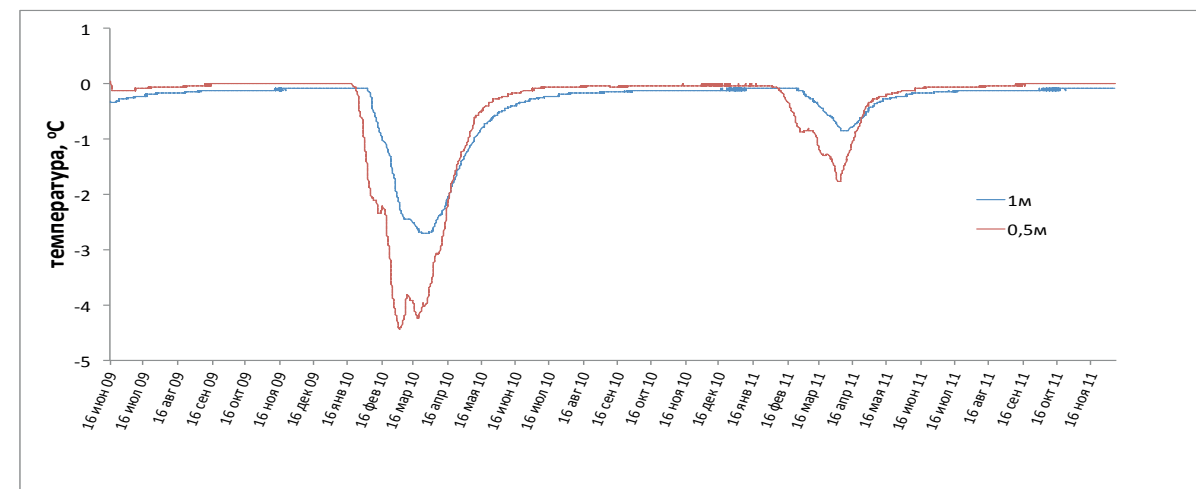
Олень и палса. Палса немного выше окружающего пространства, и на ней лучше растут злаки, употребляемые в пищу оленями. Таким образом, вечная мерзлота является важным аспектом в оленеводстве



База данных буровой скважины Норвежской геологической службы



База данных буровой скважины Норвежской геологической службы
ДЕКАБРЬ 2020 г.



Изменение температуры почвы в палсе. Разные температуры в течение двух зим связаны с разной высотой снега в эти сезоны. Летом температура никогда не повышается выше нуля, потому что торфяной слой обладает очень низкой теплопроводностью, сохраняя мерзлоту в тёплый сезон

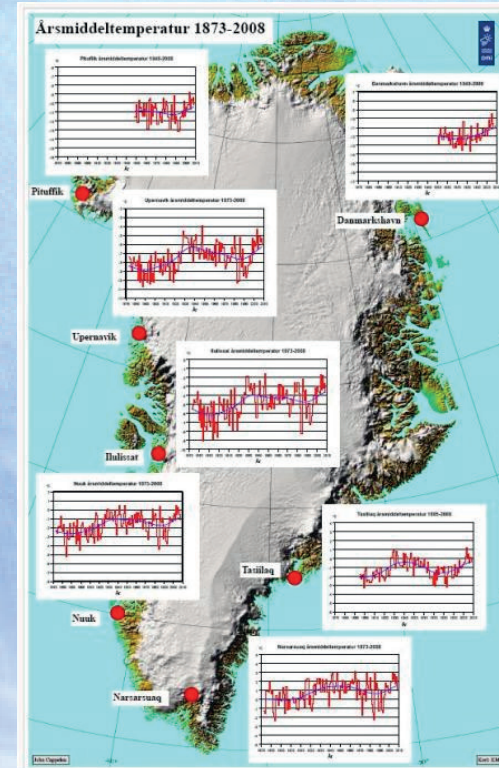


Гренландия

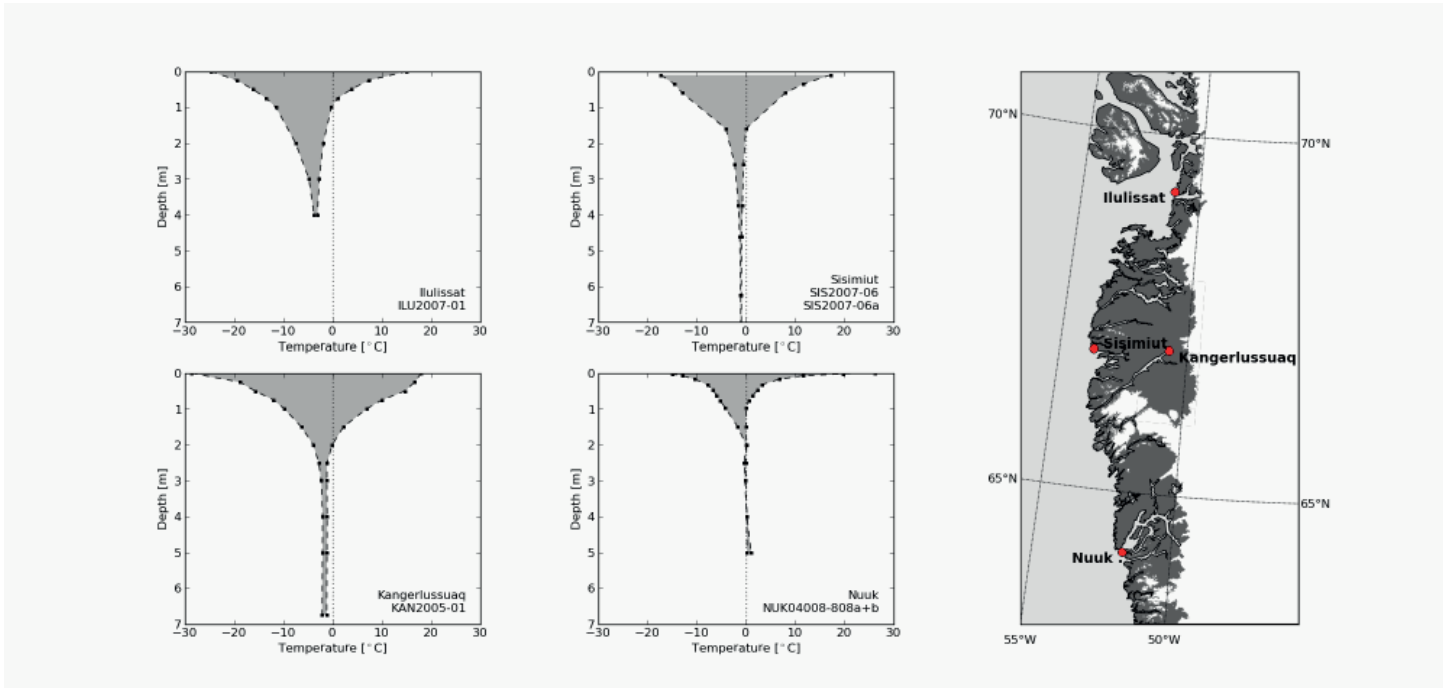


Гренландия покрыта крупнейшим ледниковым щитом в Северном полушарии. Мерзлота, располагающаяся на свободных ото льда участках, приурочена к краям ледника и фьордам. В южной части острова мерзлота отсутствует, однако она появляется к северу от Нуука (столица Гренландии) и Тасилака (посёлок на восточном побережье). Всё население региона приурочено к западному и южному побережью Гренландии.

Самые долговременные наблюдения за состоянием мерзлоты проводились в 1951-1992 гг. на военно-воздушной базе США Кангерлуссуаг. Сегодня несколько термометрических скважин оборудованы датчиками и объединены в компьютерную систему.



С 1873 г. среднегодовая температура воздуха в Копенгагене и Торшане (острова Фаро) выросла, а в Западной Гренландии она росла до 1940 г., после чего начался спад температуры, завершившийся новой волной подъёма в последние годы (http://www.dmi.dk/dmi/en/index/klima/klimaet_indtil_nu/temperaturen_i_groenland.htm).



T. Ingeman-Nielsen personal comn.

Температура мерзлоты на западе Гренландии относительно высокая: -3°C и выше. В посёлке Иллулисат зафиксирована температура пород $-3,2^{\circ}\text{C}$.



Катастрофические спуски озёр и другие мерзлотно-гидрологические процессы типичны для Гренландии. Это огромное про-ледниковое озеро (слева) было внезапно спущено и привело к наводнению в 2009 г. (справа)



Бугор пучения в пос. Саркак, Западная Гренландия



Структурные грунты в пос. Саркак, Западная Гренландия



Край ледникового щита и обнажение горных пород



Радарная станция DYE-2 на леднике, оставшаяся со времён Холодной войны



Южная Америка

Анды

Анды - самая длинная континентальная горная цепь в мире. Это непрерывная цепочка гор и возвышенностей, протянувшаяся вдоль западного побережья Южной Америки. Длина хребта составляет около 7000 км, а средняя его высота – около 4000 м. Анды пролегают с севера на юг и располагаются на территории 7 государств: Венесуэла, Колумбия, Эквадор, Перу, Боливия, Чили и Аргентина. Высочайшая вершина Анд – г. Аконкагуа – имеет высоту 6962 м над уровнем моря. Пик Чимборасо в Экваториальных Андах является самой удалённой точкой от центра Земли, поскольку длина диаметра планеты у экватора больше, чем у полюсов. Самые высокие в мире вулканы также находятся в Андах, включая Охос-дель-Саладо на чилийско-аргентинской границе, поднимающийся на высоту 6893 метра. Всего насчитывается около 50 вулканов в Андах, имеющих высоту более 6000 метров.

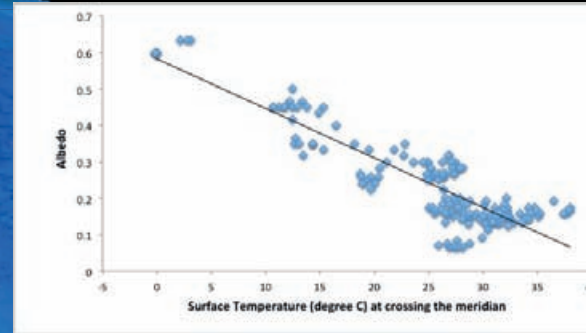
Многолетняя мерзлота в Андах начинается с отметок 5500 м в тропических регионах (Перу, Боливия) и на более низких высотах в Аргентине и Чили. Вулканическая активность – главный параметр, определяющий наличие мерзлоты, поскольку большинство высочайших вершин Анд являются вулканами. В таких горах повышенный тепловой поток из недр Земли позволяет породам оставаться относительно тёплыми (иногда выше 10°C) даже несмотря на низкую среднегодовую температуру воздуха.



В Мексике также располагаются горы высотой более 5000 м, на которых есть мерзлота



Мерзлотная станция на высоте 5300 м, Невадо Каропуна



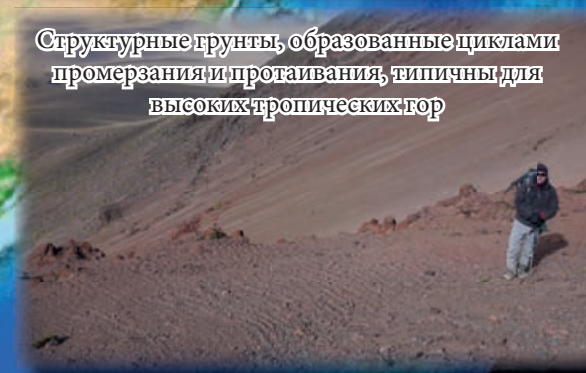
Тёмные поверхности поглощают солнечные лучи сильнее, поэтому нагреваются быстрее, чем светлые. Наличие светлых поверхностей в горах – хороший признак того, что в этом месте может быть мерзлота.



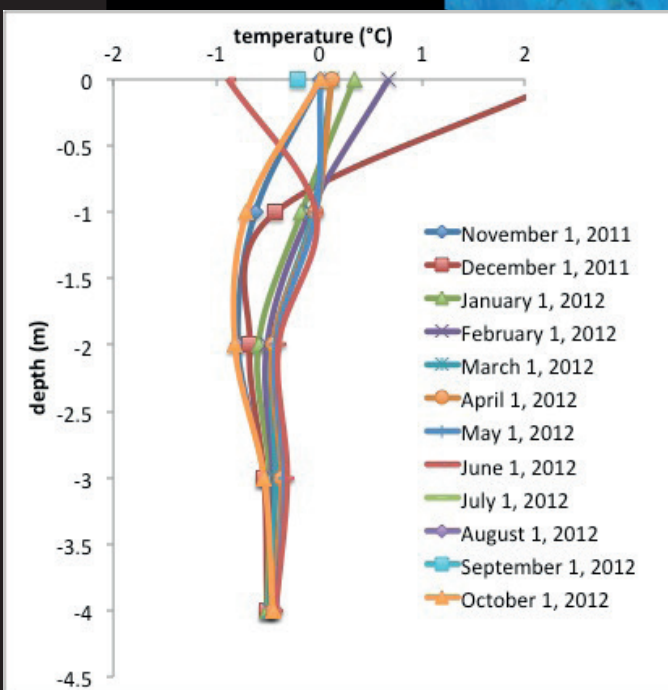
Сухие и влажные периоды играют важную роль в стабильности состояния вечной мерзлоты. В зависимости от того, присутствует ли мерзлота или отсутствует в определенном месте, во время залегания снежного покрова на поверхности почвы могут возникать большие температурные различия. В зоне существования вечной мерзлоты снег залегаем практически в течение всей зимы, и температура почвы остаётся отрицательной (см. график ниже).



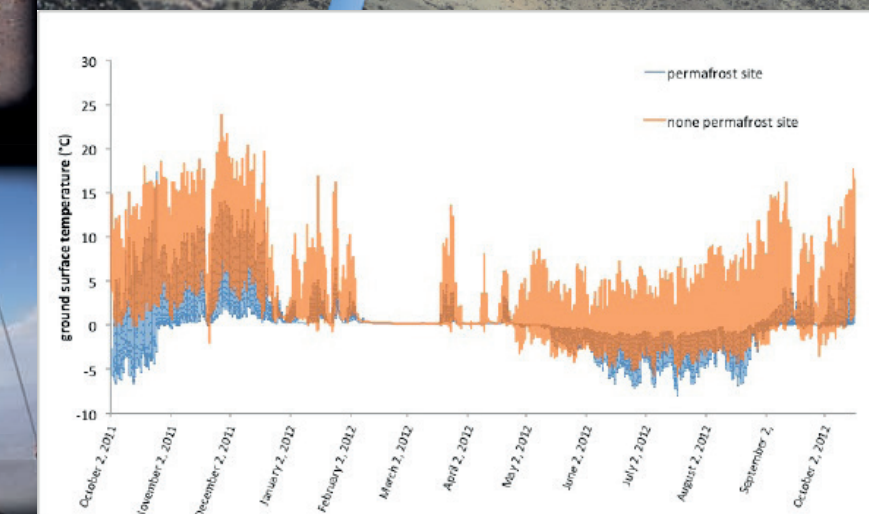
Каменный глетчер, Valle del Strelkov (Trombotto, 1996)

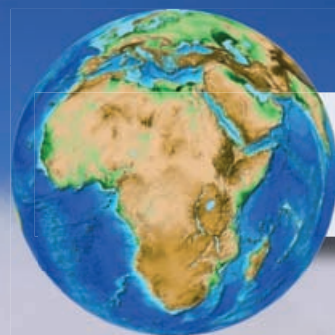


Структурные грунты, образованные циклами промерзания и протаивания, типичны для высоких тропических гор



Чачани (6057 м) является самой высокой горой северного Перу, расположенной недалеко от г. Арекипа. Вулканическая активность здесь давно не проявлялась, поэтому мерзлота здесь присутствует с высот 5350 м на склонах южной (более затенённой для Южного полушария) экспозиции и под ледниками. Температура мерзлоты на мониторинговом участке достигает -0,4°C в пористых и сильнольдистых породах. Суточный цикл промерзания-протаивания почвы достигает глубин 20 см в летние месяцы. В южных субтропических широтах важным фактором существования мерзлоты является альbedo (способность отражать солнечный свет) поверхности.





Килиманджаро

Африка

Координаты: 03,08° ю. ш. 37,35° в. д.

Снег и ледники на Килиманджаро – может быть кто-то слышал об этом? Вулкан Килиманджаро, обладающий своей уникальной выразительной формой и положением практически на экваторе, является, пожалуй, одной из самых знаменитых гор на Земле. Однако есть ли на нём мерзлота или нет, доподлинно неизвестно, потому что никто не бурил скважины на его вершине... до нас! Наши первые попытки сделать это были предприняты в 2009 г. Мы обнаружили мерзлоту и получили важные сведения о термическом состоянии пород на этом вулкане.

Ледники существуют на трёх вершинах Африки: влк. Килиманджаро (5895 м), г. Кения (5199 м) и г. Рувензори (5109 м). Все три расположены рядом друг с другом, вокруг озера Виктория, вблизи экватора. Похоже, что мерзлота существует только на Килиманджаро, потому что её существование в районе экватора возможно начиная с высоты 5500 м. Существование ледников здесь возможно скорее из-за большого количества осадков в виде снега, чем из-за температурного фактора.

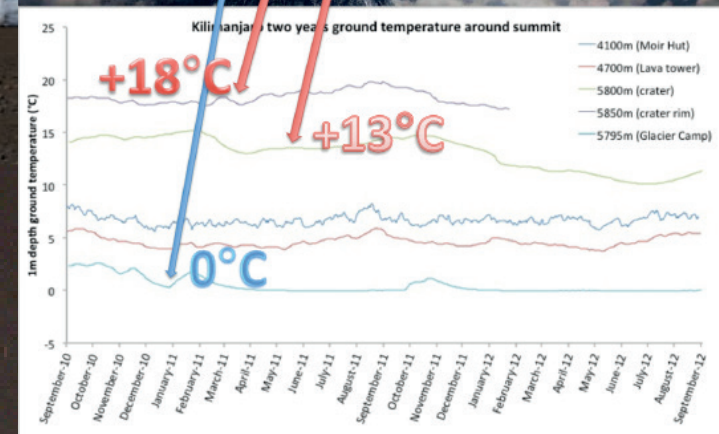
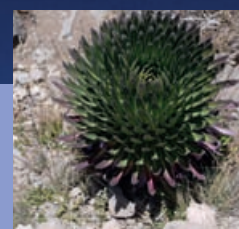


г. Кения (5199 м)

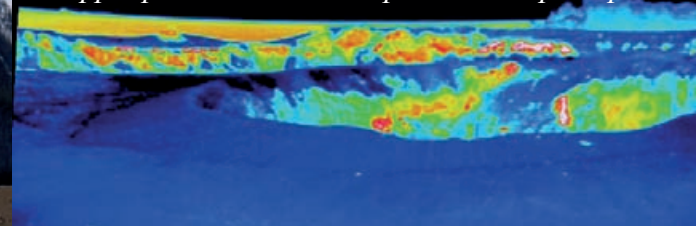
Килиманджаро (5895 м)

Рувензори (5109 м)

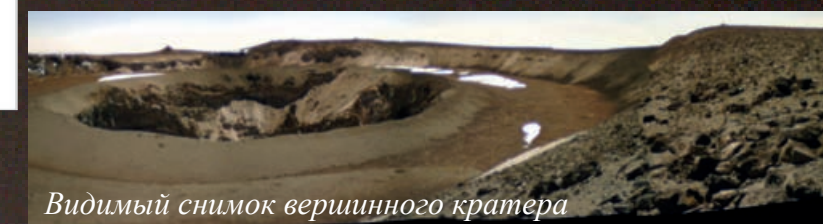
Вечная мерзлота вершины очень нестабильная. Температурные исследования на нашей наблюдательной точке показывают, что температура пород на глубине 3 метра составляет $-0,03^{\circ}\text{C}$ круглый год. Это означает, что мёрзлое или талое состояние пород здесь зависит лишь от перехода воды из твёрдого состояния в жидкое (и затрат энергии на таяние). Группа температурных кривых за разные периоды года (Trumpet Curve) на Килиманджаро сильно отличается от тех, что мы наблюдаем в полярных регионах. Поскольку на экваторе нет значительных сезонных изменений, то нет и сильного сезонного изменения температур, как например, в Якутии, где разница температуры почвы летом и зимой может достигать $50-60^{\circ}\text{C}$. С другой стороны, на вершине Килиманджаро очень сильные суточные колебания температуры, достигающие $40-50^{\circ}\text{C}$ между днём и ночью! Это происходит из-за того, что солнечное тепло сильно контролирует природные условия здесь.



Инфракрасный снимок вершинного кратера



На ночном инфракрасном снимке вершинного кратера (сверху) видны несколько “тёплых” точек внутри кратера с температурой выше 30°C . Даже в днище кратера (синий цвет - ниже нуля) на глубине 1 м довольно тепло ($10-20^{\circ}\text{C}$, см. график слева), поэтому вблизи самих кратеров существование мерзлоты находится под сомнением.



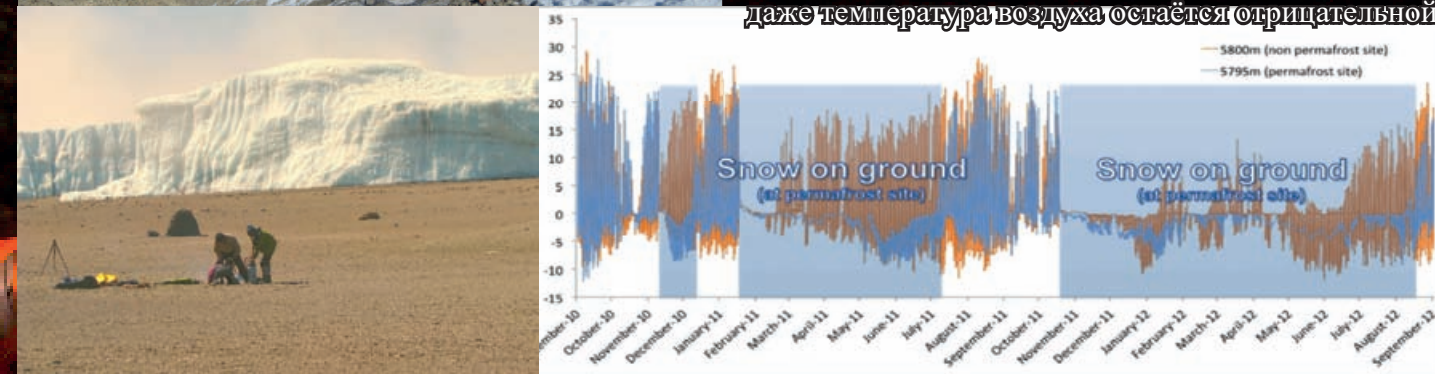
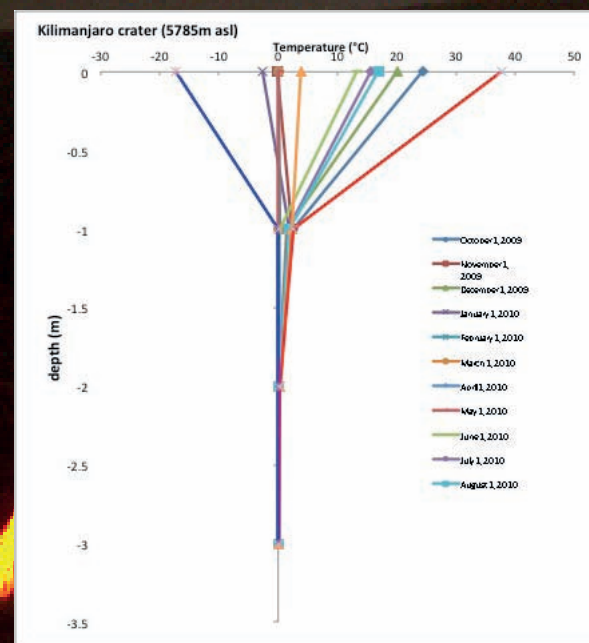
Видимый снимок вершинного кратера

Килиманджаро – это большой стратовулкан. Две из его трёх вершин, Мавенжи и Шира, могут исчезнуть, если Кибо (наивысшая вершина) проснётся и начнёт извергаться снова. Последнее крупное извержение вулкана происходило между 150 и 200 тыс. лет назад.

Хотя вулкан спящий, на Кибо есть fumaroles, которые выбрасывают газы из кратера. Из-за его небольшой активности происходили даже небольшие землетрясения и оползни.

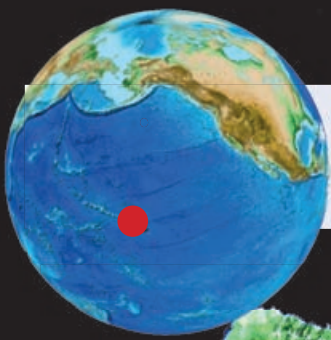


Снег играет огромную роль в температурном состоянии пород Килиманджаро, поскольку вулкан расположен в зоне тропиков. Солнечная радиация здесь очень высокая: температура почвы обычно нагревается до 40°C , когда солнце нагревает поверхность. Если на поверхности лежит снег, то даже температура воздуха остаётся отрицательной.

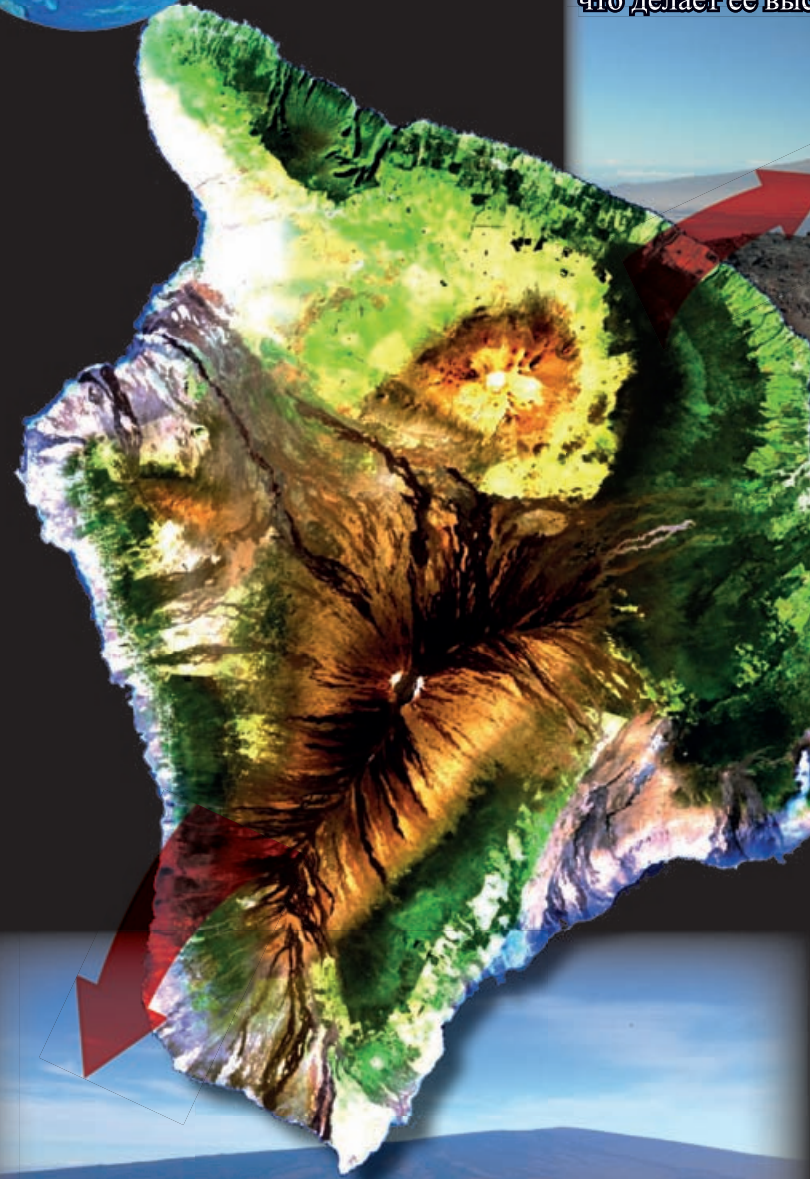


Мауна Кеа, Мауна Лоа

Гавайи



Мауна-Кеа переводится как “Белая гора”. Её высота 4207 м, что делает её высшей точкой Гавайских островов.



