

Вечная мерзлота и культура

— Глобальное потепление и Республика Саха (Якутия), Российская Федерация —
(Учебное пособие для экологического образования)

Под ред.: Хироки Такакура, Ёсихиро Иидзима,
Ванда Игнатъева, Александр Фёдоров,
Масанори Гото, Тосикадзу Танака



Вечная мерзлота и культура

Глобальное потепление и Республика Саха (Якутия), Российская Федерация
(Учебное пособие для экологического образования)



Под ред.: Хироки Такакура, Ёсихиро Иидзима, Ванда Игнатьева,
Александр Фёдоров, Масанори Гото, Тосикадзу Танака

Center for Northeast Asian Studies Report 24

2019

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	3
Об этой книге	4
I Происхождение вечной мерзлоты и история человечества на Севере	7
Глава 1 Глобальное потепление и Республика Саха (Якутия)	8
Глава 2 Ледниковый период и вечная мерзлота	12
Глава 3 История человека в Арктике	16
II Вечная мерзлота и культура	21
Глава 4 Алаасы и экосистемы	22
Глава 5 Вечная мерзлота как пространство жизнедеятельности человека	26
Глава 6 Влияние распада СССР на деревню	30
III Глобальное потепление и льды	33
Глава 7 Потепление и вечная мерзлота	34
Глава 8 Влияние потепления и реакция населения	38
Глава 9 Гренландия	44
IV Перспективы устойчивого будущего	51
Глава 10 Почему происходит потепление: с позиции глобальной перспективы	52
Глава 11 Политическая система и устойчивое будущее в Арктике	56
Глава 12 Арктика и Азия	60
Библиография	64

ВВЕДЕНИЕ

Настоящая книга представляет собой попытку осмысления влияния глобального потепления на человеческое общество в Арктике/на Севере с точки зрения местного населения и народной культуры (сообщества коренных народов). Особое внимание в ней уделяется народу саха (якуты), проживающему в Республике Саха (Якутия). В современной Арктике сосуществуют различные образы жизни: коренных народов в тундре и тайге, жителей городских поселений, населения в зонах освоения и разработки природных ресурсов. Представляется, что для более точного понимания климатических изменений и их последствий для Арктики следует не столько исследовать сами изменения, происходящие в природе, сколько рассматривать их с позиций конкретных социумов.

Жизнь народа саха тесно связана с вечной мерзлотой. Вызываемое изменениями климата таяние вечной мерзлоты порождает острые проблемы в масштабе всей планеты, о чем, основываясь на научных данных, бьют тревогу как международные, так и национальные организации. С одной стороны, регулярно публикуются научные работы, подтверждающие то, что же в реальности происходит в местных сообществах, проживающих в зонах вечной мерзлоты, с другой — нельзя сказать, чтобы широкая публика получала об этом достаточно информации. Одновременно с тем, что климатические изменения представляют собой глобальный феномен, они часто проявляются в региональных и локальных природных катаклизмах, поэтому чрезвычайно важно рассматривать их с региональной перспективы. Фокусирование внимания на регионах и подробное изучение отдельных конкретных ситуаций позволяет выяснить взаимосвязи между ними и получить более точную глобальную картину происходящих изменений.

После распада СССР российские и японские исследователи на протяжении многих лет ведут совместные исследования в Сибири с позиций как социально-гуманитарных, так и естественных наук. Будучи результатом таких научных исследований, данная книга в то же время специально рассчитана на молодых читателей — учащихся средних и старших классов общеобразовательных школ. Это связано с тем, что изменения климата прежде всего влияют именно на будущее Арктики и всей планеты. Авторы уверены, что более глубокое понимание истории и современного состояния

среды обитания и культуры местных сообществ в Арктике/на Севере является ключом к построению устойчивого будущего для всего человечества. Надеемся, что эта книга позволит читателю соприкоснуться с удивительным динамизмом природы и культуры и заставит задуматься о будущем как региона, так и всей планеты.