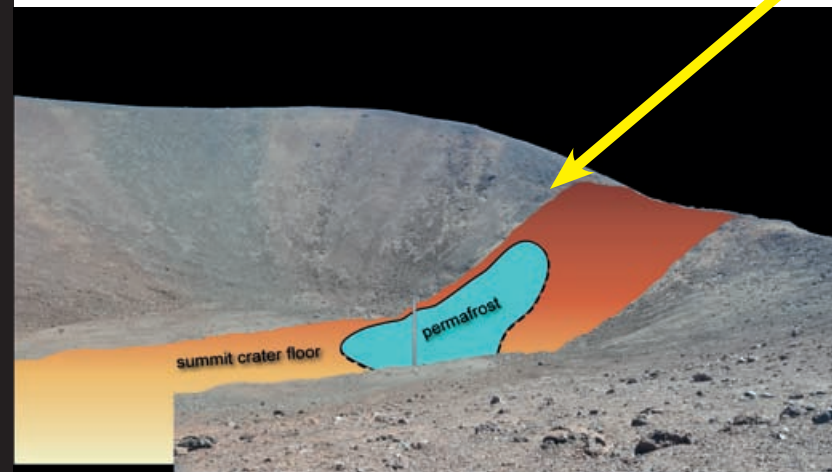
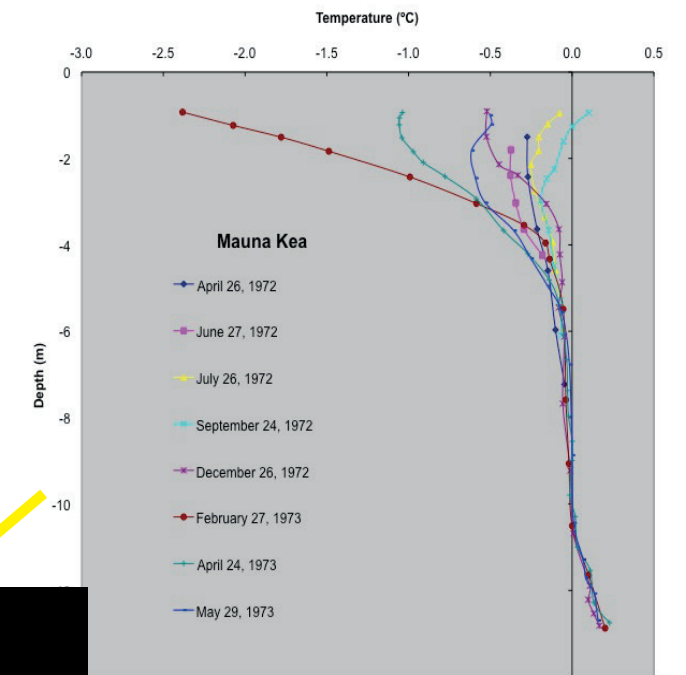
Сложно поверить, что на Гавайских островах может быть мерзлота, но из-за своей большой высоты она существует на Гавайи – самом крупном из островов архипелага. Если путешествовать с юга на север, то температура воздуха и почвы будет понижаться; такая же ситуация и с высотой: чем выше поднимаешься, тем становится холодней. Гора Мауна Кеа имеет высоту, достаточную для формирования мерзлоты. В 1969 г. океанолог Альфред Вудкок был первым, кто исследовал мерзлоту здесь. Он обнаружил, что на самой вершине среднегодовая температура выше нуля, однако на северном склоне, на высоте 4140 м она была значительно ниже.

Интересные факты:

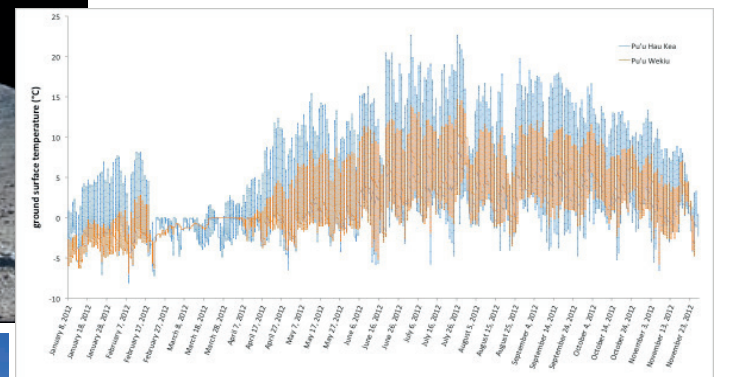
- Толщина вечной мерзлоты на Мауна Кеа достигает по крайней мере 10 метров.
- Сохранность мерзлоты здесь связана с постоянным присутствием охлаждённого воздуха, углом падения солнечных лучей и низкой влажности воздушных масс.

Мауна-Лоа переводится как “длинная гора”, её высота составляет 4169 м, что всего на 38 метров ниже Мауна-Кеа. Метеорологическая обсерватория расположена здесь на высоте 3400 м, на северном склоне горы. Она занимается изучением глобальной атмосферы, в т.ч. измерением парниковых газов, являющихся причиной широко известного “глобального потепления климата”.

Мауна-Кеа была покрыта льдом во время ледникового периода. Морена и валуны со следами ледниковой штриховки видны и сегодня. Косвенные признаки свидетельствуют о существовании здесь ледника на высотах 3000-3500 м. Понижение температуры с высотой (называемое температурным градиентом) происходит на каждые 6,5 градусов на 1000 м до высоты 1250 м, а выше - уже на 4 градуса/1000 м. Таким образом, мерзлота не должна здесь существовать на высотах более 5000 м, однако на Мауна-Кеа она есть. Это вызвано особым микроклиматом, что является хорошим примером существования мерзлоты в тропиках.



Каменные полосы, образованные циклами промерзания-протаивания в кратере г. Мауна-Кеа



Изменение температур поверхности почвы на Мауна-Кеа

Вечная мерзлота на Мауна-Кеа расположена на северных склонах вершинного кратера, в то время как в днище кратера мерзлота отсутствует. Такое распределение мерзлоты свидетельствует о важности влияния солнечного освещения. Межгодовые изменения температуры в тропических горах невелики (амплитуда температур на поверхности составляет около 4°C). Температура на глубине нулевых годовых амплитуд (около 5 метров) составляет -0,1°C. Нижняя граница мерзлоты обнаружена на глубине 10,5 м.

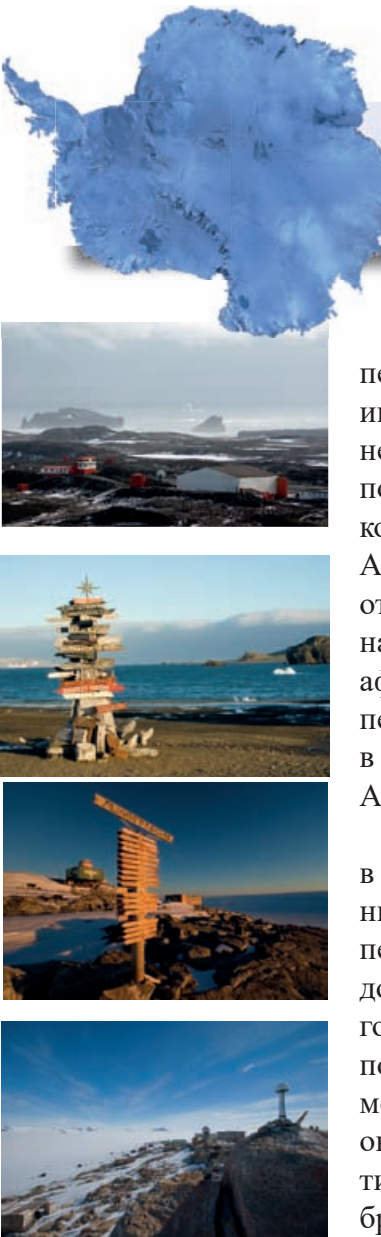
Панорамный вид с вершины горы Мауна-Кеа.

Woodcock, A. H. 1974. Permafrost and climatology of a Hawaii volcano crater, Arct. Alp. Res. 6(1):49-62.



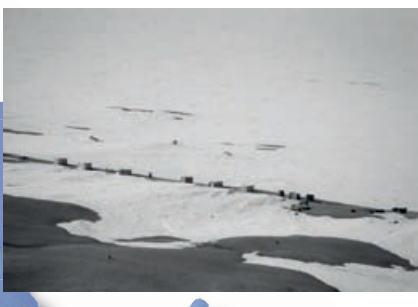
Антарктида

Самый холодный континент



Новолазаревская станция

Станция Молодёжная



Станция Прогресс (холмы Ларсеманна)



Текст: Андрей Абрамов

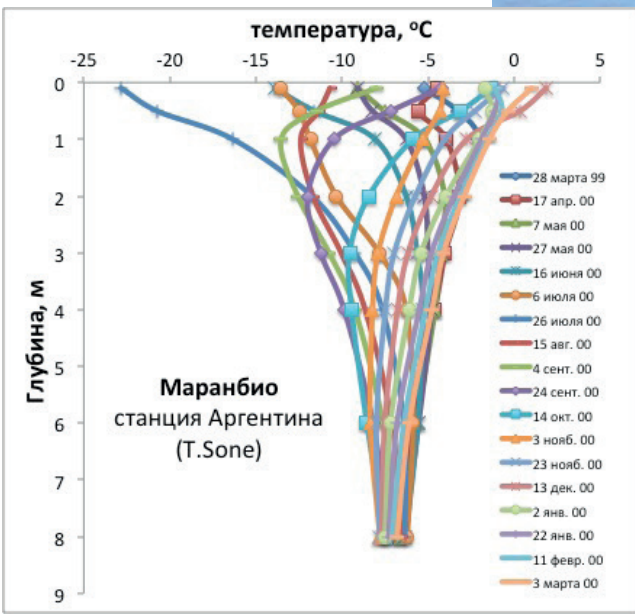
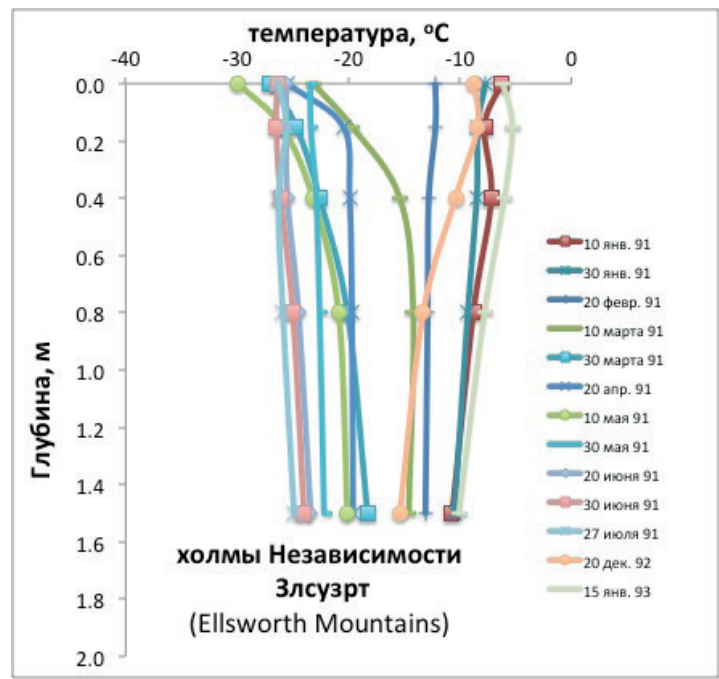
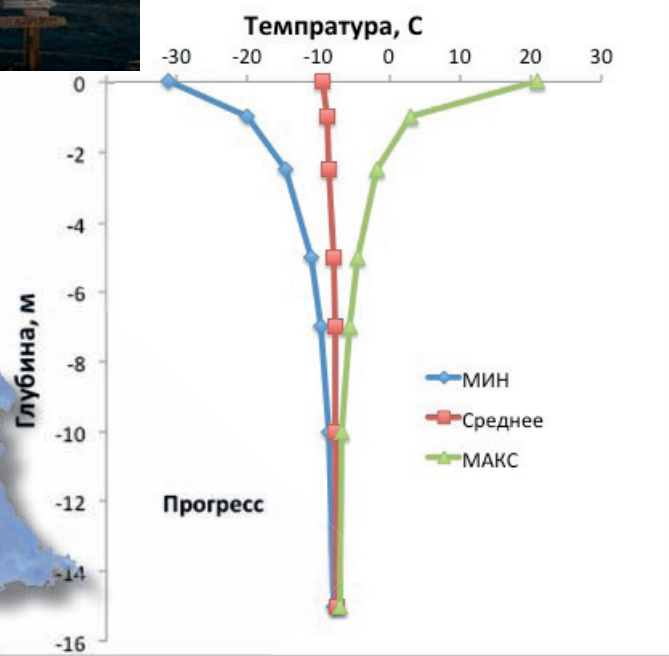
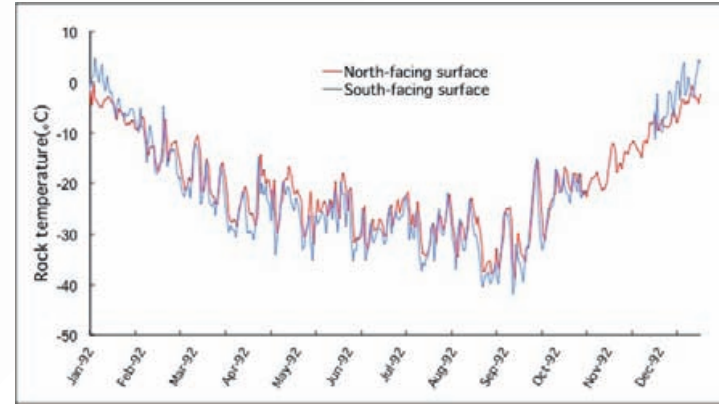
Антарктида — это самый холодный и сухой континент на Земле. Самая низкая температура воздуха, $-89,2\text{ }^{\circ}\text{C}$, была зафиксирована на российской станции Восток 21 июля 1983 г. В центральных частях Антарктиды выпадает очень мало осадков (в среднем 100 мм в год на Южном полюсе) — это холодная пустыня. Многолетнемерзлые породы распространены практически повсеместно на свободных от льда территориях континента (0,36% всей территории или 49 800 км²). Есть три причины, по которым Антарктида холоднее Арктики. Во-первых, большая часть континента имеет высотные отметки выше 3000 метров, а температуры понижаются с высотой. Во-вторых, основная часть вокруг Северного полюса занята океаном. И, в-третьих, Земля находится в афелии в июле (то есть максимально удалена от солнца, когда в Антарктиде зима), а в перигелии в январе (то есть максимально приближена к солнцу, когда зима наступает в Арктике), таким образом, зима в Антарктике немного холоднее, а лето теплее, чем в Арктике. Основной вклад вносят первые два фактора.

Российские станции и полевые базы расположены по периметру континента, а также в центральной его части. Самой теплой станцией является Беллинсгаузен, расположенный на острове Кинг-Джордж в суб-Антарктике, на широте 52° . Среднегодовая температура воздуха здесь составляет -2°C , а мощности многолетнемерзлых пород могут достигать десяти метров при среднегодовой температуре $-0,6^{\circ}\text{C}$. Самые низкие среднегодовые температуры характерны для станции Восток (-55°C), но многолетнемерзлые породы здесь отсутствуют, так как станция находится на поверхности ледового щита мощностью более 4 км. Самые низкотемпературные толщи пород приурочены к району Трансантарктических гор, где среднегодовые значения составляют -30°C и теоретически могут достигать -60°C на самых высоких вершинах. Для большей части прибрежных станций (Беллинсгаузен, Новолазаревская, Прогресс, Мирный) и полевых баз (Молодежная, Дружная-4, Оазис, Ленинградская, Русская) характерны среднегодовые температуры пород в районе $-7...13^{\circ}\text{C}$. В окрестностях станций встречаются проявления криогенных процессов: полигональное растрескивание, сортированные грунты.

Хотя циклы протаивания и промерзания почвы в Антарктиде происходят не так часто, разрушение (выветривание) пород всё равно наблюдается повсеместно. Во время экспедиции 1992-1993 гг. на Холмы Независимости (район гор Элсворта) было определено, что при среднегодовой температуре пород -21°C их поверхность переходила через отметку в 0°C около 47 раз. Температуры вечной мерзлоты во внутренних районах Антарктики значительно ниже (-20°C и ниже), чем в прибрежных районах.



Горы Тьер



Температура мерзлоты на станции Марамбио намного выше ($-6,9^{\circ}\text{C}$), чем во внутренних областях Антарктиды. Однако они ниже, чем в северной части Антарктического полуострова, где расположено большинство исследовательских станций. Здесь температура мерзлоты обычно выше 1°C .



Луна

Координаты: 20.90° с. ш. 30.77° в. д.

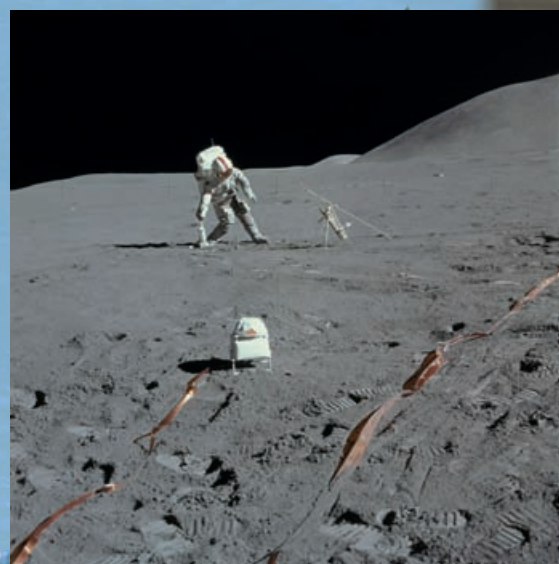


Во время лунной миссии Аполлона-15, 26 июля 1971 г., были пробурены 2 термические скважины (26°4' с. ш., 3°39' в. д.) у основания Аппенинских гор, которые поднимаются на высоту более 4500 м и пролегают вдоль юго-восточной окраины Моря Дождей.

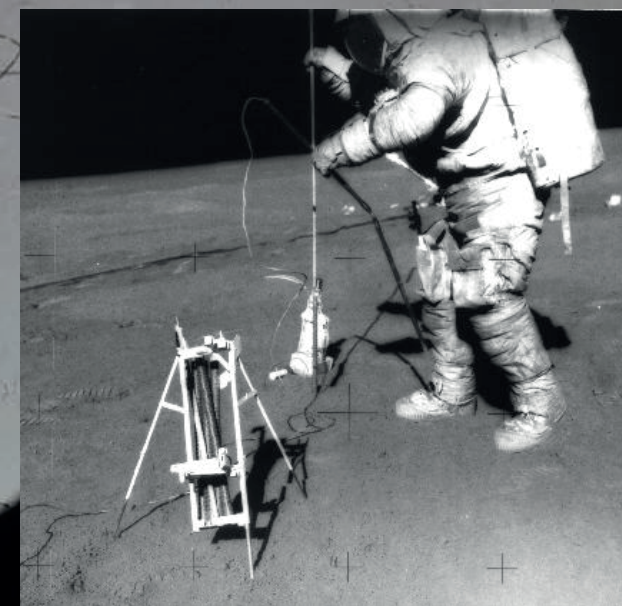
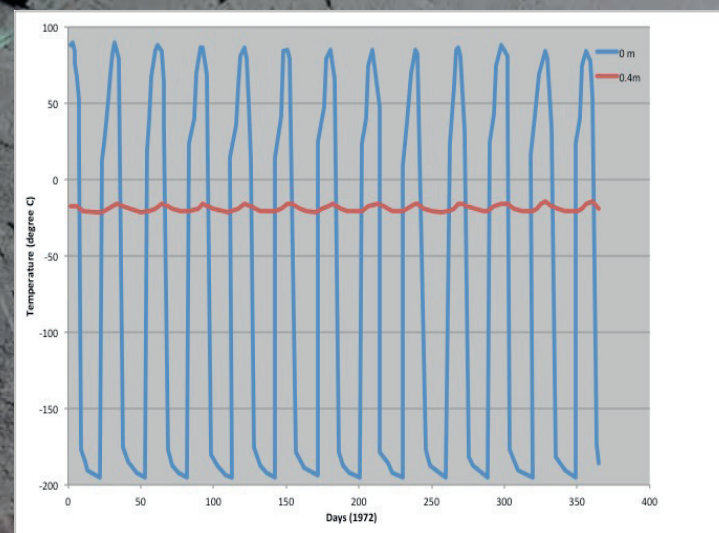
Финальная миссия Аполлона-17 (7 декабря 1972 г.) предполагала посадку на Таурис-Литтров, лунной долине, названной в честь расположенного рядом кратера Литтров в горах Таурис, на юго-восточной окраине Моря Ясности.

Посадка происходила в 750 км (20°9' с. ш., 30°44' в. д.) к востоку от посадки Аполлона-16, приземлившегося в каньоне Хэдли Рилл.

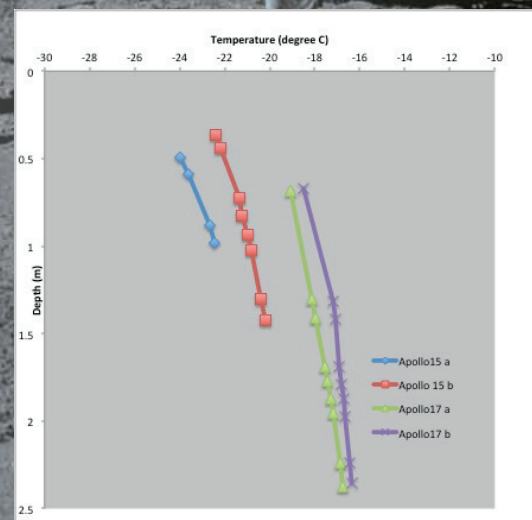
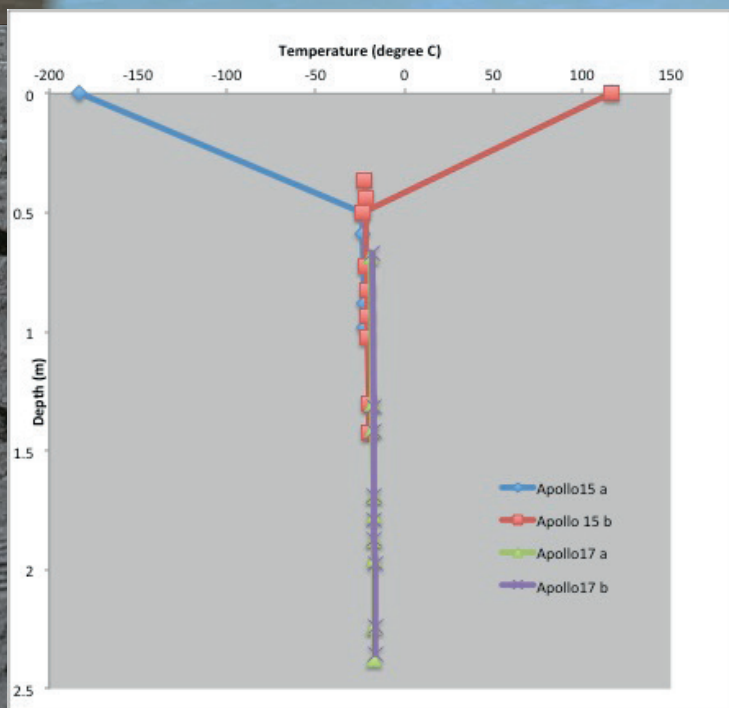
Скважина была пробурена до 2,9 м (рисунок справа). Космонавт опирается на правую сторону, чтобы вытащить бур. На переднем плане виден спектрометр солнечного ветра.



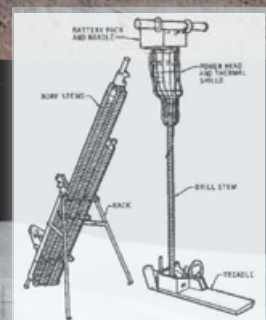
Во время миссий Аполлона-15 и 17 температурные датчики (платиновые резисторы) были установлены на глубину примерно 2-3 метра на широте 20-26° с. ш. В отличие от Земли, Луна испытывает сильнейшие суточные колебания температуры от -200°С ночью до +100°С днём. Глубже 40 см колебания температуры уже не наблюдаются, что говорит о том, что лунный грунт обладает хорошими теплоизоляционными свойствами (низкая теплопроводность). Лунные дни и ночи соотносятся с циклами полнолуния и новолуния на Земле, происходящими 13 раз в году.



Эксперимент по определению теплопотока во время миссии Аполлона-15. На переднем фоне видна буровая стойка, а сам бур расположен на поверхности, за буровой штангой, вставленной в грунт. Тёмный штырь из 2 сегментов в руке космонавта – измеритель температуры. В правой руке у него белый набор по определению теплопотока (AS-15-92-12407).

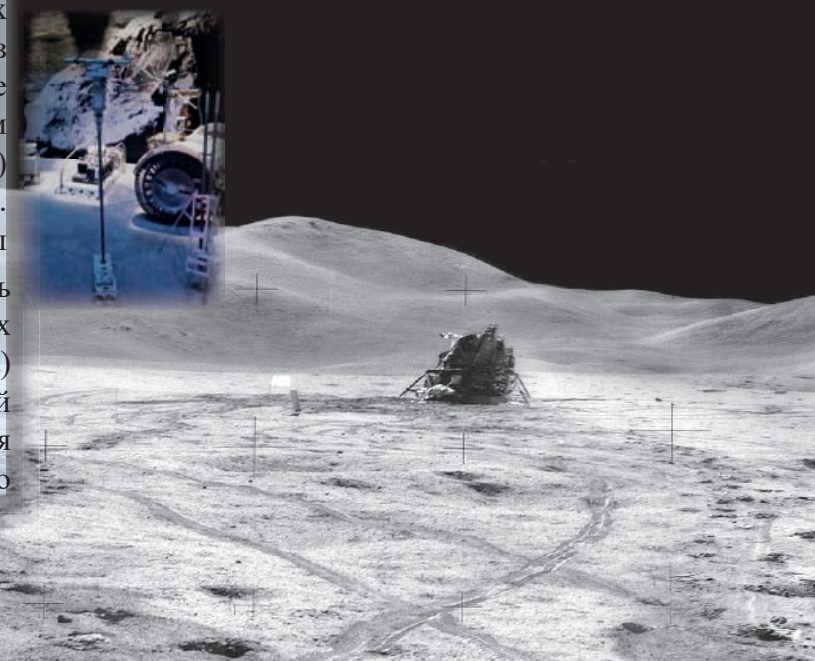


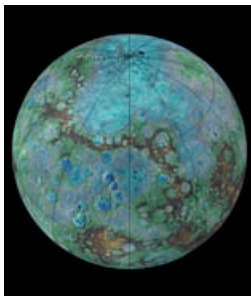
Eckart, Peter, 2006, The Lunar Base Handbook, 2nd Ed., McGraw-Hill, ISBN 978-0-07-329444-5.



Лунный бур Аполлон (ALSD), использовавшийся при полётах Аполлон 15, 16 и 17, состоит из мотора на 24-вольтовой батарее со специальным буровым наконечником (25 мм в диаметре) и съёмными буровыми штангами. Система была устроена так, чтобы

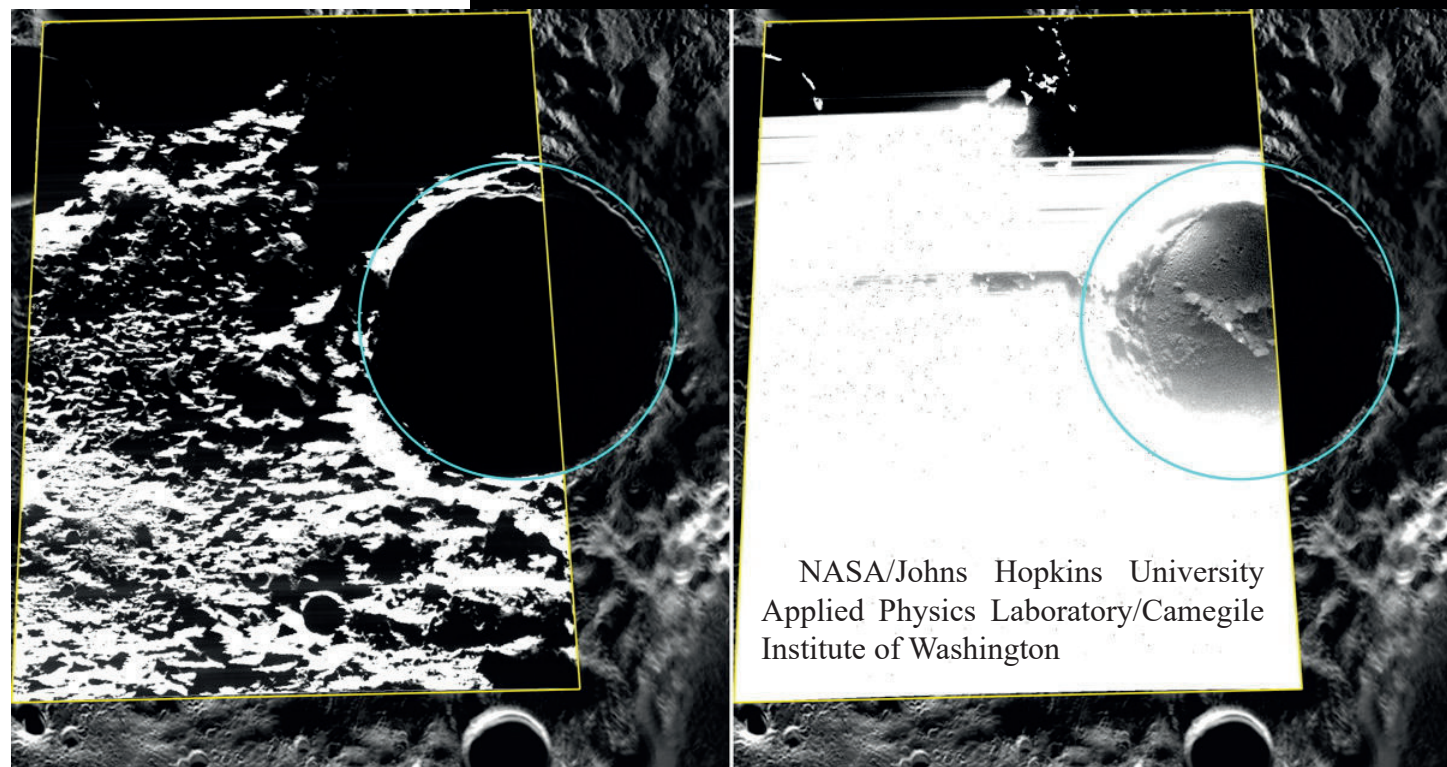
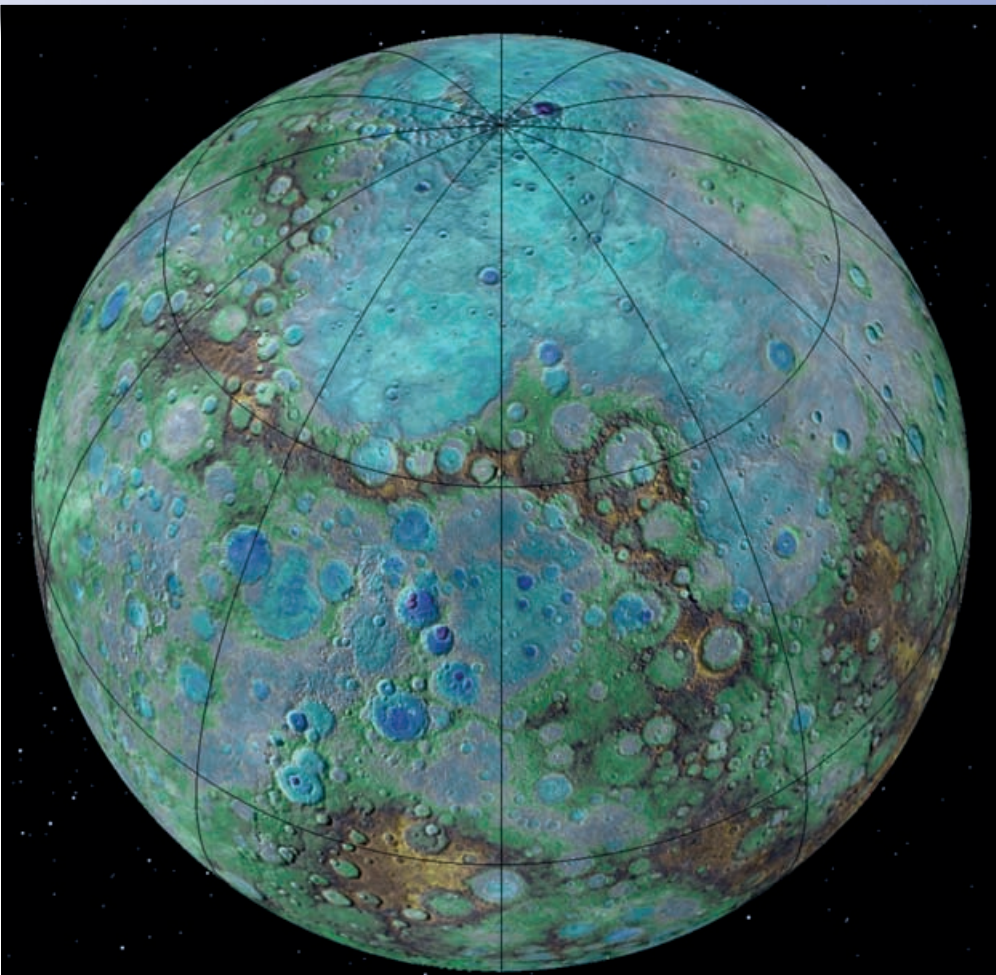
извлекать колонки пробуренного грунта и оставлять скважины для установки в них температурных датчиков. Каждый буровой сегмент (штанга) представлял собой жёсткую полую трубку длиной около 40 см. Собранная вместе, конструкция позволяла космонавтам бурить грунт на глубину до 3 метров.





Меркурий

Кратер Кандинский расположен вблизи Северного полюса Меркурия и может содержать в себе водный лёд. Полоса, снятая широкоугольной камерой корабля «Мессенджер», видна слева и наложена поверх полярной мозаики MDIS. Вид справа показывает ту же мозаику, но с яркостью и контрастом, подобранными так, чтобы показать детали теневой части кратера.



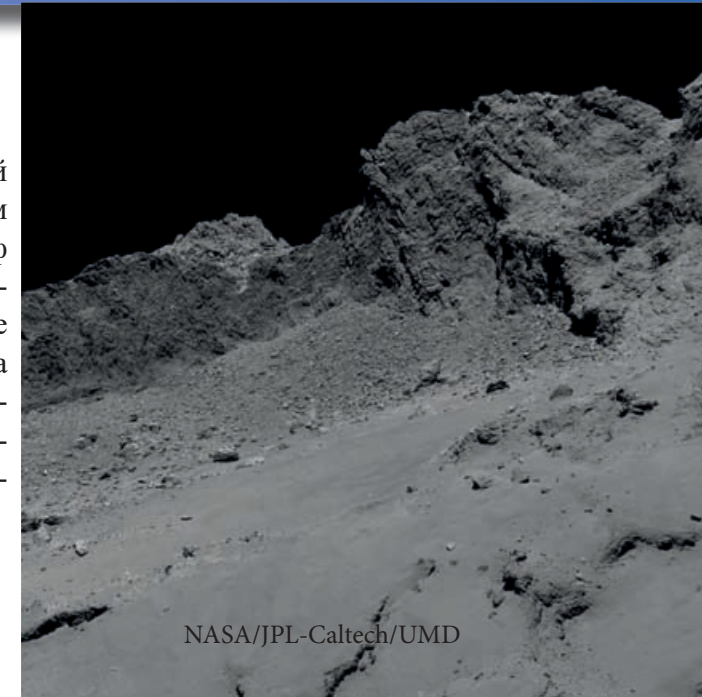
NASA/Johns Hopkins University
Applied Physics Laboratory/Carnegie
Institute of Washington



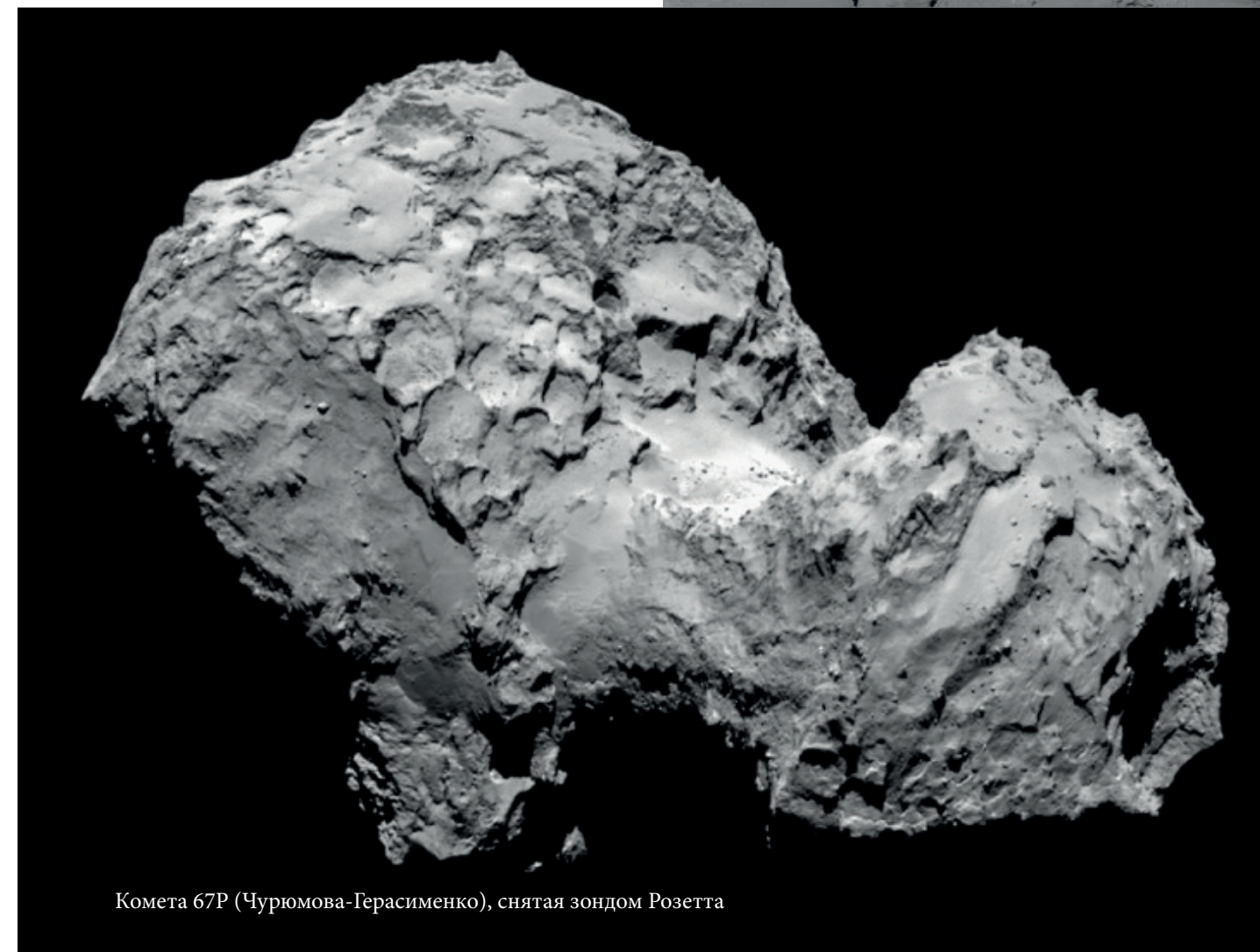
Кометы

Ядро кометы 103P (Хартли), снятое во время пролёта рядом. Её диаметр 2 км.

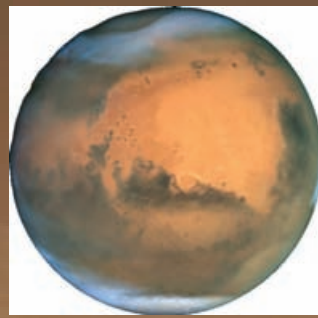
Комета – это малое космическое тело Солнечной системы, которое при прохождении рядом с Солнцем нагревается и начинает испускать в космос шлейф газов, льда и пыли. Они образуют подобие видимого ореола (атмосферы) или даже хвоста. Это явление происходит из-за воздействия солнечного ветра на ядро кометы, которое может варьировать от нескольких сот метров до десятков километров. Кометы состоят из скоплений льда, пыли и небольших каменных обломков.



NASA/JPL-Caltech/UMD



Комета 67P (Чурюмова-Герасименко), снятая зондом Розетта



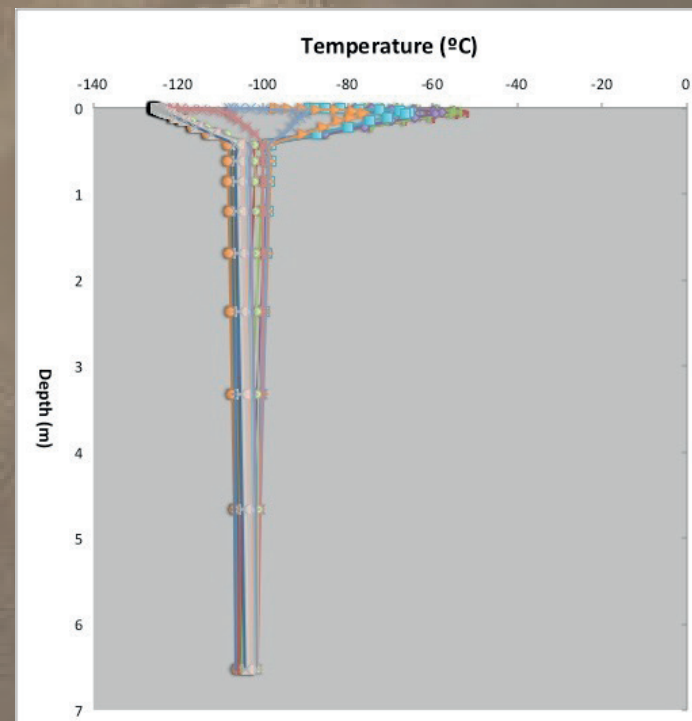
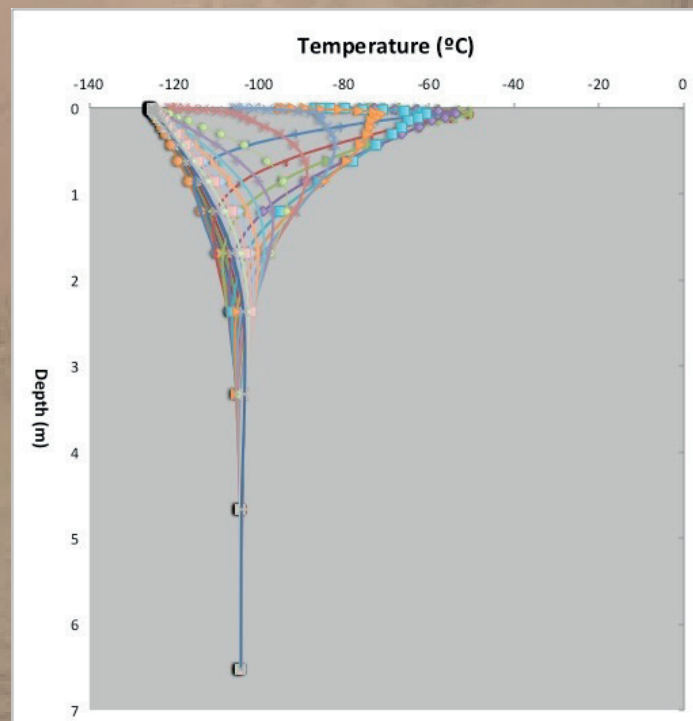
Марс Полярные регионы



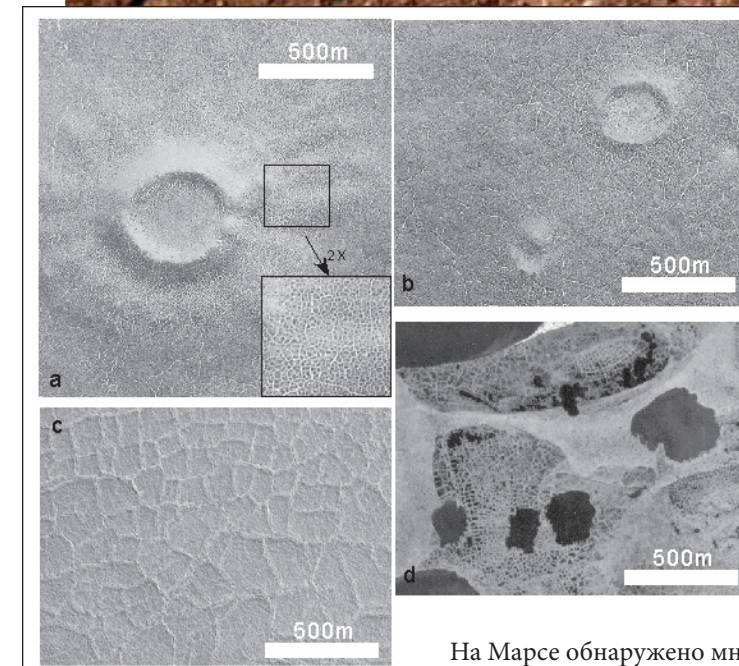
Марсианская мерзлота широко распространена на большей части планеты. Основываясь на данных моделирования и спутникового зондирования, учёные предполагают наличие мерзлоты толщиной до нескольких километров в полярных областях Марса. Только успешная посадка зонда «Феникс» в высоких широтах позволила получить подробные данные о водном льде и мерзлотных полигонах на Марсе.

NASA

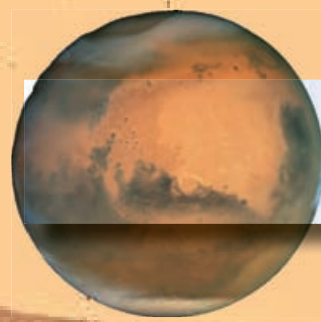
На Марсе пока ещё не пробурены глубокие скважины, а данные о температурных кривых в его породах получены только путём численного моделирования до глубины 6,5 м в районе 70 градусов северной широты. Температура поверхности грунта в полярных регионах опускается зимой до -126°C , а летом поднимается до -50°C . Эти два графика показывают разницу между сухими (левый) и льдистыми (правый) условиями (Icarus 169, 2004, 324–340)



Эта фотография показывает пример полигональных грунтов вблизи посадки зонда «Феникс». Подобные полигоны встречаются в льдистой мерзлоте в арктических областях Земли. Зонд приземлился 25 мая 2008 г. в полярном регионе Марса, называемом Vastitas Borealis, на 68° с. ш. и 234° в. д. Это приблизительно раскрашенный снимок, сделанный специальной стереокамерой практически сразу после приземления. Снимок получен в результате совмещения инфракрасного и ультрафиолетового снимка и дальнейшей цветокоррекции. Снимок предоставлен: NASA/JPL-Caltech/University of Arizona



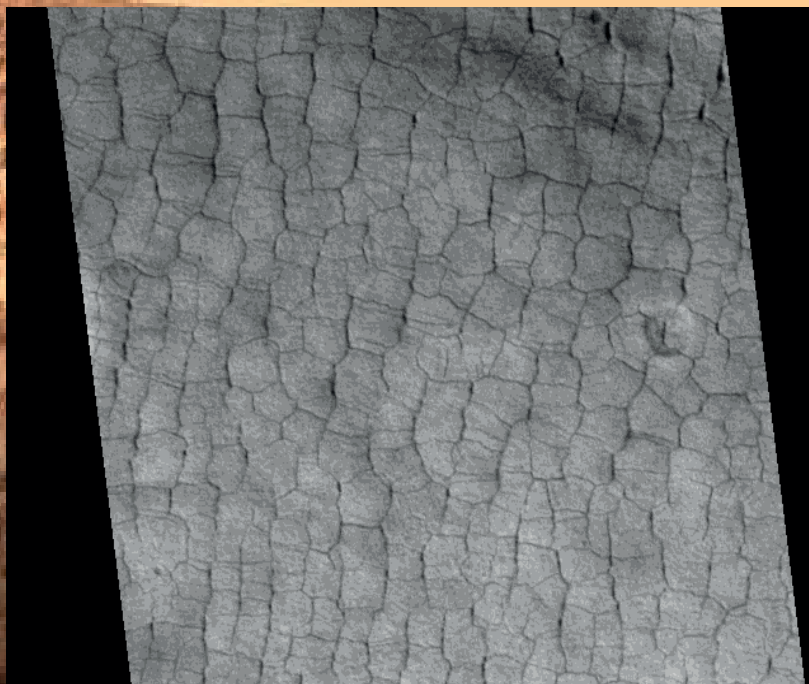
На Марсе обнаружено множество полигональных ландшафтов, особенно в его полярных областях (a, b, c). Некоторые полигоны могли образоваться в результате мерзлотного растрескивания, что делает их схожими с ледяными полигонами в арктических регионах Земли (d)



Марс

Средние широты

Равнина Утопия – это место, давно привлекающее большое внимание исследователей Марса. Аппарат «Викинг», приземлившийся в 1976 г., сделал первые цветные снимки здесь, на 48-й широте.



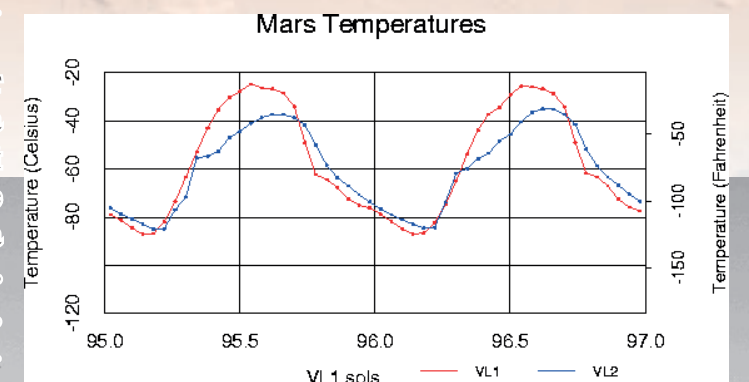
Здесь были обнаружены полигональные грунты, непохожие на классические мерзлотные полигоны, но, по-видимому, как-то связанные с геологической структурой района.



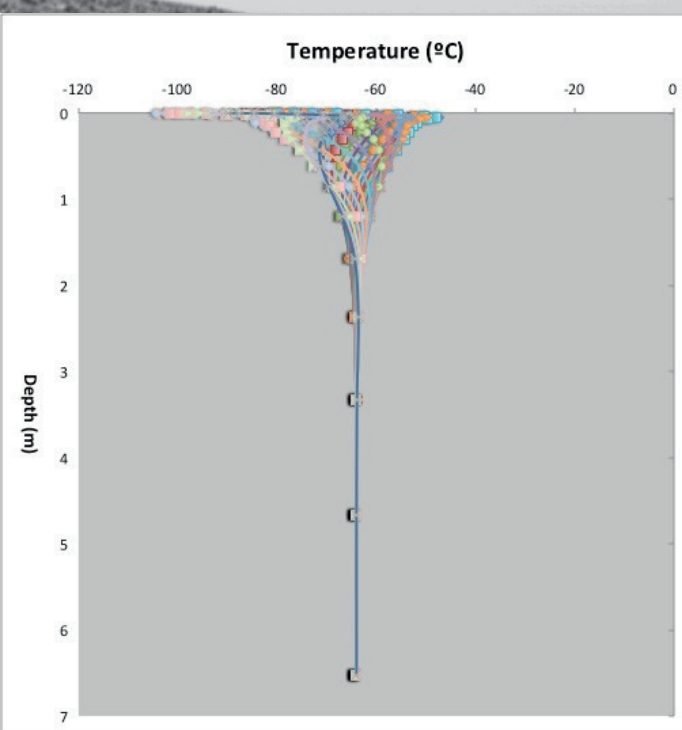
Температуры грунтов и воздуха на Марсе значительно отличаются друг от друга, потому что в отличие от Земли слой атмосферы здесь примерно в 140 раз тоньше. Там, где она пропускает солнечный свет, поверхность поглощает много тепловой энергии, поэтому днём температура поверхности выше, чем температура воздуха. На Земле ярким примером может служить прогулка по пляжу, когда воздух тёплый, а песок может быть настолько горячим, что можно обжечь ноги. В то же время ночью поверхность охлаждается сильнее воздуха, поскольку излучает инфракрасные тепловые волны. В результате такого выхолаживания может образовываться роса или даже изморозь, формирующаяся, когда тёплый воздух соприкасается с холодной поверхностью (примерно так же на стекле стакана с холодной водой конденсируется пар).

Как и на Земле, на Марсе также происходит смена сезонов года, поскольку его ось также немного наклонена по отношению к плоскости орбиты. Правда, марсианский год длится 687 земных дней.

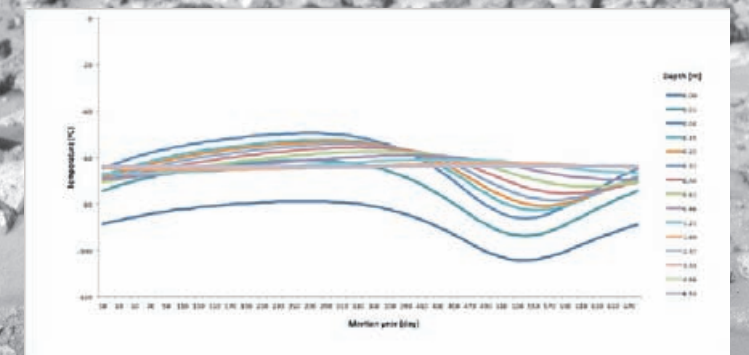
Средняя температура на Марсе составляет -70°C . Вблизи полюсов в ночное время температура воздуха падает до -125°C , при которой углекислый газ сублимируется на поверхности пород в виде изморози. Летом на экваторе Марса температура поверхности может разогреваться до 0°C и даже быть более-менее комфортной, однако не стоит забывать, что температура воздуха всё ещё значительно ниже. Сухая атмосфера препятствует конденсации пара на поверхности.