Авторы: Хироки Такакура, Ванда Игнатъева, Ёсихиро Иидзима, Александр Фёдоров, Хирофуми Като, Ацуси Накада, Юка Оиси, Степан Григорьев, Тэцуя Хияма, Сардана Боякова, Масанори Гото, Юитиро Фудзиока, Тосикадзу Танака, Син Сугияма, Сюнва Хонда, Хотэк Пак, Фудзио Ониси, Минори Такахаси, Синъитиро Табата, Нацухико Оцука, Матиас Ульрих, Отто Хабек.

Об этой книге

Издание данной книги является результатом исследовательской деятельности в рамках Проекта продвижения исследований Арктики (ArCS: Arctic Challenge for Sustainability). ArCS — это международный исследовательский проект, совместно осуществляемый при поддержке Министерства образования, культуры, спорта, науки и технологий Японии (с сентября 2015 года по март 2020 года). Этот проект, координируемый усилиями трёх ведущих научно-исследовательских организаций, а именно: Государственного института полярных исследований, Японского агентства морских исследований и Университета Хоккайдо, направлен на изучение резких природно-климатических изменений в Арктике и выяснение их влияния на окружающую среду и общество. Также в рамках проекта ставится важная задача выработки точных прогнозов на будущее и оценок влияния на экологию, помогающих заинтересованным сторонам как в Японии, так и за рубежом принимать надлежащие решения по различным аспектам устойчивой хозяйственной деятельности в Арктике.

Исследования в рамках проекта ArCS ведутся отдельно несколькими группами. Среди них группа исследователей, объединившаяся вокруг Университета Тохоку, сочетая гуманитарный и естественнонаучный подходы, занимается выяснением изменений, происходящих в зоне вечной мерзлоты, и их влияния на общество. В этом международном исследовании с японской стороны принимают участие исследователи из Университета Миэ, Университета Нагоя, Университета Кюсю

и Хоккайдосского музея народов Севера, а с российской стороны — исследователи из Института гуманитарных исследований и проблем малочисленных народов Севера и Института мерзлотоведения Сибирского отделения Российской академии наук и др. В этой книге главным образом обобщаются результаты исследований группы Университета Тохоку, но в целях более полного понимания проблем вечной мерзлоты в работе над нею своё сотрудничество оказывали также и другие группы исследователей, работавшие в рамках проекта ArCS.



Arctic Challenge for Sustainability — Вызовы устойчивости в Арктике



Происхождение вечной мерзлоты и история человечества на Севере





Глава 1

Глобальное потепление и Республика Саха (Якутия)

Изменения климата, происходящие рядом с нами

Что в первую очередь приходит на ум при упоминании климатических изменений? Острова в южной части Тихого океана, поглощаемые морскими водами? Или сцены таяния Гренландского ледяного щита или ледников на Северном и Южном полюсах? В Японии, расположенной в Восточной Азии, все чаще возникают и из года в год становятся сильнее тайфуны и наблюдаются такие экстремальные явления, как внезапные локальные наводнения, которые по-японски называют «партизанскими». Может показаться, что изменение климата, о котором пишут и говорят в средствах массовой информации, представляет собой явление, далёкое от нашей повседневной жизни, но это не так. Например, в Республике Саха (Якутия) изменение климата уже заметно сказывается на повседневной жизни обычных людей, проживающих в сельской местности.

Наверняка вам доводилось слышать о «вечной мерзлоте». Под вечной мерзлотой понимается зона, в которой почва и грунт находятся в замороженном состоянии на протяжении двух и более лет. На территорию Якутии приходится самая обширная и глубокая из обжитых человеком зона вечной мерзлоты в мире. Если в Северной Америке и Северной Европе вечная мерзлота приходится на пояс тундры, то в Якутии вечная мерзлота сосуществует со светлохвойными лиственничными лесами с опадающей на зиму хвоей деревьев.