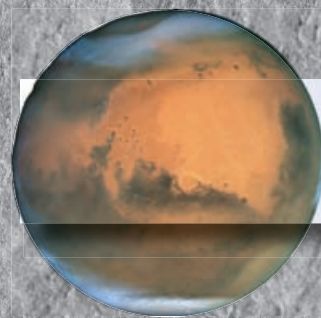


Прямые ежедневные измерения температуры марсоходов Викинг-1 и Викинг-2 (сверху) и график температурного моделирования (снизу)



Эта группа температурных кривых получена путём моделирования верхних 6,5 метров пород на широте 35-го градуса (к югу от равнины Утопии). Амплитуда температуры поверхности схожая с полярными регионами: зимой она опускается до -126°C , летом поднимается до -50°C . Однако летний период здесь длится дольше, поэтому температура на глубине нулевых годовых амплитуд здесь на 40°C выше. Моделирование было проведено М. Меллоном (Icarus 169, 2004, 324–340).

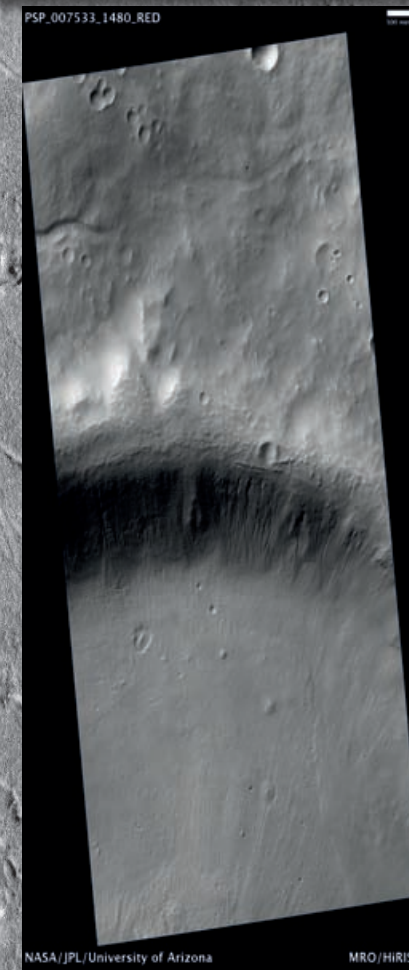
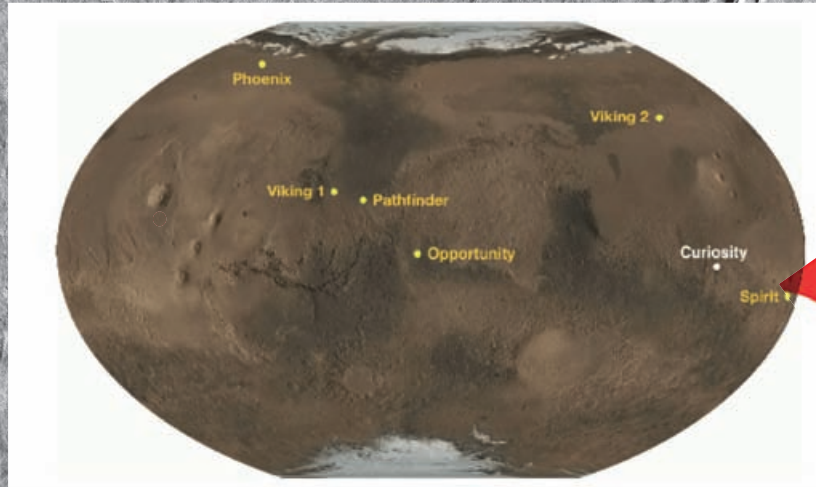




Марс

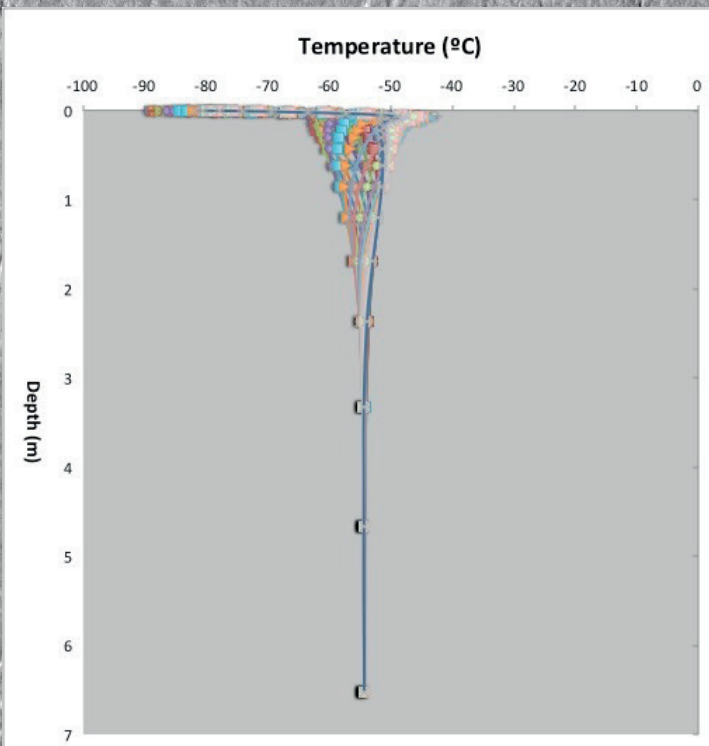
Экваториальная область

26 ноября 2011 г. с мыса Канаверал стартовал космический шаттл с марсоходом «Кьюриосити» на борту. 6 августа 2012 г. он успешно приземлился на дно кратера Гейл, пробуравив первую 2-сантиметровую скважину в марсианском грунте.

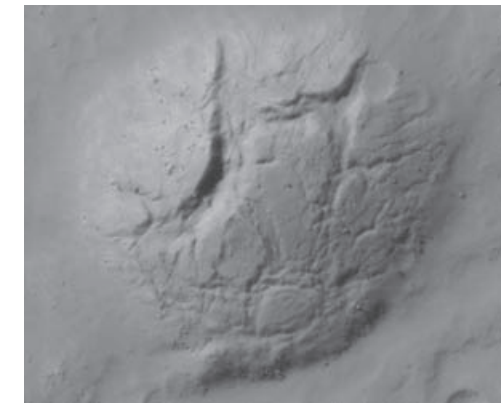


Та самая первая в мире 2-сантиметровая скважина на Марсе

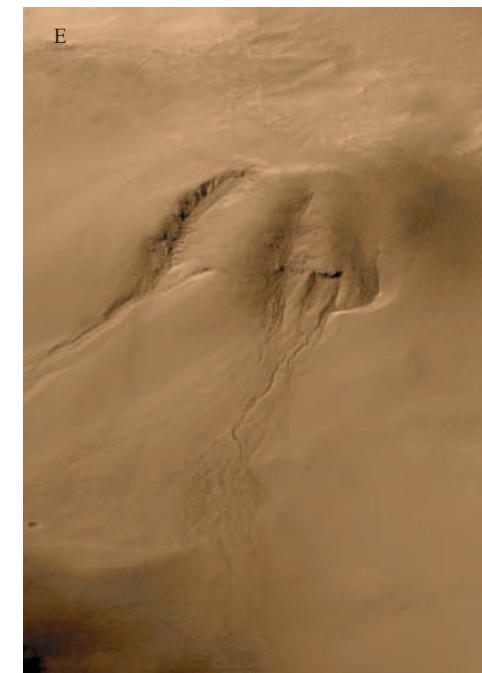
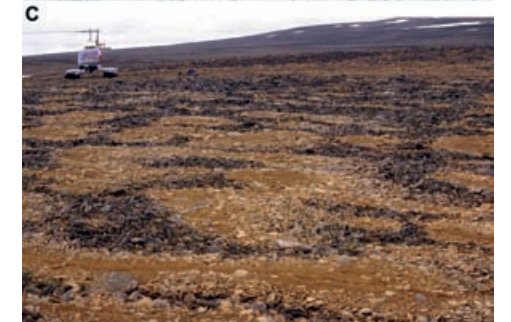
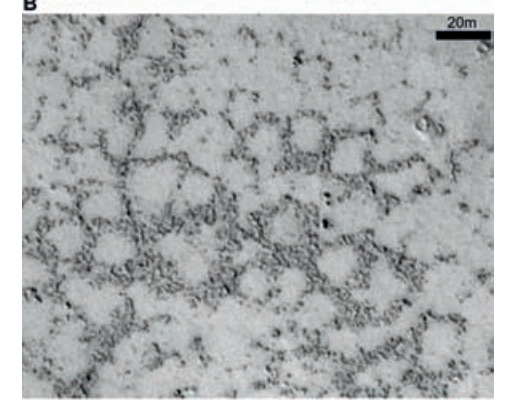
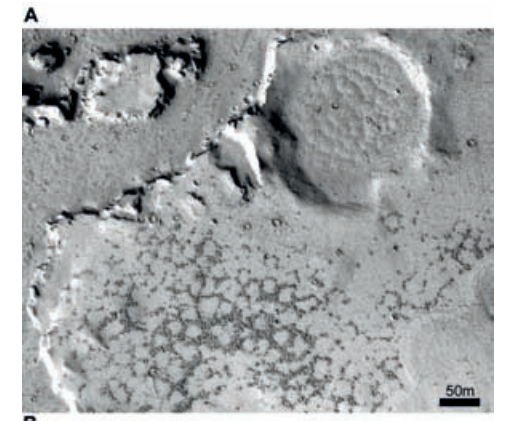
Image credit: NASA/JPL-Caltech/MSSS



Марс находится дальше от Солнца, чем Земля, он получает меньше солнечного тепла, поэтому он холоднее: средняя температура его поверхности около -53°C . Однако в дневное время на экваторе температуры поднимаются выше нуля. Становится так же тепло, как в начале весны на Земле. Конечно, во время полярной ночи, когда в полярных областях Марса Солнце не поднимается из-за горизонта около полугода, температура может падать до -133°C .



Мы можем наблюдать более частые циклы промерзания-протаивания в более тёплых, экваториальных областях Марса. Явления, похожие на бугры пучения (пинго), видны на дне кратера (верхний снимок). Каменные круги (справа, фото А) похожи на те, что встречаются на Земле (справа, фото В, С). Также можно увидеть следы жидких потоков (свежие овраги) в стенах кратера (см. фото D, E)



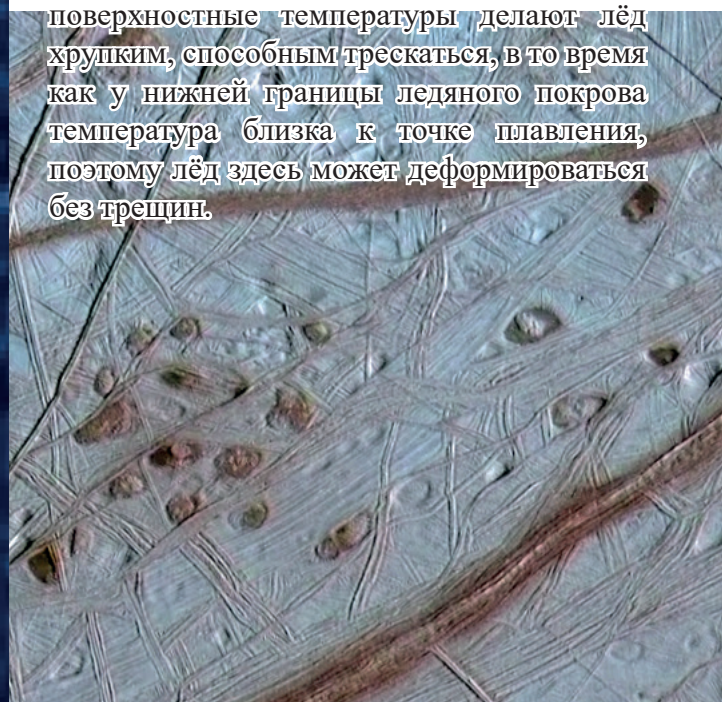
Европа Спутник Юпитера



Ледяной покров Европы

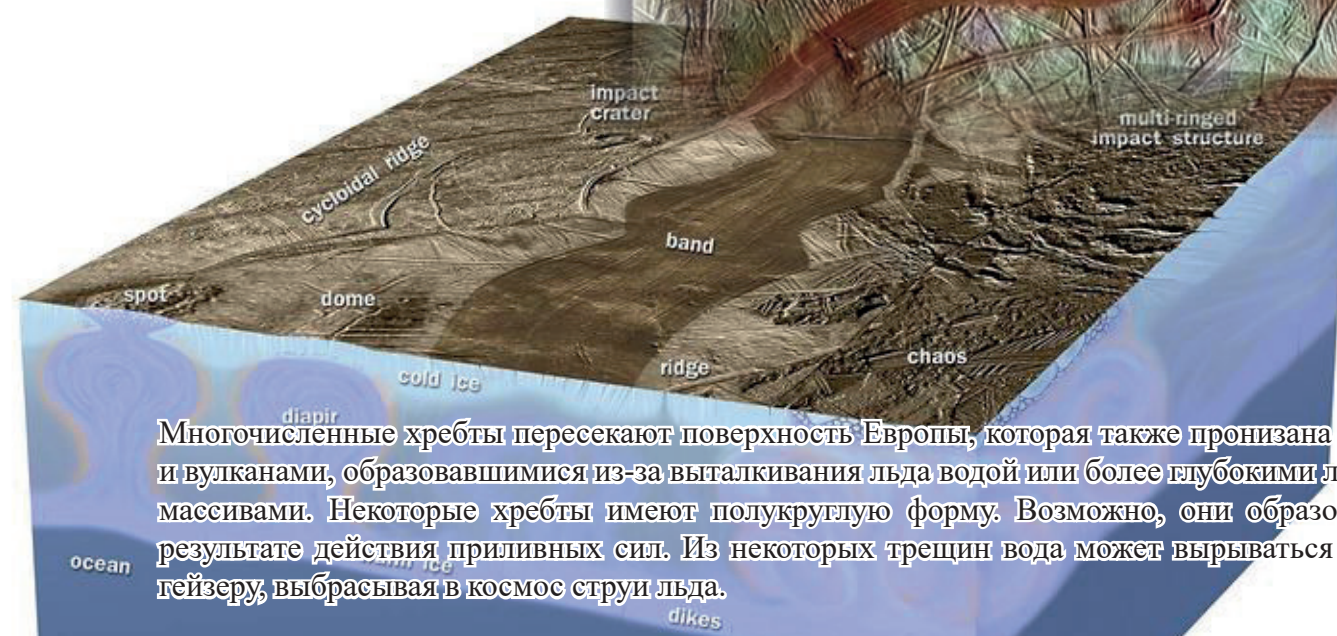
Существует гипотеза, что поверхность Европы, одного из спутников Юпитера, покрыта толстым слоем подвижного льда, покрывающего солёный океан внутри. Эти художественные иллюстрации показывают множество явлений и внутренних процессов, которые могут проявляться на поверхности Европы.

Трение массивов льда производит тепло. Оно поддерживает температуру океана подо льдом около 0°C, несмотря на то, что на поверхности этого небесного тела температура может падать до -170°C. Низкие поверхностные температуры делают лёд хрупким, способным трескаться, в то время как у нижней границы ледяного покрова температура близка к точке плавления, поэтому лёд здесь может деформироваться без трещин.

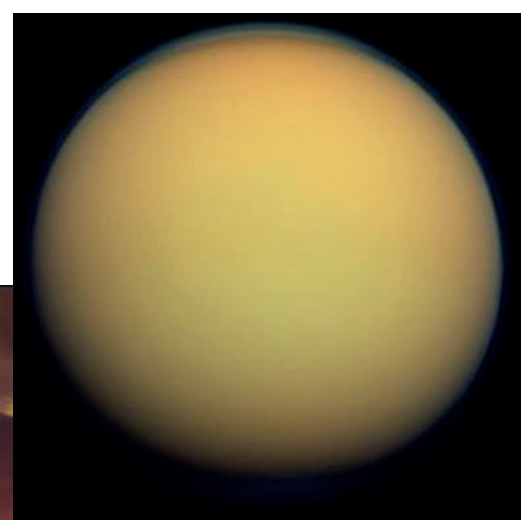


Поверхность Европы покрыта относительно небольшим количеством кратеров, что говорит об относительно высокой геологической активности, которая регулярно обновляет поверхность планеты. Огромные кратеры могут со временем «залечиваться», покрываясь новыми порциями льда и воды из недр спутника.

Бугры, или диапиры – это относительно тёплый лёд, который может подниматься из нижних горизонтов в более холодные поверхностные слои, перемещая вместе с собой солевые скопления. Диапиры могут выталкивать поверхностный лёд и образовывать купола на поверхности или разрывать поверхность, извергаясь на поверхность в виде ледяных вулканов.



Многочисленные хребты пересекают поверхность Европы, которая также пронизана холмами и вулканами, образовавшимися из-за выталкивания льда водой или более глубокими ледяными массивами. Некоторые хребты имеют полукруглую форму. Возможно, они образовались в результате действия приливных сил. Из некоторых трещин вода может вырываться подобно гейзеру, выбрасывая в космос струи льда.



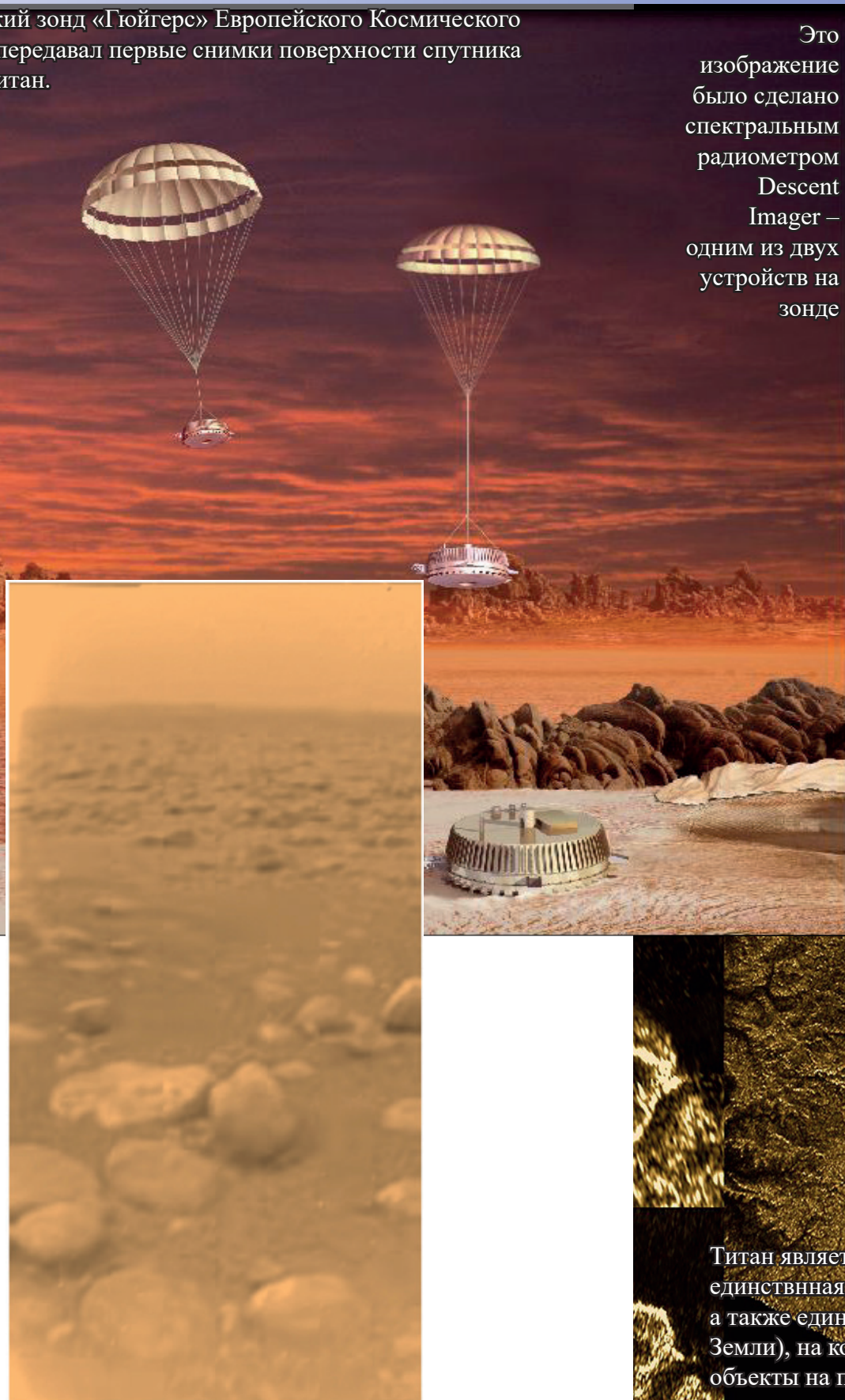
Титан Спутник Сатурна

Космический зонд «Гюйгерс» Европейского Космического агентства передавал первые снимки поверхности спутника Сатурна Титан.

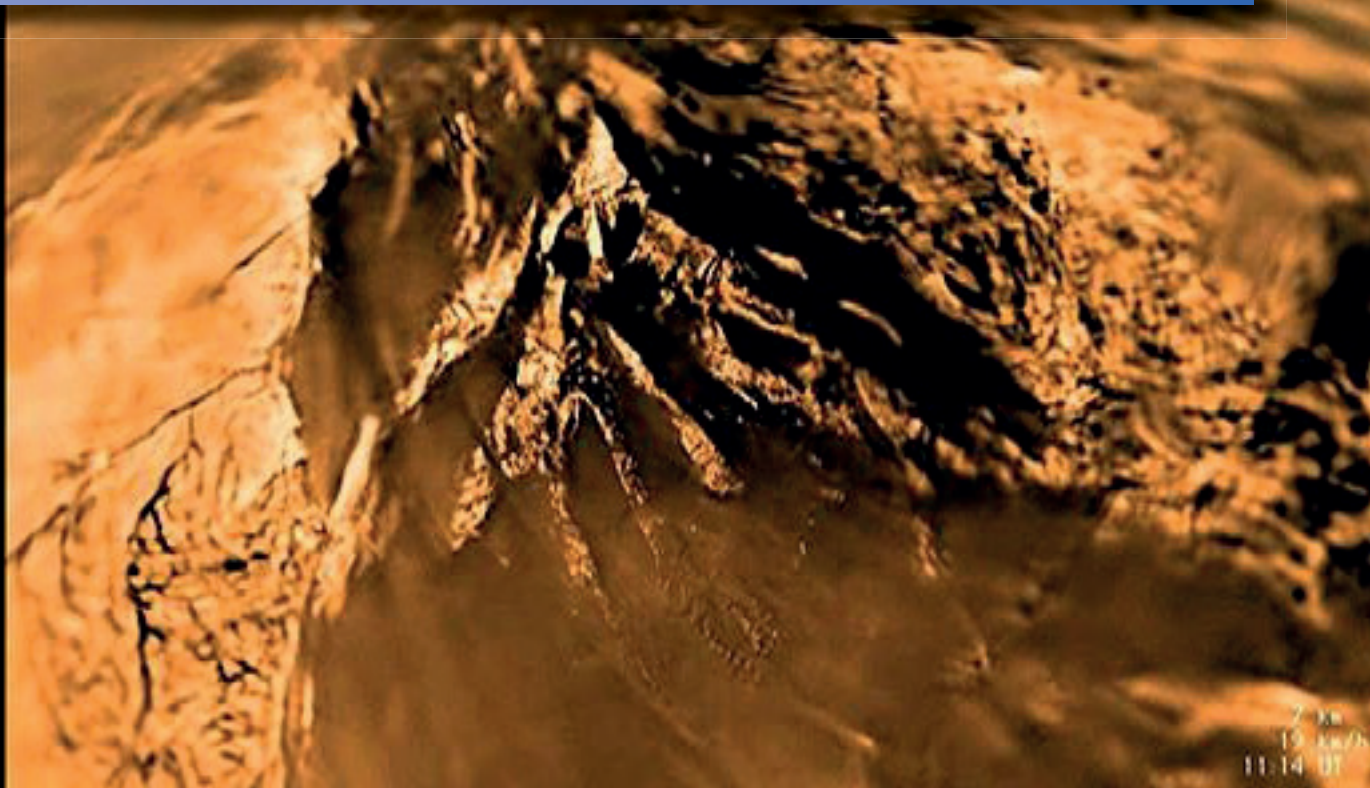
Открытый в 1655 г. астрономом Кристианом Гюйгенсом, Титан является шестым спутником Сатурна. Несмотря на то, что его называют луной, его диаметр на 50% больше земной Луны, а сам он на 80% тяжелее неё. Это вторая по размерам луна в Солнечной системе после Ганимеда у Юпитера. Титан даже больше Меркурия.

Титан состоит в основном из водного льда и каменных обломков. До начала эры освоения космоса поверхность Титана, так же, как и Венеры, в виду плотной атмосферы, была практически не изучена, до тех пор, пока космический аппарат Кассини-Гюйгенс не прилетел сюда в 2004 г. Он исследовал поверхность спутника и обнаружил соляные озёра в полярных областях. Геологически молодая поверхность Титана имеет незначительное количество кратеров, на ней так же были обнаружены горы и возможные криовулканы.

Изначально считалось, что его поверхность состоит из обломков и блоков льда, на самом деле оказалась больше похожа на галечник. Два объекта, похожих на каменные обломки, пониже центра снимка имеют размеры 15 (левый) и 4 см (правый) соответственно, расположенные на расстоянии 85 см от «Гюйгенса». Поверхность спутника оказалась темнее, чем предполагалось. Это связано с наличием смеси водного и углекислотного льда. Существует также доказательство того, что у основания этих объектов есть следы эрозии, которая подразумевает вероятную деятельность текущей воды.



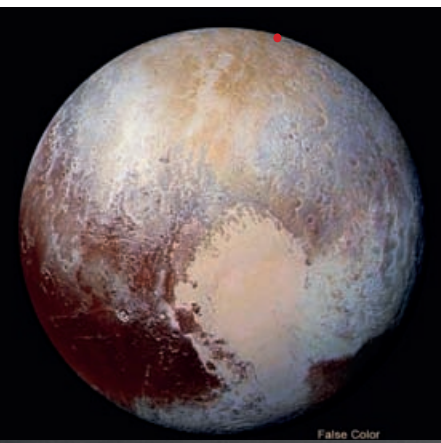
Это изображение было сделано спектральным радиометром Descent Imager – одним из двух устройств на зонде



Атмосфера Титана состоит в основном из азота, помимо которого было обнаружено небольшое содержание метана и этана в виде скоплений облаков и азотно-углеродного смога. Климат, включая ветра и дожди, сформировал здесь формы рельефа, схожие с земными: дюны, реки, моря (вероятно, из жидкого метана и этана) и дельты. Здесь так же, как и на Земле, наблюдаются сезонные колебания. Имея жидкие объекты (наземные и подземные), а также плотную азотную атмосферу, круговорот метана на Титане схож с круговоротом воды на Земле, только при более низких температурах (около 179°C).