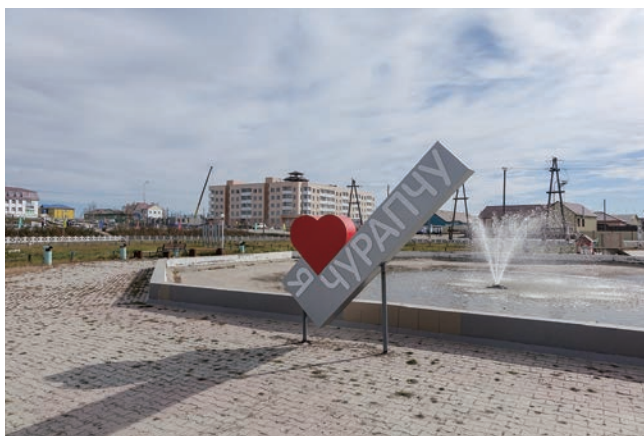
Вечная мерзлота включает в себя не только землю и песок, но и лёд, подчас образующий крупные замороженные подземные залежи. Большие массивы льда, которые называют «ледяными клиньями», в размерах могут превышать 10 метров. То есть, земля под вашими ногами скрывает ледяные тела, смешанные с грунтом, камнями и песком. Дома, в которых вы живете, школа, деревня, дороги, окрестные леса — все это стоит на земле, содержащей в себе лёд. Глобальное потепление оказывает непосредственное влияние на этот лёд.

Таяние вечной мерзлоты и оползни

Потепление приводит к вытаиванию подземного льда. Какие же последствия это может вызвать? Если лёд, в составе грунта поддерживающий поверхность земли, растает, то, естественно, земля на этом месте просядет. Либо это может вызвать оползень. Так, начиная с 1990-х годов в посёлке Батагай, расположенном в среднем течении р. Яны, происходили оползни, достигающие 100 м в глубину и 1 км в длину. А в селе Чурапча в бассейне р. Татта, как видно на фотографии, когда-то ровное поле покрылось буграми и западинами, а дома покосились. Проседание почвы указывает на то, что в этом месте ранее существовал повторно-жильный лёд. По результатам одного научного исследования прогнозируется, что если потепление продолжится такими же темпами, как сегодня, то к 2050 году пласты вечной мерзлоты, включающие лёд, сохранят лишь около 30% своей опорной способности по сравнению с 1970 годом, когда они обеспечивали прочный фундамент, и это приведёт к разрушению строений.



Подземный грунт (бывшая взлетно-посадочная полоса), затронутый таянием вечной мерзлоты в с. Чурапча.
(Фото А. Фёдорова, 2017 год)



Село Чурапча
(Фото Х. Такакура, 2016 год)

Выявлено, что провалы в почве происходят в определенных местах. В основном они наблюдаются в обжитых застроенных местностях, на сельскохозяйственных угодьях, территории аэропортов и в местах, где в советское время были вырублены леса. Интересно, что в алаасах, где традиционно проживали саха, таких бедственных явлений не наблюдается. Дело в том, что сами алаасы возникли в результате проседания почвы, которое шло очень медленно около 6000 лет назад, а растаявшие ледяные жилы наполнили воды термокарстовых понижений, которые со временем высохли из-за сухого климата и превратились в озерно-луговые ландшафты алаасов. Поэтому рельеф алаасов устоялся и остаётся стабильным даже в условиях нынешнего потепления.



Весеннее наводнение в селе, расположенном на речной террасе р. Лены
(Фото Х. Такакура, Намский улус, 2010 год)

Стихийные бедствия, связанные с водой

А знаете ли вы о том, что в Республике Саха в последние годы участились дожди? Рост количества выпадающих осадков вызывает увеличение содержащейся в земле воды, вследствие чего земля хуже охлаждается и поверхностные слои вечной мерзлоты начинают оттаивать, что приводит к таянию вечной мерзлоты.

Увеличение количества осадков также приводит к повышению уровня воды в реках. Результатом этого является рост числа весенних паводков, вызываемых резким таянием снегов, и летних наводнений, к которым приводят внезапные обильные осадки. Летние наводнения оказывают негативное влияние прежде всего на животноводство, существенно затрудняя заготовку сена. Так, хотя в алааках и не происходит оползней, заготавливать там качественное сено в достаточных объёмах становится все сложнее. А чем меньше сена, тем меньшее поголовье крупного рогатого скота может на нем перезимовать. Безусловно, в конечном итоге это может привести к кризису на продовольственном рынке Республики Саха.