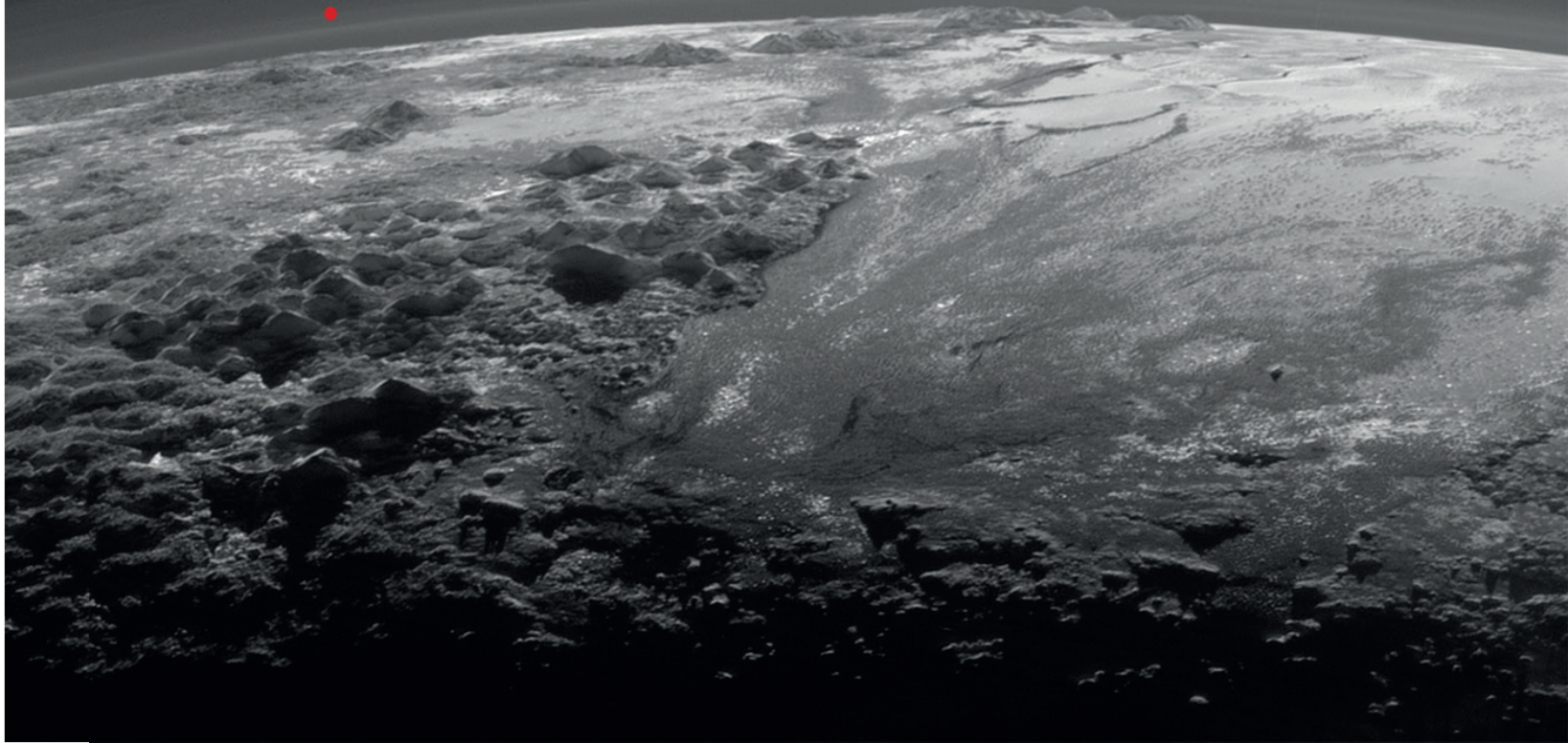
Титан является самой большой луной Сатурна. Это единственная из лун, на которой есть плотная атмосфера, а также единственный объект в космосе (помимо Земли), на котором обнаружены стабильные водные объекты на поверхности.

Source: NASA/JPL/Space Science Institute



ПЛУТОН

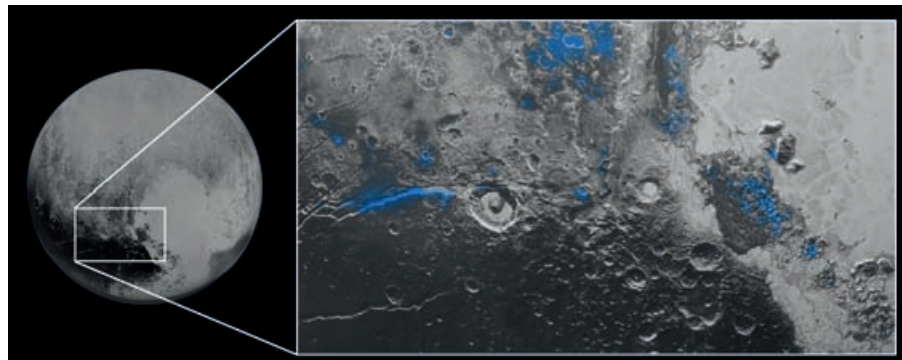
Космический аппарат «Новые Горизонты» 14 июля 2015 г. впервые достиг Плутона. Во время полёта сделал детальные измерения и наблюдения за Плутоном и его лунами.



Синее небо Плутона: на снимке, сделанном аппаратом «Новые горизонты», видна голубая дымка. Её природа схожа с подобной дымкой, видимой на спутнике Сатурна Титане. В обоих случаях её источником может служить реакция азота и метана, вызванная солнечным светом. Этот снимок получен при совмещении информации с синего, красного и ближнего инфракрасного каналов и дальнейшей обработки таким образом, чтобы изображение было как можно более близким к реальности.
 Данные: NASA/JHUAPL/SwRI.



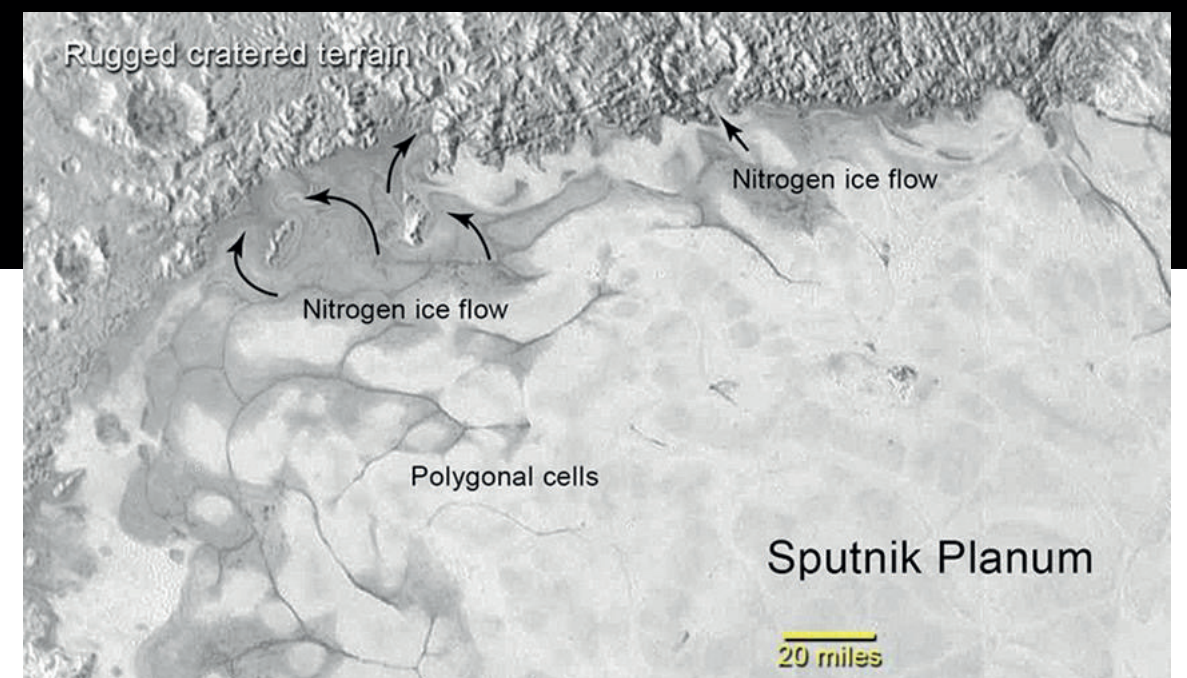
Вид на горы Монтес (слева спереди), горы Хиллари (слева на заднем фоне) и спутник Платиния (справа)



Водный лёд на Плуtone: на составном снимке аппарата «Новые Горизонты» области с водным льдом выделены синим. Снимок сделан путём совмещения видимого изображения и инфракрасного спектрального снимка. Участки водного льда, по-видимому, связаны с ударными кратерами и долинами между гор. Снимок сделан с расстояния примерно 450 км

Поверхность Плутона состоит на 98% из азотного льда со следами метана и углекислоты. Горы состоят из водного льда. Средняя температура поверхности Плутона около -229°C

Спутник Платиния покрыт обломками азотного льда, которые геологически молоды и могут быть подвижны из-за конвекции.



Credits: NASA/JHUAPL/SwRI

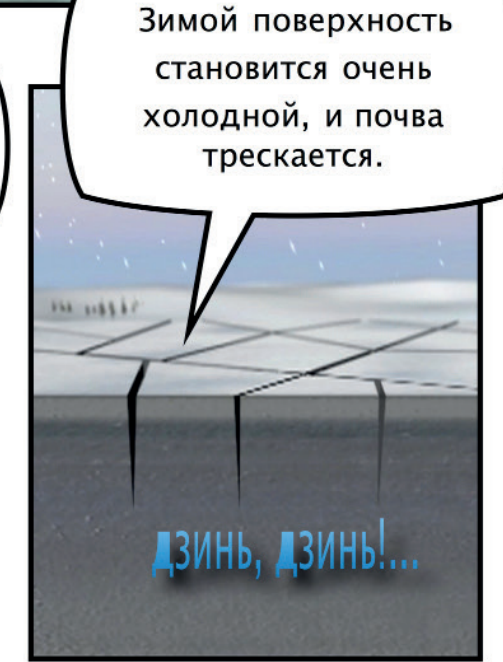


Вау!...
Здесь столько льда!!!

ЛЕДЯНЫЕ ПОЛИГОНЫ

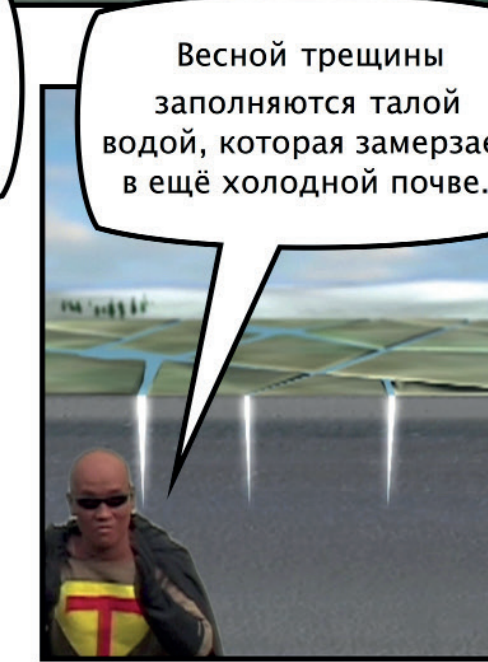


Осенью
деятельный слой
полностью
промерзает.



Зимой поверхность
становится очень
холодной, и почва
трескается.

Дзинь, дзинь!...

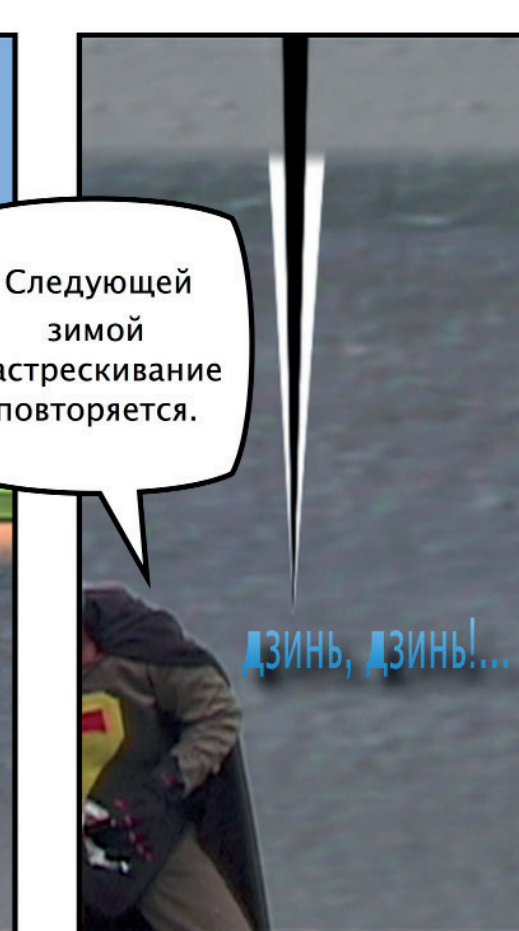


Весной трещины
заполняются талой
водой, которая замерзает
в ещё холодной почве..



..создавая
крошечные ледяные
жилки.

несколько миллиметров

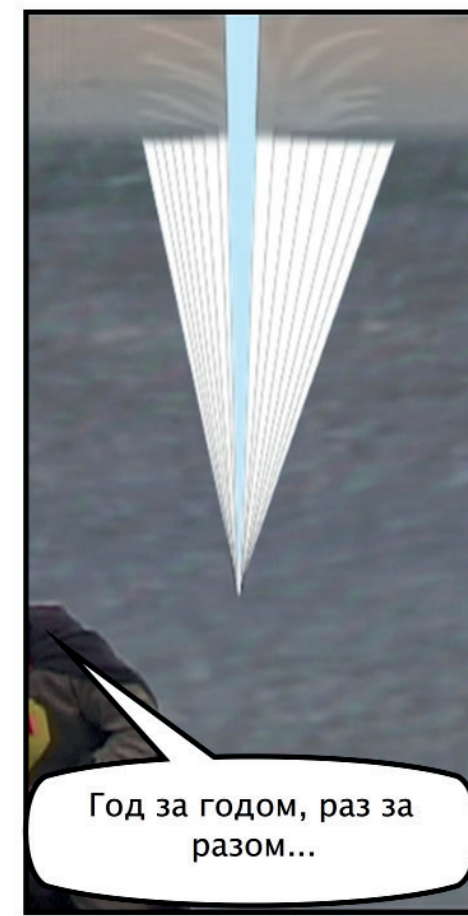
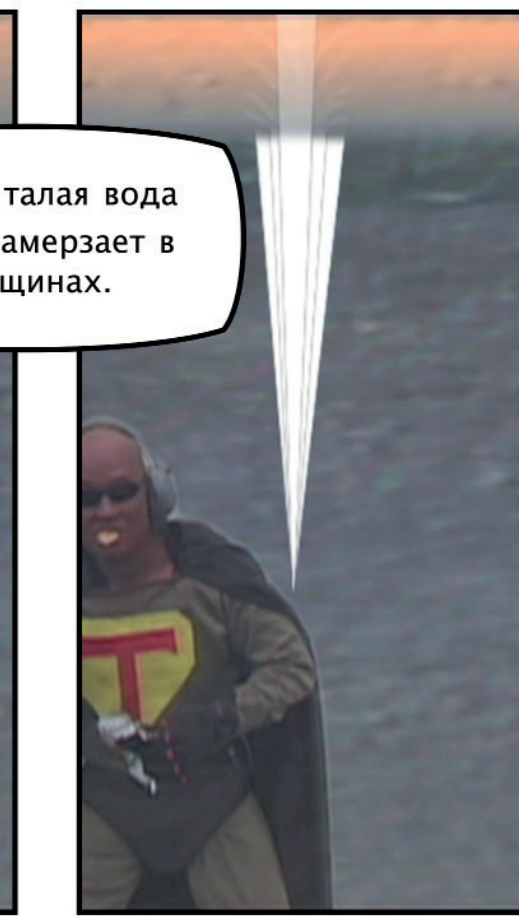


Следующей
зимой
растрескивание
повторяется.

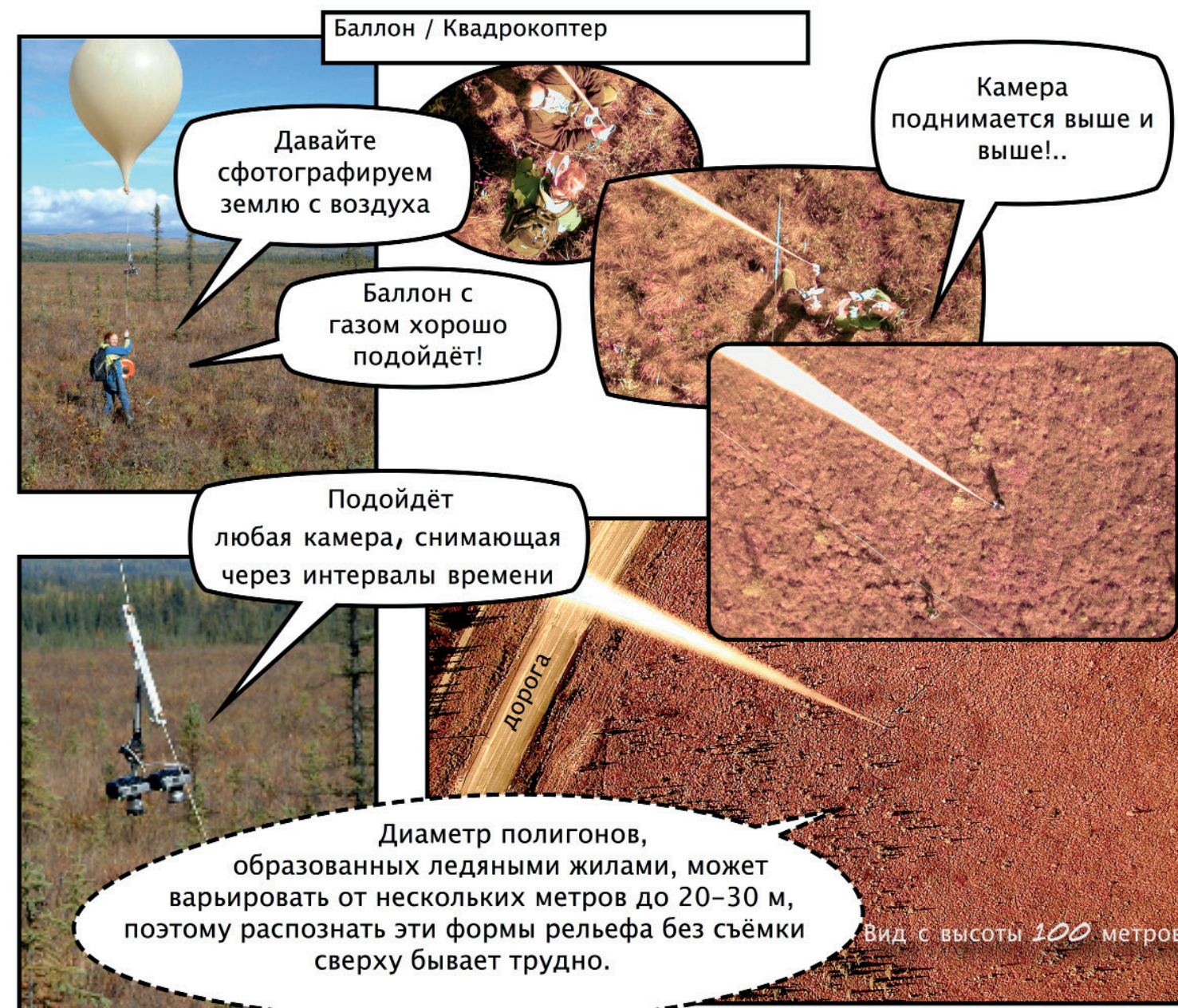
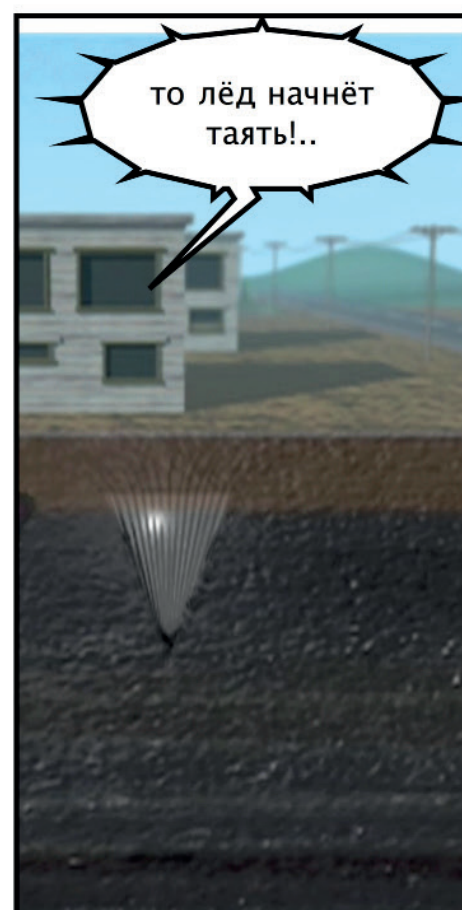
Дзинь, дзинь!...



Весной талая вода
снова замерзает в
трещинах.



Год за годом, раз за
разом...



НАЛЕДЬ

Наледь — это массив льда, образующийся в результате прорыва вод реки, промёрзшей до дна. Выливаясь на поверхность, вода тут же замерзает, образуя новые слои льда. Такие ледяные скопления бывают настолько большими, что могут сохраняться всё следующее лето.



Иногда толщина наледи превышает 4 метра, сохраняясь в течение следующего лета.

Олени любят наледи, потому что тут летом нет комаров.

Ледяная гора!

Наледи распространены на обширных территориях, но наибольшую опасность для инженерных сооружений они представляют в Южной Сибири

Подземные воды, питающие наледи, поднимаются из подмерзлотных слоёв, иногда с глубины 300 метров!

Апрель Май Июнь Июль Август

Серия микроволновых спутниковых снимков показывают период формирования и роста наледного льда в долине реки Хулахула, вблизи пос. Кактовик (Аляска, США). Микроволны достигают поверхности земли в любую погоду, даже через облака!

Наледи могут перекрывать дороги и пути, а иногда заполнять льдом дома! Струя горячего пара растапливает массив льда эффективнее всего.

Микроволновый снимок наледи

Наледи изучаются очень давно, потому что они могут играть важную роль в нашей жизни.

Оптический снимок наледи

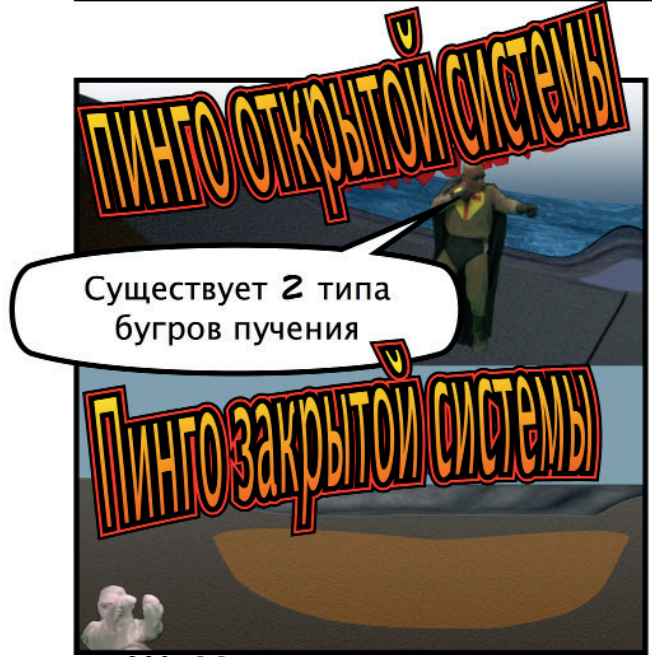
June 2001 June 1908



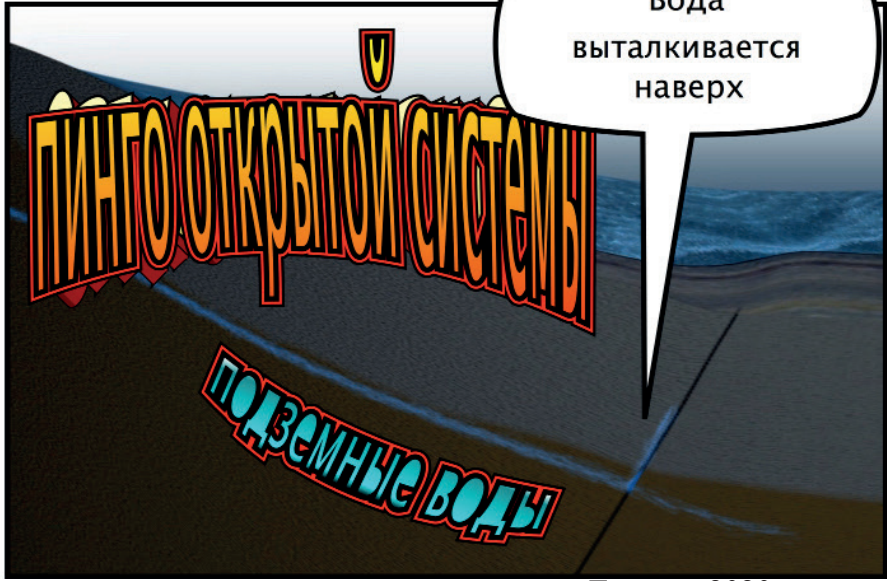
Бугры пучения

Бугор пучения (булгуннях или пинго) – небольшой холм, состоящий из льда.

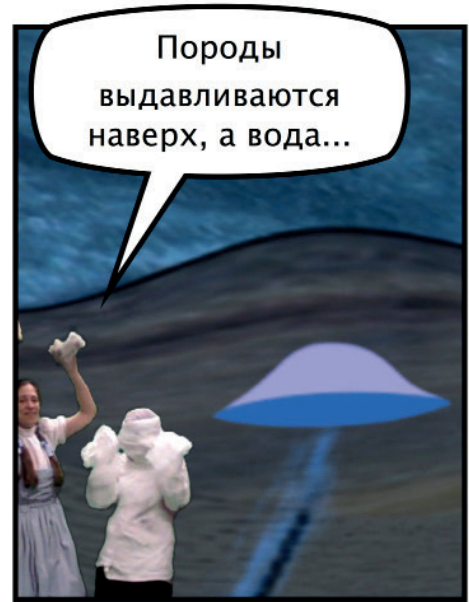
Когда лёд в бугре протаивает, почва над ним проваливается. Центр бугра затапливается, и он становится похожим на кратер вулкана.



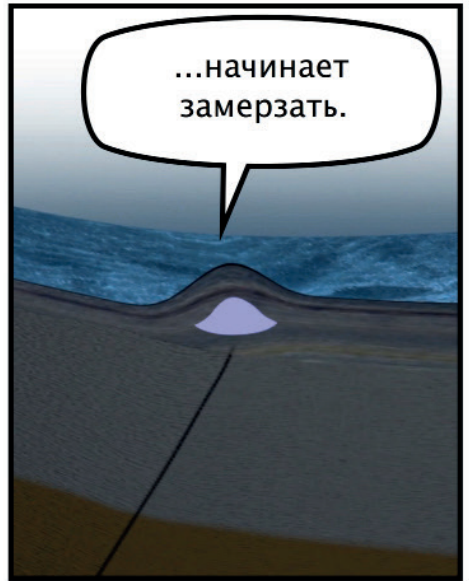
Существует 2 типа бугров пучения



Вода выталкивается наверх



Породы выдавливаются наверх, а вода...



...начинает замерзать.



Таких булгунняхов встречается немало в Сибири

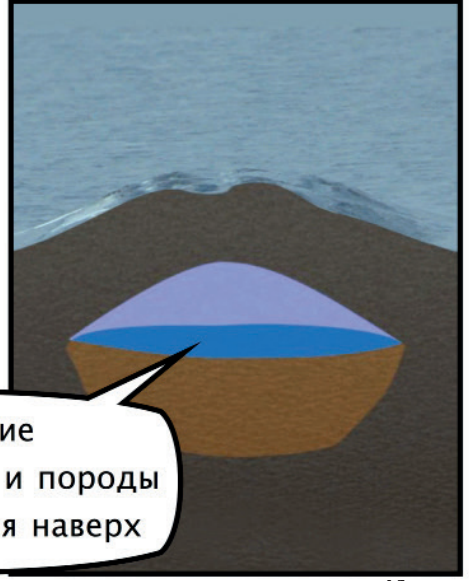


ПИНГО ЗАКРЫТОЙ СИСТЕМЫ

Спущенное озеро, под которым нет мерзлоты.



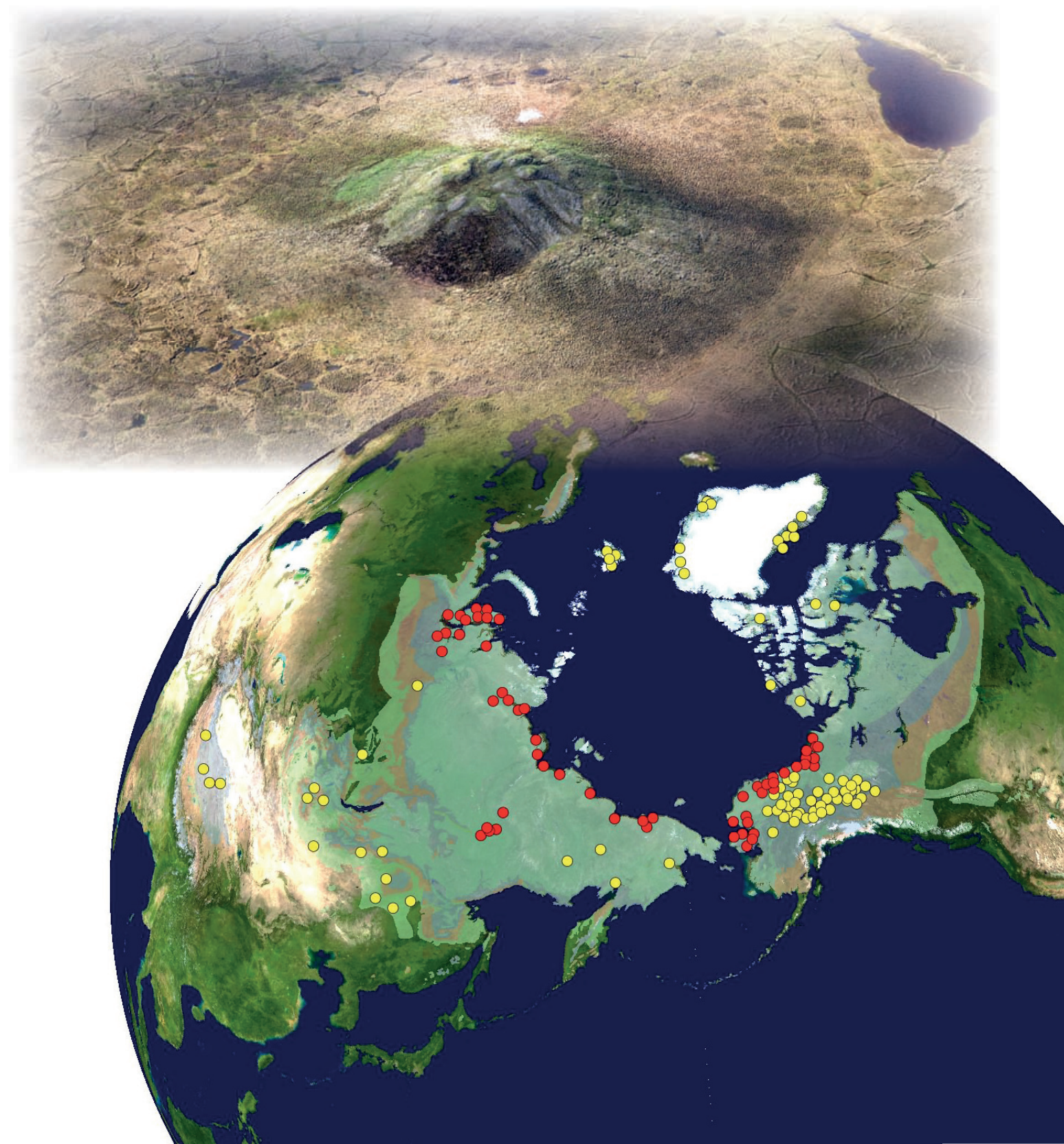
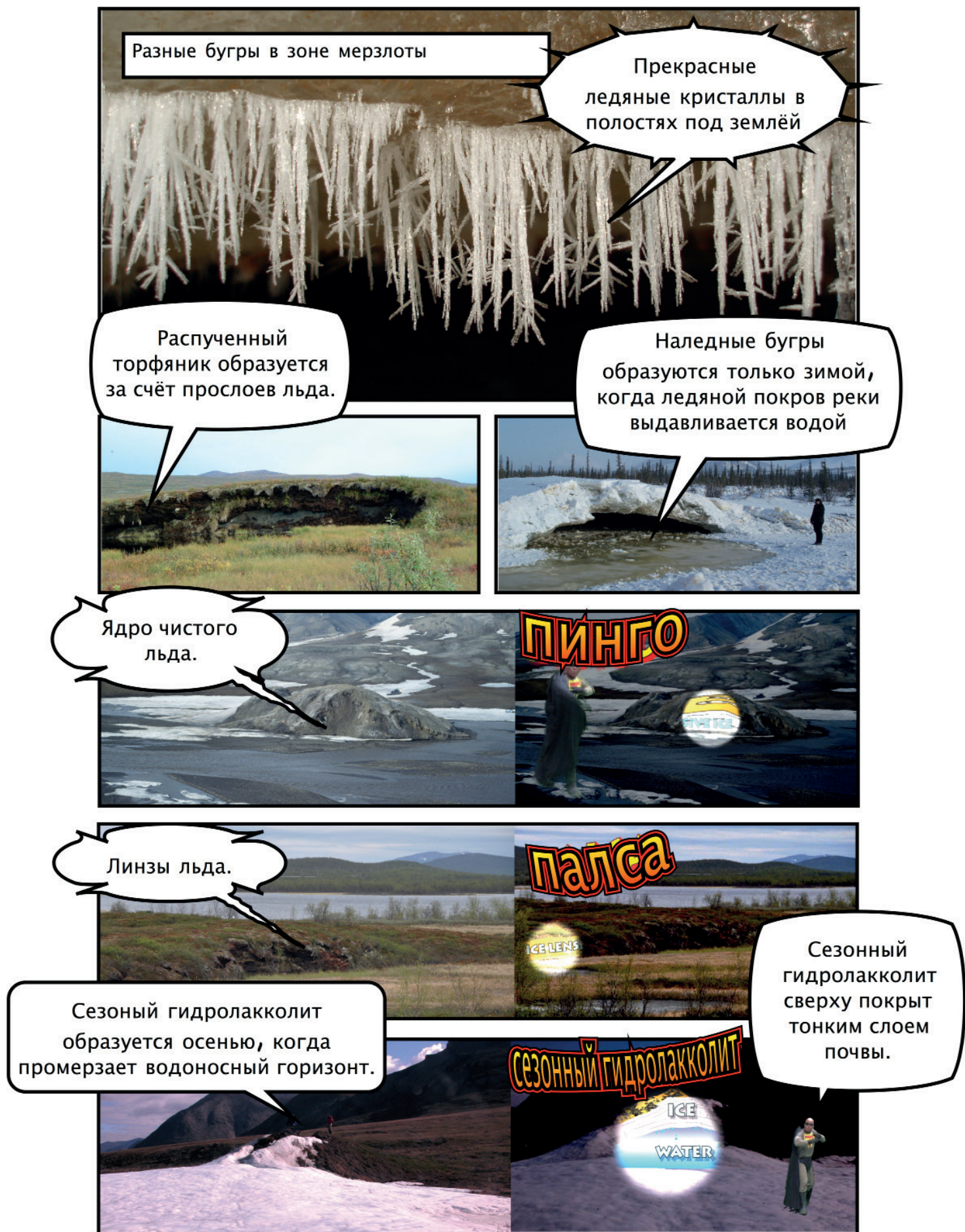
Талая зона потихоньку промерзает



Давление внутри растёт, и породы выдавливаются наверх



Такие бугры пучения распространены на Ямале, в Западной Сибири, в Якутии и т. д.



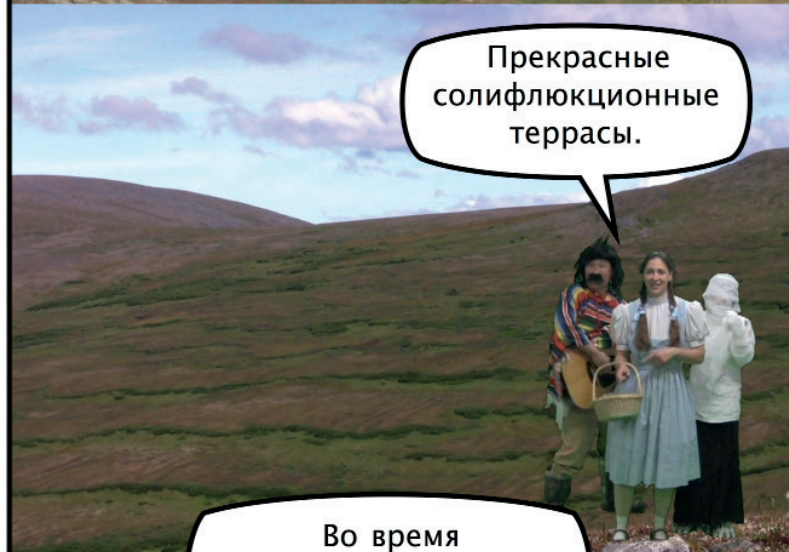
Бугры пучения в мире (жёлтые - открытого типа, красные - закрытого)

СОЛИФЛЮКЦИЯ

Солифлюкционные натёки часто встречаются в зоне распространения мерзлоты. Эти явления образуются в результате постоянного промерзания и оттаивания почвы на склонах. Летом слой талой почвы скользит по поверхности мерзлоты, сминаясь в складки. В горах растительность хорошо подчёркивает результат действия солифлюкции.



Прекрасные солифлюкционные террасы.



Во время промерзания линзы льда выдавливают валуны



После летнего протаивания почвы обломки спускаются немного вниз по склону.



Оползень оттаивания образуется за счёт таяния вечной мерзлоты и слоёв подземного льда

Оползень оттаивания



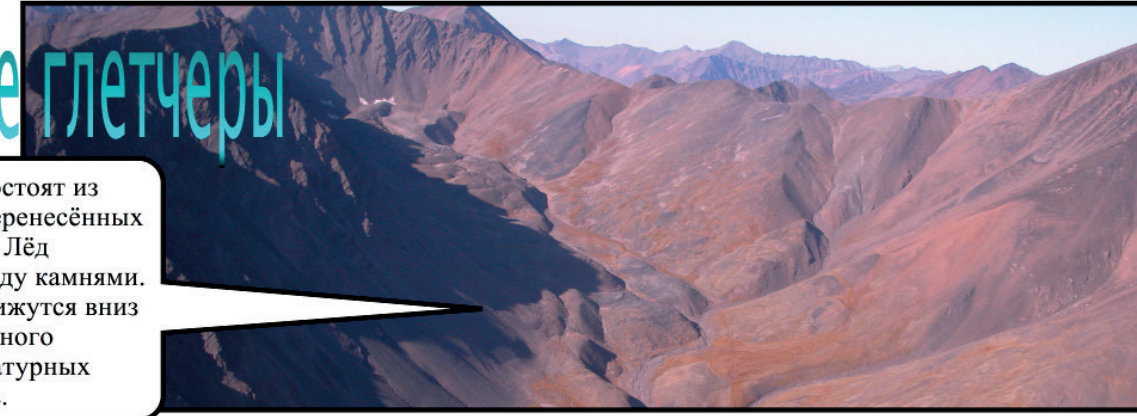
Этот оползень влияет на экосистему реки много лет



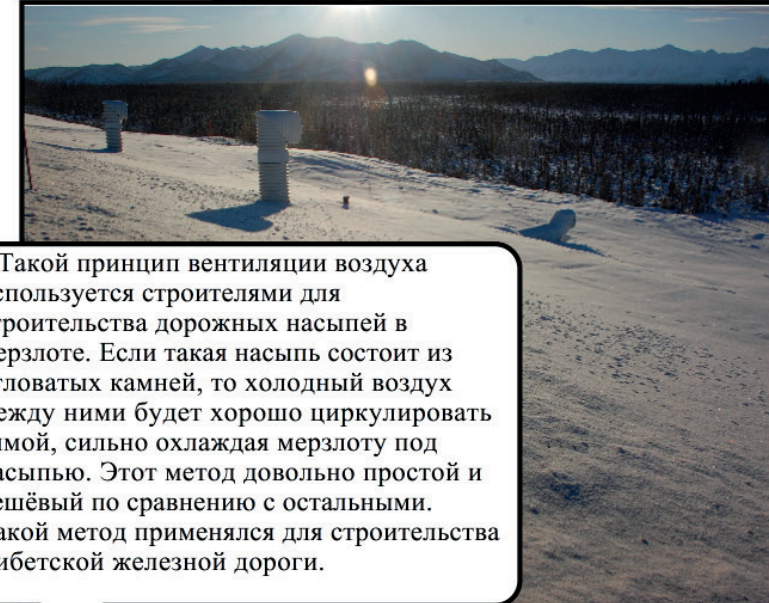
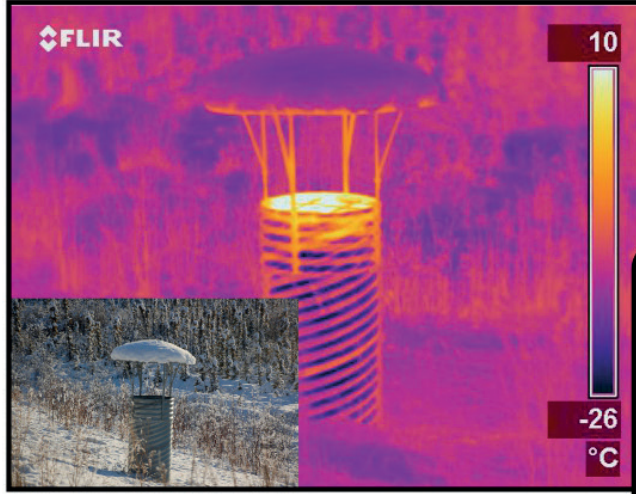
Оттаявшие слои погребённого ледника или подземного льда разжижают почву и вымывают её в виде жидкой грязи.

Каменные глетчеры

Каменные глетчеры состоят из валунов и обломков, перенесённых ледником или лавиной. Лёд заполняет полости между камнями. Каменные глетчеры движутся вниз по склону из-за медленного течения льда и температурных деформаций обломков.



В Сибири глетчеры обнаружены в горах, расположенных к югу от зоны мерзлоты. Это связано с тем, что воздух между камнями легко охлаждается зимой, а летом он оказывается запертым и не прогревается. Поэтому вода, попадая в эти полости, замерзает, но не оттаивает.



Такой принцип вентиляции воздуха используется строителями для строительства дорожных насыпей в мерзлоте. Если такая насыпь состоит из угловатых камней, то холодный воздух между ними будет хорошо циркулировать зимой, сильно охлаждая мерзлоту под насыпью. Этот метод довольно простой и дешёвый по сравнению с остальными. Такой метод применялся для строительства Тибетской железной дороги.



Заключение

Жизнь кажется чрезвычайно длинной, если мы ничего не делаем. Но мы можем сделать её «короче», если будем пытаться преодолевать трудности. Мы будем жалеть о вещах, которых мы не сделали когда-то, но о том, что сделано уже, лучше не жалеть. И мы должны продолжать это делать! Эта книга – уже второй из моих результатов экспедиций по Северу. Я мечтал о пересечении снежной тундры, поиске путей через дремучую тайгу или о плавании на корабле по бескрайним побережьям с целью посетить как можно больше городов и поселений, расположенных в зоне вечной мерзлоты. Честно говоря, я всегда испытываю страх, когда планирую подобные экспедиции, и иногда я не могу уснуть, размышляя о моём следующем путешествии. Но моё стремление сильнее моих страхов. Мне доставляло огромное удовольствие организовывать эти экспедиции, отправляться в них, встречаться с вами и получать научные данные. Это и есть те прекрасные мечты, к которым я всегда стремился. И я не вижу причин останавливаться! Я чувствую, что духовно близок к старинным первооткрывателям, таким как Фритьоф Нансен. Он написал в 1897 г. в конце своей экспедиции «Дальний север» на корабле Фрам:

«Лёд и долгие лунные полярные ночи, со всей своею тоской, выглядят как далёкий мираж из другого мира, сон, который появился, а затем растворился. Но чего стоит жизнь без этих снов?»

В этой книге я представил самые главные результаты своего проекта – карту среднегодовых температур поверхности почвы. Нам определённо стоит продолжать вести мониторинг температуры мерзлоты для грядущих исследований. Я искренне надеюсь, что немало учеников из посещённых мной поселений и городов будут изучать вечную мерзлоту в будущем!



Сотрудники кафедры североведения Северо-Восточного федерального университета

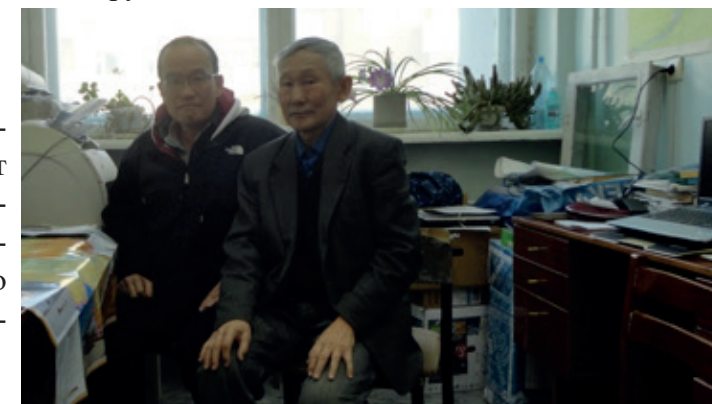


Мне бы хотелось представить вам нашу научную команду и редколлегию этой книги:

Михаил Присяжный (третий слева, фото на левой странице), доктор географических наук, первый заместитель министра образования и науки Республики Саха (Якутия), заведующий общеуниверситетской кафедрой Североведения СВФУ, член Правления консорциума Университетов Арктики. Михаил непревзойдённый лидер и координатор между школами, поселениями и университетом.

Дмитрий Осипов (третий справа, фото на левой странице) – сотрудник редакции журнала “Новый мир Арктики”, издаваемого СВФУ. Дмитрий – один из наиболее важных людей, без которого проект не достиг бы успеха. Он контактировал с учителями школ и представителями местных администраций, решал различные проблемы, работал над книгой и выполнял немало других дел!

Пётр Пермяков (справа) – доктор физико-математических наук, профессор СВФУ. Пётр обладает необычайным стремлением в образовательной деятельности. До работы над книгой он проводил немало педагогической работы, а также путешествовал со мной много дней по сибирским дорогам, когда температура иногда опускалась до $-50..-60^{\circ}\text{C}$.



Железняк Михаил Николаевич (слева). Михаил оказывал сильную поддержку нашему проекту. Без его помощи было бы сложно организовать логистику (бурение, мониторинг, транспортировку, обучение учителей и т. д.) и достичь успеха в проекте. Он также очень талантлив, что всегда заряжало атмосферу нашей команды на позитив! Другие сотрудники Института мерзлотоведения также помогали нам на всех этапах проекта.

Сергей Сериков (в центре) – сотрудник Института мерзлотоведения им. П.И. Мельникова. Я никогда не встречал такого отзывчивого человека, как Сергей! Многие дни он путешествовал между школами по автозимникам. Много раз мы застревали с ним в дороге, проводя ночи посреди тайги. Однако он никогда не отчаивался, и мы рано или поздно выходили из плохих ситуаций и продолжали бурить скважины в школах отдалённых посёлков.



Юлия Станиловская, Компания “Тоталь”.

Юлия – удивительный человек, с которым приятно путешествовать, а также удобно координировать работу в удалённых поселениях. В книге она работала над большинством регионов, расположенных в южной зоне распространения мерзлоты (Сахалин, Хабаровск, Амурская область, Байкал и Ямал).





Леонид Гагарин (справа) – сотрудник Института мерзлотоведения им. П.И. Мельникова. Леонид обладает отличным чувством юмора, но в работе он аккуратен и серьёзен. Научное сообщество Якутии в его лице имеет прекрасные будущие перспективы!

Андрей Абрамов (в центре), Institute of Physicochemical and Biological Problems in Soil Science. Андрей – великий исследователь и альпинист. Мы работали с ним при бурении на Камчатке, однако он также работал над разделом об Эльбрусе и Антарктиде в книге.



Глеб Краев (справа), Центр по проблемам экологии и продуктивности лесов. Глеб является участником большого количества тяжёлых экспедиций, и в суровых дальних краях всегда приятно находиться в его компании! Он составлял разделы в книге, посвящённые Чукотке и Кольскому полуострову.



Егор Макаров – успешный бизнесмен и владелец ресторана «Муус Хайа» (Якутск). Егор обладает уникальным талантом общения с местными коренными жителями Якутии, он также хороший фотограф. В течение двух зим мы путешествовали с ним на оленях в отдалённые сибирские поселения. У него также есть огромное желание создавать и хранить образцы прекрасной якутской природы, народной культуры и обычаи, которые отлично вписываются в идею этой книги!

Алексей Маслаков (справа), МГУ им. М.В. Ломоносова.

Без Алексея издание этой книги затянулось бы на долгие годы. Будучи исполнительным и трудолюбивым, он проделал значительный объём редакторской работы, переводя разделы, исправляя тексты и одновременно контактируя с другими авторами.



Кенджи Йошикава (слева) – доктор наук, профессор Университета Аляски (Фэрбенкс). Кенджи Йошикава является главным редактором этой книги, он посетил практически все школы/поселения, указанные в ней. Им также была опубликована похожая книга «Permafrost in Our Time» на английском языке, в которой было уделено внимание в основном поселениям Северной Америки.

В заключение мы хотели бы глубоко поблагодарить приглашённых редакторов Дмитрия Сергеева (ответственный за регионы Чары, Байкала и Республики Коми), Дмитрия Стрелецкого (Норильск, Игарка), Никиту Тананаева (Игарка, Хатанга), Андрея Мельникова (Алдан), Александра Холодова (Аллаиховский). Мы также работали со многими российскими мерзлотоведами, которые на волонтерских началах поддерживали нашу деятельность и предоставляли нам материалы. В результате мы собрали огромный архив сведений о мерзлоте, который мы, в виде этой книги, хотим передать будущим поколениям в память о нашем времени!

Благодарности

Начиная с 2012 г. мы встречали так много людей, которые оказывали помощь и поддержку этой программе. Особенно мы глубоко ценим помощь директоров и учителей школ в каждом поселении, представителей местной администрации, а также наших друзей, живущих в удалённых районах. Спасибо вам за совместную работу, за возможность объединения наших судеб! Этот проект был бы определённо обречён на провал без вашей поддержки!

Наша научная команда также помогла получить большой массив информации и помогала в посещении школ. Мы хотели бы поблагодарить всех наших коллег и особенно товарищей. Сергей Великин и Андрей Малышев, Попов Александр Иванович, Тимофеева Надежда Константиновна, Стручкова Алена Николаевна, Юрий Генсировский, Станиловские Татьяна, Виктор, Нелля, Николай и Владимир, Соколов Александр, Зыкова Надежда, Лоргоктоев Владик, Светлана Алексеевна, Бочарова Оксана Столетовна, Фёдоров Анатолий Алексеевич, Макаров Павел Маркович, Лобанова Ольга Вячеславовна, Кычкин Андрей Никитич, Галок Галина Александровна, Слепцов Василий Васильевич, Берёзкина Любовь, Кузьмин Александр, Николай, Ирина и Семен Липаткины, Екатерина Гилас, Алексей Титовский, Егорова Антонина, Дягилева Надежда Гаврильевна, Посельская Екатерина Гаврильевна, Винокуров Валерий, Алексеева Альбина, Егорова Анна Михайловна, Павлов Иван Алексеевич, Галина Иннокентьевна, Соломонова Татьяна Викторовна, Кучкильдина Жанна Михайловна, Савицкая Людмила, Тиклистова Ольга, Шебельская Наталья, Пермяков Пётр Петрович, Валентина Алексеевна, Колесова Дарья Михайловна, Степанов Геннадий Николаевич, Анна Лудовна, Анна Сергеевна, Артемьева Мария Николаевна, Дабанова Галина Феликсовна, Тарский Дмитрий Николаевич, Голиков Алексей Яковлевич, Имеева Виктория Ивановна, Тарабукина Матрёна Сергеевна, Нафанаилов Ниоргоян, Хузымина Халымана Макаровна, Стручкова Сардана Николаевна, Шакунов Сергей, Аркадьевич, Кудрявцева Наталья Иннокентьевна, Лепчикова Василина Гавриловна, Аммосов Иннокентий Сергеевич, Станиловский Николай Николаевич, Жирков Константин Николаевич, Толстоухова Мария Дмитриевна, Коренин Гавриил Константинович, Бахарева Наталья Владимировна, Мансурова Айна Азаматовна, Шафи Елена Горьевна, Прокопьева Татьяна Семёновна, Захарова Мария Павловна, Оконешникова Людмила, Быстрова Алёна Вячеславовна, Емельянова Прасковья Ивановна, Винокурова Оксана Петровна, Неустроева Светлана Титовна, Слепцова Валентина Михайловна, Третьяков Семён Митрофанович, Захаров Николай Семёнович, Захарова Дарья Иннокентьевна, Иванова Дария Егоровна, Рожкова Ольга Юрьевна, Иннокентьев Пётр Александрович, Ефимова Капиталина Афанасьевна, Ковлекова Зинаида Ивановна, Николаев Александр Степанович, Потёмкина Юлия Николаевна, Крылова Дария Николаевна, Бочкарева Лена Владимировна, Дохунаева Акулина Гаврильевна, Слепцова Анна Дмитриевна, Дохунаева Екатерина Егоровна, Лилия Прокопьева, Александр Власов, Сергей Великин, Андрей Литовко, Владимир Ефремов, Марина Данзанова, Людмила Лебедева, Александр Колесников,



Леонид Гагарин, Никита Тананаев, Виктор Шепелев, Надежда Павлова, Александр Федоров, Анатолий Кириллин, Сергей Сериков, Петр Пермяков, Михаил Железняк, Владимир Жижин, Павел Заболотник, Валентин Спектор, Алексей Галанин, Михаил Григорьев, Александр Москвитин, Сергей Мельников, Александр Желтяков, Павел Константинов, Кондаков Авксентий, Сергей Попов, Павел Константинов, Александр Москвитин, Сергей Мельников, Александр Желтяков. Михаил Погодаев, Туяра Гаврильева, Петров Эдуард Алексеевич, Бугаенко Людмила Александровна, Алексей Титовский, Хабибулина Алфия, Гурько Ирина Петровна, Гибалкина Наталья Викторовна, Галина Иннокентьевна, Наиль Имульдитунович, Плотников Валерий Адиевич, Прилепская Валентина Михайловна, Валентина Павловна, Геннадий Алексеевич, Альтаева Тамара, Очиров Евгений, Елена Баировна, Бузинаева Ольга Валерьевна, Щапова Марина Юрьевна, Наталья Владимировна, Валентина Михайловна, Илья Иванович, Григорий Викторович, Андрей Викторович, Гарамзина Светлана Алексеевна, Татьяна Александровна, Елена Константиновна Волкова, Ольга Викторовна, Никитина Нонна Ивановна, Ковалева Лидия Ивановна, Будаева Евгения Баировна, Раднаева Сэсэгма, Мерц Иван Иванович, Клепиков Анатолий Алексеевич, Жуйкова Ольга Сергеевна, Зайсунова Ирина Геннадьевна, Наталья Николаевна, Юрий Александрович, Муртазина Роза Федоровна, Юлия Анатольевна Стрижак, Фенько Элианора Георгиевна, Гераськина Екатерина Егоровна, Жданова Светлана Мирзахановна, Нина Петровна, Терпугова Ирина Валерьевна, Пятилетов Вячеслав Викторович, Бордакова Наталья Дмитриевна, Гладышевская Наталья Гавриловна, Лариса Николаевна, Наталья Рудакова, Максимова Зинаида Семеновна, Аюрова Марина, Мельников Андрей, Бахирева Татьяна Николаевна, Виршина Наталья Николаевна, Чеснокова Валентина Ивановна, Гнилевская Оксана Валерьевна, Руфова Мария Николаевна, Марков Евгений Михайлович, Яковлева Валентина Павловна, Стихина Людмила Николаевна, Ольга Михайловна, Ivan Kovlekov, Попов Борис Иннокентьевич, Рожин Степан Степанович, Михайлов Владимир Матвеевич, Н.П. Краев, Екатерина Турсуновна Борисова, Виктория Константиновна Барабаш, Татьяна Николаевна Шмоница, Подборонова Альфия Ингеловна, Ю.А. Красильников, Григорий Пашенко, С.М. Попов, М.А. Зеленский, Алексей Оттой, Г.М. Зеленский, Х.И. Селимов, Жанна Кучкильдина, Игорь Харамшин, Константин Нетет, Светлана Снегина, Эдуард Рыпхиргин, Elizaveta Makarycheva, Svein Mathiesen, Alexey Lupachev,

Hanayo Kawakubo, David Schwery, Nadia Noeva, Mat Debolskiy, Rocksana Nogovitsyna, Herb Nakimayak, Norunn Tjaaland, Ryota Kaji Kajita, Yuguchi Isao, Ruslan Shakhmatov, Hanne Hvidtfeldt Christiansen, Сергей Павлов, Trofim Maximov, Alexander Kononov, Yoshitomi Okura, Vladlen Kugunurov, Andrey Abramov, Tomoki Morozumi, Gennady Zelensky, Yulia Zaika, Alexander Popov, Anders Oskal, Александр Корчемкин, Алексей Дьяконов, Gleb Kraev, Katrina Slepts, Ellen Inga Turi, Sawada Yuki, Dima Streletskiy, Lars Kul-lerud, Gansukh Yadamsuren, Mariia Nestereva, Jose Ubeda, Pablo Masias, Alexey Maslakov, Koichiro Harada, Dmitry Osipov, Fredy Apaza Choquehuayta, Egor Makarov, Tohru Saito, Saruulzaya Adiya, Alexander Kholodov, Anatoli Brouchkov, Johan Mathis Turi, Jambaljav Hemchig, Sarah Laxton, Yuriy Vasil'chuk, Daria Aleksyutina, Vladimir Romanovsky, Yuri Shur, Mikhail Kanevskiy, Nikolay Petrovich, Hideo Nakahara, Toshihiko Machimura, Tsutomu Majima, Ned Rozell, Akio Hachinohe, Miho Aoki, Matt Irinaga, Shuko Nishiyama, Jon Holmgren, Dave Loring, Andrea Pokrzywinski, Mike Mellon and Sandra Boatwright, Panya Lipovsky, Julia Stanilovskaya, Zhao Lin, and Sharkhuu Natsagdorj, Larry Hinzman, Dan White, Doug Goering, Syun-Ichi Akasofu, Doug Kane, Elena Sparrow, Martha Kopplin, Kathy Bertram, Melina Draper, Alexander Kholodov, William Cable, Thomas Ingeman-Nielsen, Toshio Sone, Atsushi Ikeda, Dario Trombotto, Paul Overduin, Bob Bolton, Margaret Darrow, Jeremiah Drage, Richard Mitchells, Craig Boeckman, David Campbell, Ming-Ying Wei, David Palacios, Jose Úbeda Palenque, Pablo Masías Álvarez, Fredy Apaza, Jose Juan Zamorano Orozco, Marin Kuizenga, Fran Pedersen, Chris Burn, Warwick Vincent, Michel Allard, Daniel Fortier, Sharon Smith, Mamoru Ishikawa, Atsuko Sugimoto, Takayuki Shiraiwa, Shosaku Kanamori, Nikolay Shiklomanov, Norbert Schorghofer, Fritz Klasner, Office of Mauna Kea Management, all member of the Education and outreach standing committee at International Permafrost Association, Polar Field Services, Inc., Nunavut Research Institute, Aurora Research Institute, Yukon Geological Survey and Duane Miller Associates (for providing us with wonderful support — financial, creative, and otherwise — and data sets). Finally, this program would be never started without seeding support from NSF; Anna Kerttula de Echave, Crain, Renee, Erica Key, Neil Swanberg, David B. Campbell, Faustine Bernadac deeply appreciate your time and effort.

Это исследование было проведено при финансовой поддержке Belmont Forum and NSF. Программа является частью научно-исследовательского проекта «Бюджет углерода мерзлотных экосистем, городов и поселений восточной российской Арктики», поддержанного международным фондом Belmont Forum, и за счет средств РФФИ (проект № 15-54-71003 Арктика_a). NSF and Belmont Forum project” С budget of ecosystems and cities and villages on permafrost in eastern Russian Arctic (COPERA) (PLR -1534766). This material was based in part upon work (<http://www.uaf.edu/permafrost.html>) additional supported by several grants; Japan NIPR GRENE Arctic, US department of State Fulbright schooler program, and the National Science Foundation under AON: Development of Sustainable Observations of Thermal State of Permafrost in North America and Russia: The U.S. Contribution to the Global Terrestrial Network for Permafrost (PLR-1304271), The Circumpolar Active Layer Monitoring Network-CALM IV(2014-2018): Long-term Observations on the Climate-Active Layer-Permafrost System (PLR-1304555).EPSCoR Alaska “Permafrost Health” (EPS-0346770), GEO-0627941 (GLOBE Seasons and Biomes), “Resilience and Sustainability in a Rapidly Changing North” (EPS-0701898), and NASA project “Impacts and Feedbacks of a Warming Arctic: Engaging Learners in STEM Using NASA and GLOBE Assets” (15-SE CAN15-0065), Российского фонда фундаментальных исследований и других фондов и организаций, оказавших поддержку на разных стадиях реализации проекта. Любые мнения, комментарии, заключения или рекомендации, описанные в этой книге, принадлежат лично авторам и могут не совпадать с точкой зрения Национального научного фонда.





III МЕЖДУНАРОДНЫЙ КОНКУРС
детских рисунков, фотографий
и видеорепортажей «Юный северовед»

В 2018 году III Международный конкурс детских рисунков, фотографий и видеорепортажей приурочен к 10-летию со дня основания общеуниверситетской кафедры североведения СВФУ им. М.К. Аммосова и проводился совместно с Международным Университетом Арктики. Конкурс приобрел международный формат и проводится по нескольким направлениям. Основная тема конкурса «Север моей мечты». Конкурс проводился среди детей и подростков без ограничения по возрасту.

ПОЛОЖЕНИЕ

о проведении III Международного конкурса детских рисунков, фотографий и видеорепортажей «Юный северовед»

1. Общие положения

1.1. Настоящее положение о проведении международного конкурса детских рисунков, фотографий и видеорепортажей «Юный северовед» (далее – Конкурс) определяет порядок его организации и проведения.

1.2. Конкурс приурочен к 10-летию со дня основания общеуниверситетской кафедры североведения Северо-Восточного федерального университета им. М.К. Аммосова и проводится совместно с Международным Университетом Арктики (далее – Организаторы).

2. Цели и задачи Конкурса

2.1. Основная цель конкурса – развитие творческого подхода среди детей и подростков в раскрытии потенциала родного края на основе глубоких знаний его истории и культуры, выработка активной гражданской позиции по созданию благоприятной среды проживания в родном селе, поселке, городе, районе.

2.2. Предмет Конкурса – детские рисунки, фотографии и видеорепортажи, посвященные теме «Север моей мечты».

2.3. Задачи Конкурса:

- привлечение внимания и интереса детей и подростков к проблемам развития северных территорий как места жизни коренных народов Севера;
- развитие творческих способностей детей и подростков, их воображения и духовного мира;
- стимулирование познавательного интереса детей и подростков к месту проживания и связанных с местом знаниями и представлениями о человеке, обществе, природе и культуре Севера;

- развитие способности наблюдать, анализировать, художественно видеть реальную жизнь, уметь выразить ее содержание средствами искусства.

3. Условия конкурса

3.1. Конкурс проводится среди детей и подростков без ограничений по возрасту.

3.2. От одного участника(ов) принимается не более 1 работы в любой вид Конкурса (рисунок, фотография, видеорепортаж). Можно отправить 3 работы: один рисунок, одно фото и один видеорепортаж.

3.3. Участие в Конкурсе бесплатное.

3.4. Основная тема Конкурса – «Север моей мечты».

Конкурс проводится по следующим направлениям:

- Человек Севера;
- Природа и экология Севера;
- Жизнь в условиях Севера;
- Культура народов Севера.

3.5. На конкурс принимаются следующие работы:

- 1) рисунки, выполненные детьми без помощи родителей и педагогов. Требования к рисункам: формат А3, в любой технике. Рисунок также может быть представлен в электронном виде в формате jpeg (размер графического файла не должен превышать 3 Мб). К работе обязательно прикладывается информация об участнике(ах): ФИО, возраст, школа, класс либо детский сад, руководитель, почтовый адрес, название конкурсной работы, контактный телефон, электронная почта.
 - 2) Оригинальные авторские фотографии как профессиональные, так и любительские. Требования к фотографиям: соответствие теме конкурса, формат jpeg, качественное изображение, максимальный объем загружаемой фотографии 3 Мб, размер не менее 1024x768 пикселей, разрешение не менее 150 dpi. Нет ограничений по дате съемки. К каждой фотографии необходимо написать ФИО автора, возраст, школа, класс либо детский сад, почтовый адрес, место и дата съемки, название фотографии, контактный телефон, электронная почта.
 - 3) Видеорепортаж длительностью не более 3 минут. Видеорепортаж может быть выполнен в любом жанре. Материал в видеорепортаже должен излагаться от имени ребенка или группы детей. В видеорепортаже необходимо сообщить, кто и где снимал работу. К видеорепортажу необходимо отправить информацию об авторе(ах), возраст, школа, класс либо детский сад, почтовый адрес, место и дата съемки, название видеорепортажа, контактный телефон, электронная почта.
- 3.6. Критерии оценки работ:
- соответствие целям и задачам Конкурса;
 - творческий подход в изложении материала;
 - качество оформления работы;
 - оригинальная авторская разработка.

3.7. Отправляя работы на Конкурс, участник дает свое согласие на публикацию его работы на официальных сайтах СВФУ им. М.К. Аммосова, Университета Арктики, фотоальбоме, а также других изданиях общеуниверситетской кафедры североведения СВФУ им. М.К. Аммосова.

3.8. Ответственность за соблюдение ФЗ «Об авторском праве и смежных правах» несут авторы работ.

3.9. Готовые конкурсные работы принимаются до 30 марта 2018 года включительно по адресу: 677000 Россия, Республика Саха (Якутия), г. Якутск, ул. Белинского, 58, каб. 508, кафедра североведения СВФУ им. М.К. Аммосова.

Рисунки, фотографии и видеорепортажи также принимаются по электронной почте e-mail: dns.nefu@mail.ru с отметкой – Конкурс «Юный северовед».

Телефон для справок: 8(924)661-74-15, 8(984)115-75-54.

4. Подведение итогов конкурса и награждение

4.1. Подведение итогов конкурса и определение победителей – октябрь 2018 г.

4.2. Оценивать конкурсные работы будут эксперты, члены жюри. Список победителей будет размещен на сайте СВФУ им. М.К. Аммосова.

4.3. По итогам конкурса будут выявлены призеры:

- Обладатель Гран-при;
- Лауреаты конкурса I, II, III степени;
- Дипломанты конкурса I, II, III степени;
- Все остальные участники – Диплом конкурса.

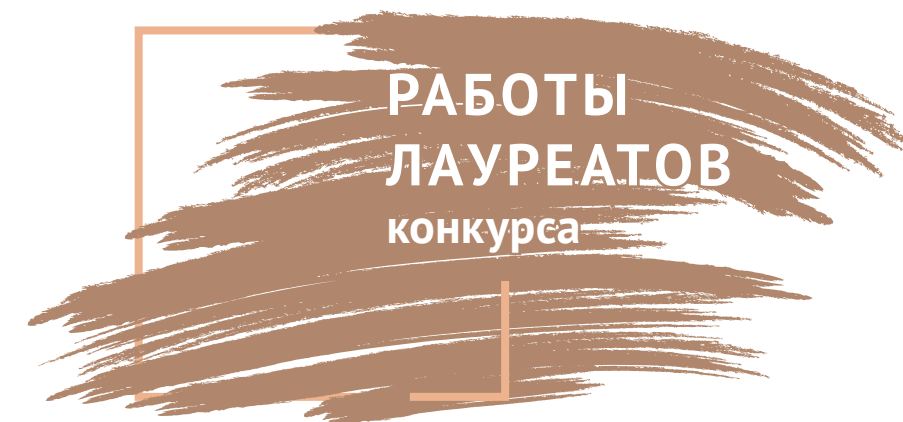
4.4. По итогам Конкурса будет организована выставка лучших работ, фотографий в г. Якутске. Время и дата выставки уточнять у организаторов. Лучшие работы будут освещены в СМИ и выставлены в Интернете.

4.5. Лауреаты и дипломанты конкурса награждаются именными дипломами и призами. Участники, не вошедшие в число призеров, награждаются Дипломами участников Международного конкурса «Юный северовед». Дипломы и призы победителям и участникам рассылаются в течение месяца после подведения итогов.

4.6. При подведении итогов конкурса в адрес улусных управлений образования будут направлены письма-поддержки педагогов, выступивших в качестве руководителей работ учащихся.

4.7. Более подробную информацию о Конкурсе можно узнать по электронной почте dns.nefu@mail.ru с отметкой – Конкурс «Юный северовед».

Телефон для справок: 8(924)661-74-15 (Аиза Борисовна Неустроева),
8(984)115-75-54 (Любовь Александровна Семенова).

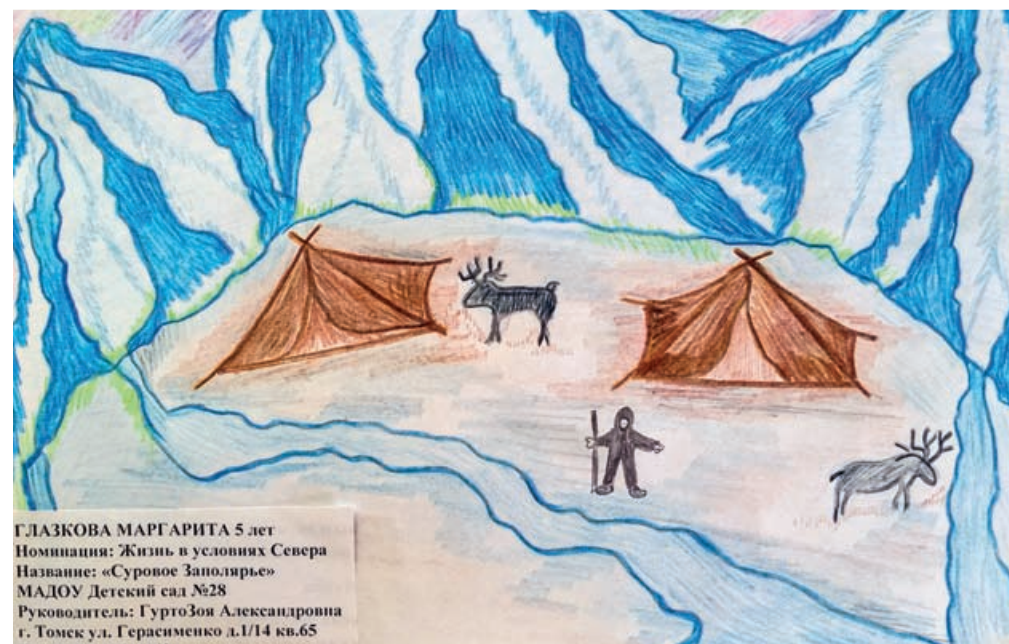


ЖИЗНЬ В УСЛОВИЯХ СЕВЕРА

Лауреаты 4-6 лет

ГЛАЗКОВА Рита
5 лет, г. Томск
МАДОУ 28.

Руководитель
Гурто З.А.
vzhik77@gmail.com



Руководитель
Степанова С.Г.
ssg70ddt@mail.ru

ЕГОРОВА Аэлига,
6 лет.
МБУ ДО «Дворец
детского творчества».

Руководитель
Степанова С.Г.
ssg70ddt@mail.ru



Руководитель
Кычкина Т.Е.
tatyanyakchkina14@gmail.com



ЖИЗНЬ В УСЛОВИЯХ СЕВЕРА

Лауреаты 7-8 лет

КРАВЧУК Карина,
6 лет.
МБУ ДО «Дворец
детского творчества».

Руководитель
Степанова С.Г.
ssg70ddt@mail.ru



«УЮТНОЕ
ЧАЕПИТИЕ»

БАЖЕНОВА Вера,
8 лет.
МБУ ДО «ДШИ № 2».

Руководитель
Югова Н.А.
4aristarx@mail.ru

«ВОЛШЕБНЫЙ
СЕВЕР»

**СТАРОВЕРОВА
Олеся,** 6 лет.
МБДОУ № 9.
atom2603@yandex.ru



«В ЧУМЕ»

БУГАНКОВ Александр,
8 лет.
МОУ «СОШ п. Динамовский
Новобурасского района»
Саратовской области.

Руководитель
Тарасова М.Г.
maria-tarasova16101974@mail.ru

«ОТДЫХ
НА СТОЙБИИЩЕ»

ЖИРКОВА Ариана,
8 лет. МБОУ
«Ойусардахская СОШ».

Руководитель
Винокурова Е.Н.,
Evdokia1979@inbox.ru



СУГАТОВ Александр,
8 лет.
ДХШ г. Радужный.
osa.74@bk.ru

«БОГАТЫЙ КРАЙ»,
цветные карандаши

**САЛТАНОВА
Ангелина,** 8 лет,
г. Североуральск.
Номинация «Жизнь
в условиях Севера».

Руководитель
Шестакова М.В.
natane08@mail.ru



ЖИЗНЬ В УСЛОВИЯХ СЕВЕРА

Лауреаты 9-10 лет

«СЕВЕРНОЕ
СОЛНЦЕ», гуашь

БАХУРОВА Ксюша,
10 лет,
г. Североуральск.
Номинация «Жизнь
в условиях Севера».

Руководитель
Сорокина И.Л.
patane08@mail.ru



«ЯКУТСКИЕ
МУЖИЧКИ»,
гелиевая ручка

ЕРЁМИНА Валерия,
9 лет,
г. Североуральск.
Номинация «Жизнь
в условиях Севера».

Руководитель
Дунаева И.Г.
patane08@mail.ru

«ДЕВОЧКА
НА СЕВЕРЕ»,
пастель, акварель

ЕЛАГИНА Валерия,
9 лет.
ДХШ г. Радужный.
osa.74@bk.ru.



«К МАМЕ
ПРИЛЕТЕЛИ»

ЛЕБЕДЕВА Аина,
10 лет, Анабарский
улус п. Саскылах.
МБУ ДО ЦДОД
«Юный художник».

Руководитель
Сивцева А.В.
aksinya.sivceva.87@mail.ru

ЖИЗНЬ В УСЛОВИЯХ СЕВЕРА

Лауреаты 11-12 лет

«СЕВЕР»

ВАРЛАМОВА
Вероника, 10 лет.
МБУ ДО «Дворец
детского творчества»,
г. Якутск.
Студия «Радуга».

Руководитель
Алексеева А.



«СЕВЕР»

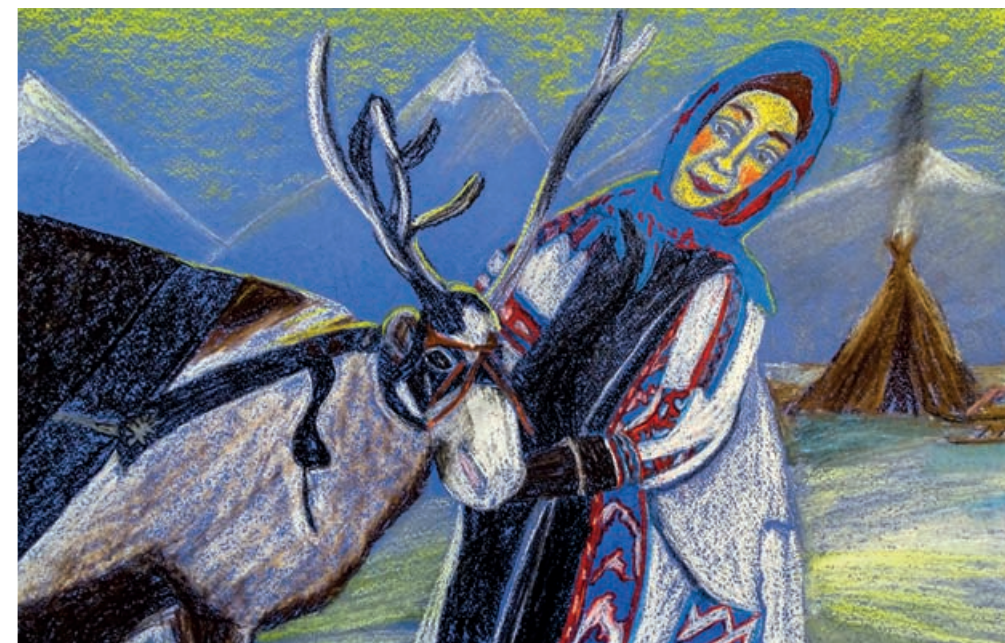
БЕРЕЗИНСКАЯ
Диана, 12 лет.
МОУ «СОШ № 5».

Руководитель
Донцова Т.В.
tat.dontsowa@yandex.ru

«ДОМ-ЧУМ»

ГИЛЬФАНОВА АЛИСА,
11 лет,
МБОУ «Лицей № 35».

Руководитель
Гилязова Г.Г.
guzel_ka_91@mail.ru



«МОЯ ТЁТЯ»,
пастель

ГЛУШКОВА ТЯНЯ,
11 лет,
г. Североуральск.
Номинация «Жизнь
в условиях Севера».

Руководитель
Гаврик Н.В.
natane08@mail.ru



«НА ХАНТЫЙСКОЙ
ЗЕМЛЕ», гуашь

**КУЛАКОВА
ЕКАТЕРИНА,** 11 лет.

Руководитель
Кузнецова Э.Ч.
elmira-mmm@yandex.ru

«ВСТРЕЧА»,
пастель

ПРОСКУРЯКОВА
Маша, 11 лет,
г. Североуральск.
Номинация «Жизнь
в условиях Севера».

Руководитель
Гаврик Н.В.
natane08@mail.ru



«КУЙУУР»

ФЁДОРОВА Кюннэй,
12 лет.
ДШИИ им. Ким Л.А.
г. Якутска.

Руководитель
Гуляева М.Н.
Gosha-resn@mail.ru

ЖИЗНЬ В УСЛОВИЯХ СЕВЕРА

Лауреаты 13-14 лет

«ВЕСНА В ТУНДРЕ»

БАЛАБАНОВА
Дарья, 13 лет,
г. Оренбург,
МБУДО ДШИ.

Руководитель
Казиева Г.А.
istoki.oren@mail.ru



«ЗИМНИЙ ВЕЧЕР»

ДАНИЛЮК Ольга,
14 лет.
РС(Я), г. Мирный,
СОШ № 26,
ole4ka2363@gmail.com

«НА СОБАЧЕЙ
УПРЯЖКЕ ПО СЕВЕРУ»

ГЕРАСИМЕНКО
Виктория, 13 лет.
МОУ «СОШ № 5».

Руководитель
Донцова Т.В.
tat.dontsowa@yandex.ru



«МОИ ДРУЗЬЯ»

ДАРИБАЕВА
Виктория, 14 лет.

Руководитель
Кухар С.В.
hudojka.4@yandex.ru

«ВОЗВРАЩЕНИЕ
С ОХОТЫ»

ЗАМУРУЕВА
Виктория, 14 лет.
МБОУ «Мотыгинская
СОШ № 2».

Руководитель
Сюзева Н.Ф.
syuzeva.n@mail.ru



«НА СЕВЕРНОЙ
ГРАНИЦЕ»

ПЕЧКУРОВА
Наталья, 14 лет.
МБУ ДО «Иминская
ДХШ им. В.А.Брызгалова».

Руководитель
Татарникова С.В.
olesy7155@g

«КОЧЕВАЯ ЖИЗНЬ»

КЫЛТАСОВА
Юрианна, 13 лет.
МБОУ «ЮХСОШ
Анабарского улуса».

Руководитель
Туприна Р.Ф.
угyng_хауа@mail.ru



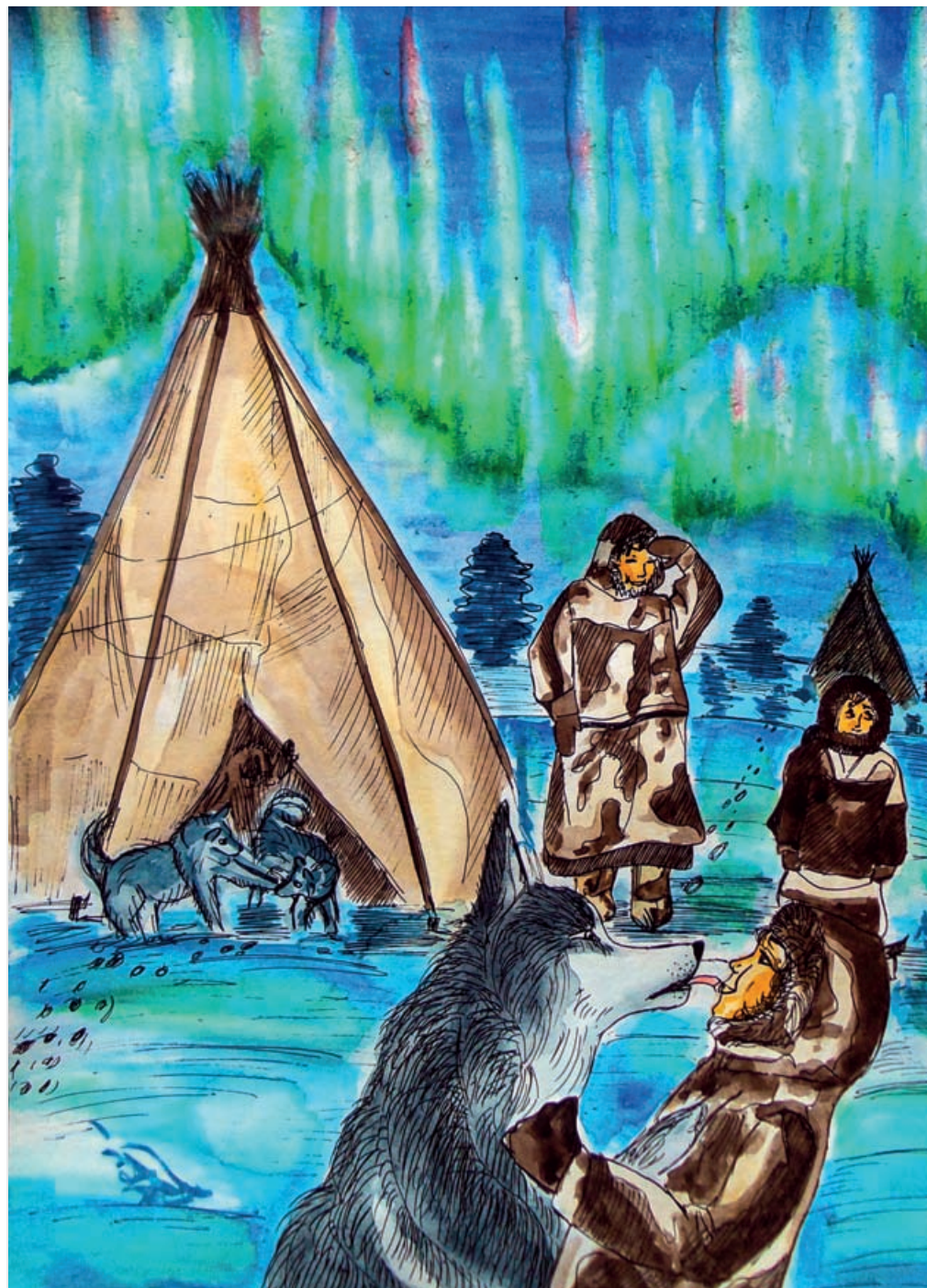
ЖИЗНЬ В УСЛОВИЯХ СЕВЕРА

Лауреаты 15 лет и старше

«ПОД СЕВЕРНЫМ
СИЯНИЕМ»

БОГОМОЛОВА Алиса,
16 лет.
МБУДО «Детская
школа искусств №4».

Руководитель
Солнышкова О.В.
jonsun@list.ru



«ВСТРЕЧА»

НИКОЛАЕВА Варвара
МБУ ДО «Дворец
детского творчества»,
г. Якутск.
Студия «Живопись».

Руководитель
Шахурдина А.Е.
aitalina_alekseeva@mail.ru



«УДАЧНАЯ ОХОТА»

ПОДМАРЕВ Рафаэль
16 лет. ДХШ № 2,
г. Новосибирск.

Руководитель
Панарина С.С.
ifart2@mail.ru

КУЛЬТУРА СЕВЕРА

Лауреаты 4-6 лет

Ха Ен хи Юн Ми
5 лет,
МБУ ДО «Дворец
детского творчества».

Руководитель
Степанова С.Г.
ssg70ddt@mail.ru



ДЕЛАХОВА Арина,
6 лет, МБУ ДО
«Дворец детского
творчества».

Руководитель
Степанова С.Г.
ssg70ddt@mail.ru



«НАЦИОНАЛЬНЫЙ
КОСТЮМ»

ЛИСЕВА Ангелина,
6 лет.

Руководитель
Клинкова Е.В.
gznsova@ya.ru

КУЛЬТУРА СЕВЕРА

Лауреаты 7-8 лет

АММОСОВА
Александра, 8 лет
МБУ ДО «Дворец
детского творчества».

Руководитель
Степанова С.Г.
ssg70ddt@mail.ru,



ИНДЕЕВА Ева-Мария,
7 лет, МБУ ДО
«Дворец детского
творчества».

Руководитель
Степанова С.Г.
ssg70ddt@mail.ru,



КУЛЬТУРА СЕВЕРА

Лауреаты 9-10 лет

«ВОРОН-
ОБМАНЩИК»

КУНГУРЦЕВ Слава,
10 лет. Лицей № 81,
г. Новосибирск.
Kungurceva.1979@mail.ru



«ЛИСА
И РОССОМАХА»,
гуашь

ЛАГУНОВА София,
10 лет.,
г. Краснотурьинск,
Свердловская область

Руководитель
Крылова В.В.
I.A.Bidonko@yandex.ru



КУЛЬТУРА СЕВЕРА

Лауреаты 11-12 лет

ПОТЕШКИНА
Полина, 10 лет,
г. Тихвин.
kombinat4@rambler.ru



«ПТИЧКА,
НГАСАНСКАЯ»
Сказка

ЕГОРОВА Лида,
12 лет. Филиал
Майинской ДШИ.

Руководитель
Мучин А.Е.
afonya.muchin@mail.ru



«ХОТОЙ ДОБОРО»

СТЕПАНОВ Ян,
12 лет, ДШИИ
им. Ким Л.А. г. Якутска,

Руководитель
Гуляева М.Н.
Gosha-resn@mail.ru

«ЮНАЯ
МАСТЕРИЦА»,
гуашь

ТАРАСОВА Виктория,
12 лет. ДШИ,
г. Среднеколымск

Руководитель
Горохова А.Н.
lashik_76@mail.ru



«МОНЧЕГОРСКИЙ
ХРАМ»

ГУРЬЕВА Нэлли,
14 лет. ДШИ
им. В.И. Воробья,

Руководитель
Смирнова А.В.
monchegorsk-school-
art@yandex.ru

«НГАНАСАНЫ.
РОЖДЕНИЕ ШАМАНА»

ДМИТРИЕВА
Анастасия, 13 лет.
ДХШ № 2.

Руководитель
Павленко Ю.П.
mvdmitriev1@yandex.ru



«НАД ЗЕМЛЕЙ»,
гуашь

КЛИМОВА Оля,
13 лет.
г. Краснотурьинск
Свердловская область

Руководитель
Граф М.И.
I.A.Bidonko@yandex.ru



«ЗОВ ПРЕДКОВ»

БУРУКИНА Полина,
16 лет. ДХШ № 2,
г. Новосибирск.

Руководитель
Юдинцева Л.Г.
ifart2@mail.ru

«ТАИНСТВЕННЫЙ
СЕВЕР»

ГЕНДЛЕР Виктория,
15 лет. ДХШ Экибастуз,
Казахстан

Руководитель
Астапенко О.В.
mega.kachurina@mail.ru



«ОБРЯД»

**ТОМИЛОВА
Кристина,**
16 лет. ДХШ № 2,
г. Новосибирск.

Руководитель
Юдинцева Л.Г.
ifart2@mail.ru

ПРИРОДА И ЭКОЛОГИЯ СЕВЕРА

Лауреаты 4-6 лет



«ТАНЕЦ ОГНЯ»,
акварель

ФОМИНЫХ Вероника,
15 лет.

Руководитель
Кулагина Л.В.
kulagina.ovk@yandex.ru



«БЕЛЫЕ МЕДВЕДИ»

МУХАМЕЕВ Данил,
6 лет, г. Казань,
МАДОУ «Детский сад
№ 171»,

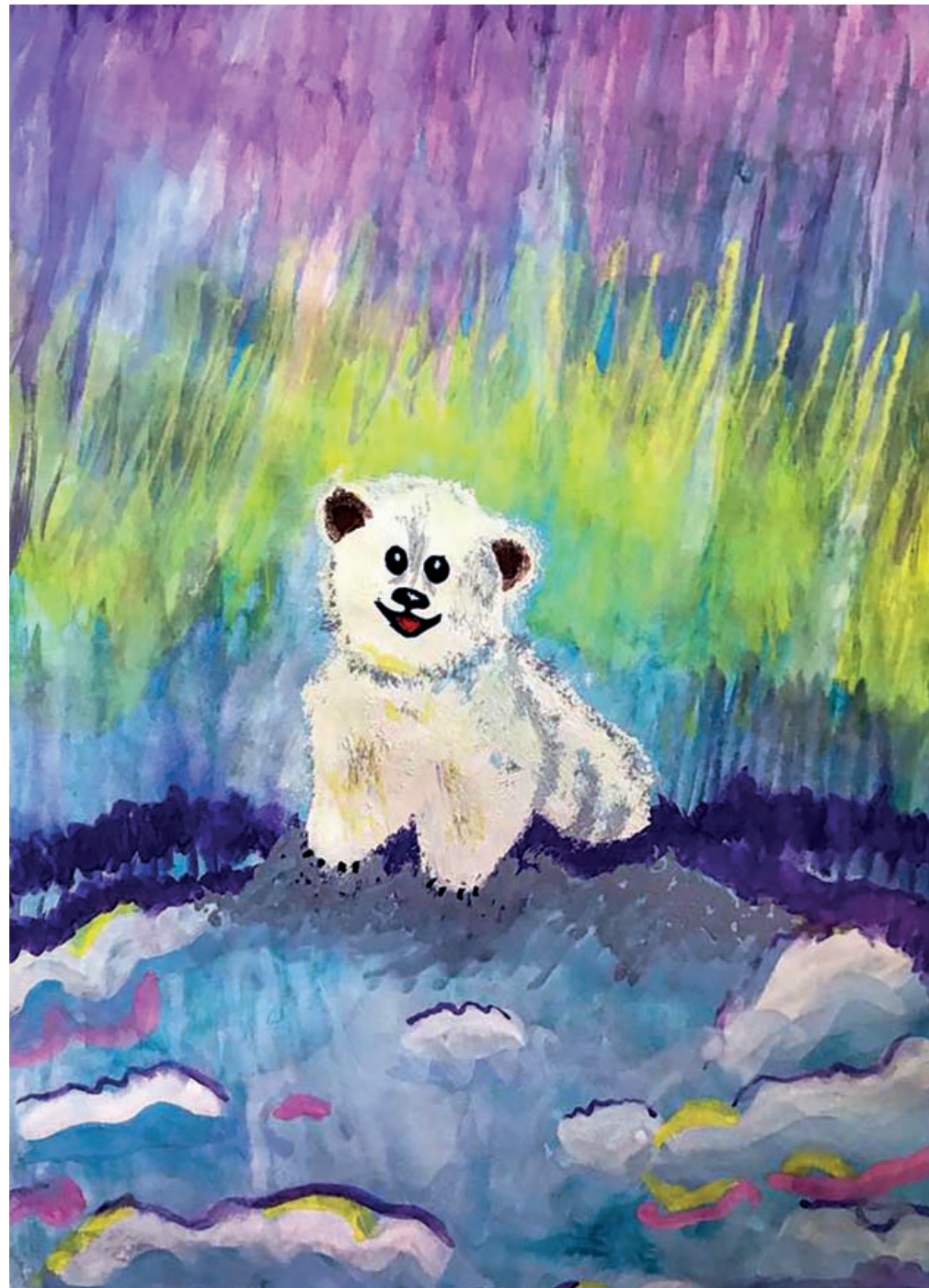
Руководитель
Хасаншина И.Р.
rkhanafieva@mail.ru



«КРАСОТА СЕВЕРА»

**ТИМОФЕЕВА
Саргылана,**
6 лет, МБДОУ
Детский сад присмотра
и оздоровления № 12
«Кунчээнэ»,

Руководитель
Егорова Т.М.,
mbdou_kyncheene@mail.ru



«МЕДВЕЖОНОК
ХААРЧААНА»

ДЕЛАХОВА Арина,
6 лет, МБДОУ ЦРР-Дс
№ 86 «Колокольчик»,
г. Якутск.

Руководители:
Пахомова С.В.,
Константинова С.И.,
pahomowa.sar@yandex.ru



«МЫ ПОЕДЕМ,
МЫ ПОМЧИМСЯ...»

АЛЕКСЕЕВА Дарья,
8 лет, ДЮЦ «Ровесник»
им. Крыловой С.А.

Руководитель
Котомина Н.А.
kotanatt@rambler.ru

ПРИРОДА И ЭКОЛОГИЯ СЕВЕРА

Лауреаты 9-10 лет

«УМКА»

КОШКИН Ярослав,
8 лет, МБОУ
«Лингвистическая
гимназия № 6»
г. Пенза



«ЧИСТЫЙ ВОЗДУХ
СЕВЕРА»

ГРИГОРЬЕВ Амантай,
10 лет.
ДШИИ им. Ким Л.А.
г. Якутска.

Руководитель
Гуляева М.Н.
Gosha-resh@mail.ru



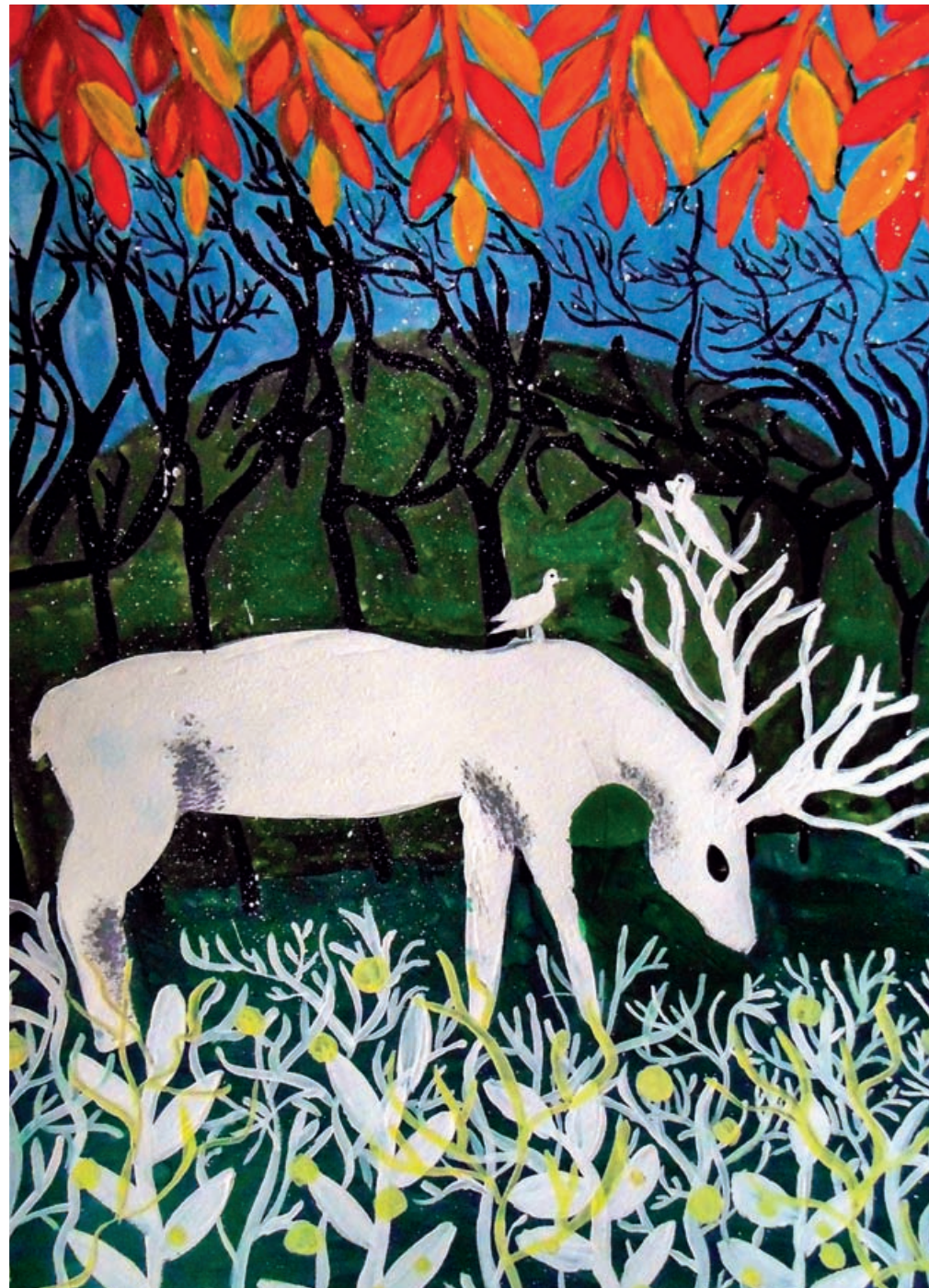
«КРАСОТА СЕВЕРА»

НАУМОВА Валерия,
10 лет.
Анабарский улус
п. Саскылах.
МБУ ДО «ЦДОД Юный
художник».

Руководитель
Сивцева А.В.
aksinya.sivceva.87@mail.ru

ПРИРОДА И ЭКОЛОГИЯ СЕВЕРА

Лауреаты 11-12 лет



«И ГОРДЫЙ,
СЕВЕРНЫЙ ОЛЕНЬ»

ТАРАСОВА Елизавета,
10 лет.
ДЮЦ «Ровесник»
им. Крыловой С.А.

Руководитель
Котомина Н.А.
kotanatt@rambler.ru



«ДОЛГОЖДАННОЕ
ЛЕТО»

ЛОБАНОВА Ирина,
12 лет.

Руководитель
Депутатова Т.Ф.,
hudojka.4@yandex.ru



«НА СЕВЕРЕ»

НИКИФОРОВА
Нюргюяна, 12 лет.
ДШИИ им. Ким Л.А.
г. Якутска.

Руководитель
Гуляева М.Н.
Gosha-resh@mail.ru

ПРИРОДА И ЭКОЛОГИЯ СЕВЕРА

Лауреаты 13-14 лет

«ГДЕ-ТО НА БЕЛОМ
СВЕТЕ...»,
гуашь

ЗАМЯТИНА
Анастасия, 13 лет.
МБУДО «ДШИ»,
г. Оренбург.

Руководитель
Карцева В.В.
istoki.oren@mail.ru



«КАСАТКА»

ШКОНДИНА
Наталья, 13 лет.
МОУ «СОШ № 5».

Руководитель
Донцова Т.В.
tat.dontsowa@yandex.ru

«СНЕЖНЫЙ БАРС –
СОХРАНИМ ЕГО!»

ПЬЯНЫХ Александра,
13 лет.
Школа МАУ ДО «ДШИ
г. Зеленоградска».

Руководитель
Пьяных О.
olgaryanyh@yandex.ru



ПРИРОДА И ЭКОЛОГИЯ СЕВЕРА

Лауреаты 15 лет и старше

«ХОЗЯИН СЕВЕРА»,
гуашь

КАТИНА Ксюша,
15 лет.
г. Североуральск.
Номинация «Природа
и экология Севера».

Руководитель
Сорокина И.Л.
patane08@mail.ru



«СОВУШКИ»

СУШКО Анастасия,
16 лет.
Донецкий
Республиканский
Дворец детского
и юношеского
творчества.

Руководитель
Романова Г.В.
htclud@gmail.com

ЧЕЛОВЕК СЕВЕРА

Лауреаты 4-6 лет



«ДЕВОЧКА-ЧУКЧА»

МЕЛЕШКИНА Майя,
6 лет.

Руководитель
Паршина М.Д.
dashuk93@mail.ru



«УЛЫБКА СЕВЕРА»

СКАБЛОВ Михаил,
4 года. МБУДО
«Детская школа
искусств №4».

Руководитель
Трусова С.А.
jonsun@list.ru

ЧЕЛОВЕК СЕВЕРА

Лауреаты 7-8 лет



«МОЯ РОДИНА –
СЕВЕР»

ФОКИНА Малика,
4 года. МБУДО
«Детская школа
искусств № 4».

Руководитель
Трусова С.А.
jonsun@list.ru



«ПОРТРЕТ
ЖЕНЩИНЫ
В НАЦИОНАЛЬНОЙ
ОДЕЖДЕ»

СВЕТОЧЕВА Татьяна,
8 лет. МБОУ ДО
«Тазовский районный
Дом творчества».

Руководитель
Сидорова И.А.
ira.sid.32@yandex.ru

«ЯКУТЯНКА»

СЛЕПЦОВА Арина,
8 лет.
МБОУ «Мотыгинская
СОШ № 2».

Руководитель
Сюзева Н.Ф.
syuzeva.n@mail.ru



«САМАЯ ВКУСНАЯ
РЫБКА»

ЮЛИНА Дарья,
8 лет.
МБОУ «Мотыгинская
СОШ № 2»

Руководитель
Сюзева Н.Ф.
syuzeva.n@mail.ru

ЧЕЛОВЕК СЕВЕРА

Лауреаты 9-10 лет

«СЕВЕРНОЕ
СИЯНИЕ»,
гуашь

ВОЛКОВА Юлия,
10 лет. ДШИ,
г. Среднеколымск.

Руководитель
Горохова А.Н.
lashik_76@mail.ru



«СЕВЕРЯНКА»

ЛАПТЕВА Тася,
10 лет. МБОУ
«Ойусардахская СОШ».

Руководитель
Саввинова С.А.
Evdokia1979@inbox.ru



«ДЕВОЧКА СЕВЕРА»

МИРОНЕНКО Арина,
10 лет. МБОУ
Гимназия «Интеллект»,
г. Ессентуки.

Руководитель
Цацура О.Н.
arisha.80@list.ru

ЧЕЛОВЕК СЕВЕРА

Лауреаты 11-12 лет

«СЕВЕРНОЕ
СИЯНИЕ»

ФАДЕЕВ Василий,
12 лет.
МБОУ «СОШ № 17».

Руководитель
Фадеева Н.А.
studio-fanat@mail.ru



«ХРАНИТЕЛЬНИЦА
ОЧАГА»

**ДАНИЛОВА
Надежда,** 12 лет.
ДШИИ им. Ким Л.А.
г. Якутска.

Руководитель
Гуляева М.Н.
Gosha-res@mail.ru

ЧЕЛОВЕК СЕВЕРА

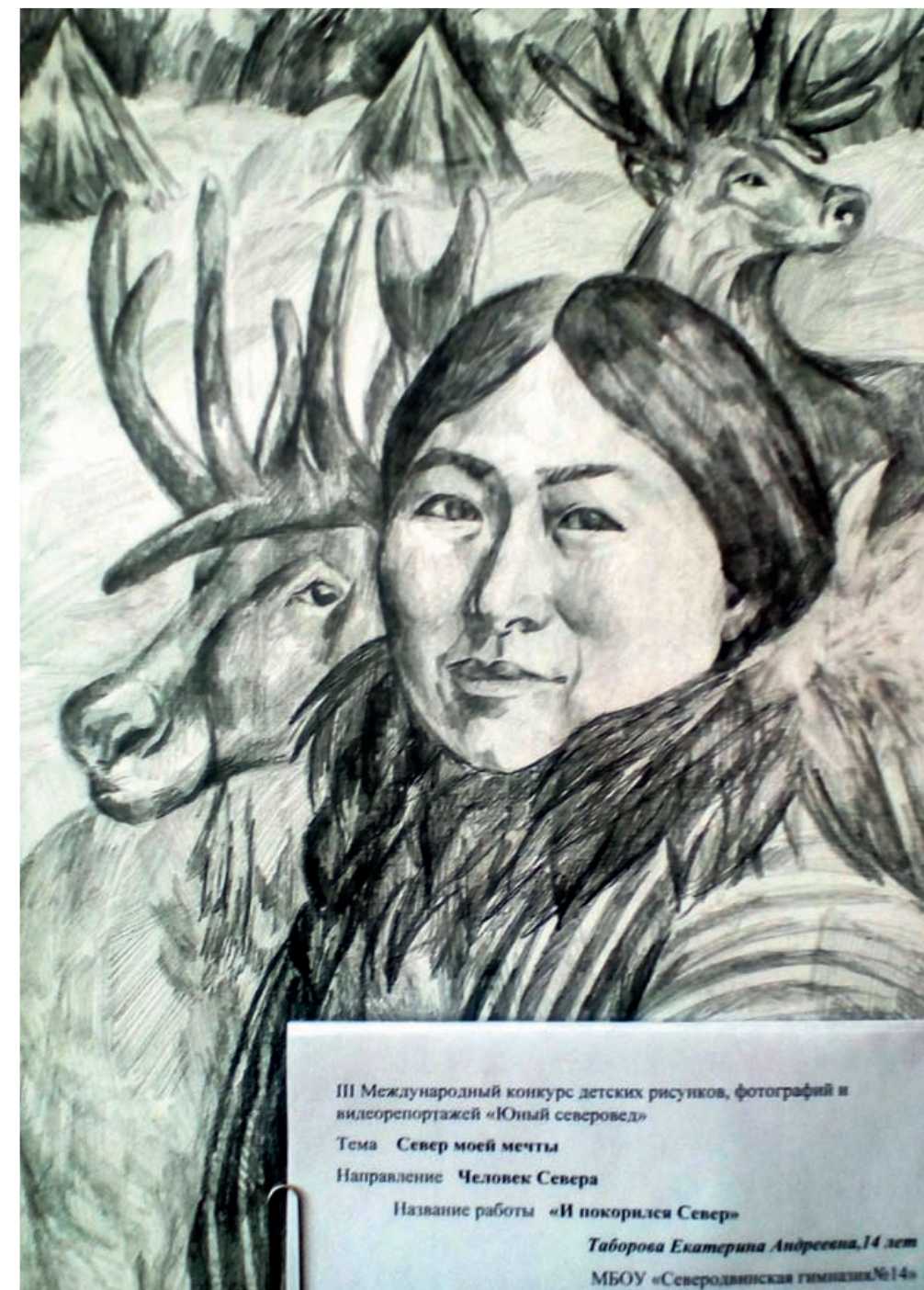
Лауреаты 13-14 лет



«ЧЕЛОВЕК СЕВЕРА»

ДМИТРИЕВА Дарья,
12 лет.
МАОУ «Лицей № 3».

Руководитель
Нуртдинова С.Р.
hsr82@yandex.ru



«И ПОКОРИЛСЯ
СЕВЕР»

**ТАБОРОВА
Екатерина,** 14 лет.
МБОУ «Северодвинская
гимназия № 14».

Руководитель
Елизарова М.В.
marel70@rambler.ru

ЧЕЛОВЕК СЕВЕРА

Лауреаты 15 лет и старше

«МИЛЫЙ МОЙ
СААМЧИК»

ЧИСТЯКОВА
Анастасия, 13 лет.
МАОУ ДО «Детско-
юношеский центр
«Ровесник».

Руководитель
Никитина М.Н.
pen@com.mels.ru



«МОЛОДОСТЬ
СЕВЕРА»

ШМЕЛОВА Полина,
13 лет. МБУДО
«Детская школа
искусств № 4».

Руководитель
Ноженкова Э.А.
jonsun@list.ru



«ВСТРЕЧА ОТЦА
С ОХОТЫ»,
акварель

ПОПОВА Сахья,
16 лет.

Руководитель
Яковлева Н.А.
79248654878@yandex.ru

«ПРОГУЛКА
С ОЛЕНЕМ»

АВЕРКИЕВА Ольга,
17 лет, г. Уфа.
УУИ (к) 2 курс ХО.
Факультет «Живопись».

Руководитель
Байназаров М.Ф.
ysymiasakura@gmail.com



«ЛУЧШИЕ ДРУЗЬЯ»

КОРОБОВА Мария,
15 лет. МБУДО
«Детская школа
искусств № 4».

Руководитель
Солнышкова О.В.
jonsun@list.ru



Издано при поддержке
проектного офиса развития Арктики «ПОРА»

Научное издание

МЕРЗЛОТА В НАШЕ ВРЕМЯ

Издатель
ООО «Центр социогуманитарных исследований»

Дизайн: Кенджи Йошикава
Дизайн обложки: Михо Аоки

Подписано в печать 21.12.2020. Тираж 300 экз. Заказ № 17.
Отпечатано ООО «Центр социогуманитарных исследований»
677021, РС(Я), г. Якутск, ул. Автоторожная, 13/1, корп. 3