К обильным летним осадкам добавляются грунтовые воды, образующиеся в результате таяния вечной мерзлоты, из-за чего происходят вымывания и обрушения берегов озёр, выливающиеся в масштабные наводнения. В результате этого приходят в негодность сельскохозяйственные угодья, разрушаются дороги и другие объекты инфраструктуры. Таким образом, глобальное потепление, приводящее к увеличению атмосферных осадков и подземных потоков воды, сотрясает землю, на которой до этого люди вели спокойную и размеренную жизнь.



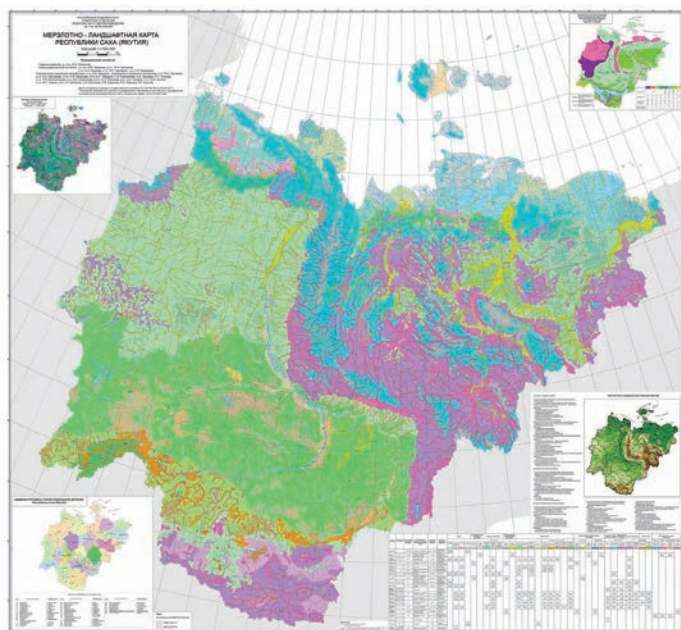
Глава 2

Ледниковый период и вечная мерзлота

Вечная мерзлота Восточной Сибири

Восточная Сибирь является центром распространения вечной мерзлоты на планете. В Республике Саха более 80% бассейна реки Лены, а также почти вся территория бассейнов протекающих по Восточной Сибири рек: Колымы, Индигирки, Яны и др. — относятся к вечной мерзлоте (рис. 2-1). С чем это связано? Формирование среды обитания человека обуславливается действием разнообразных факторов.

Исследование донных отложений озера Байкал позволило выдвинуть гипотезу о том, что вечная мерзлота в Восточной Сибири существовала уже 3 млн лет назад. Образование современного облика зоны вечной мерзлоты в Восточной Сибири, и в особенности в Республике Саха, началось 350–300 тыс. лет назад, в эпоху раннего плейстоцена. На протяжении этого времени ледниковые периоды циклично сменялись межледниковьями. В ледниковые периоды в Северной Америке



Карта распространения вечной мерзлоты в Республике Саха (Fedorov et al., 2018)

и на Скандинавском полуострове формировался обширный ледяной щит, в то время как в Восточной Сибири было мало районов, покрытых ледником, земля здесь резко охлаждалась напрямую. Это различие и предопределило региональные различия в распространении вечной мерзлоты в северном полушарии: если в Северной Америке и Западной Сибири вечная мерзлота образовалась только в прибрежных полярных районах суши, которые не были покрыты ледником, то в Восточной Сибири вечная мерзлота занимает более обширные территории.

Формирование мощного подземного ледяного слоя (едомы)

В последней ледниковой эпохе во второй половине плейстоцена выделяют Зырянский (60–37 тыс. лет назад) и Сартанский (26–14 тыс. лет назад) периоды. В это время ледники сползли с Верхоянского хребта и расширились на территории до долин бассейна р. Лены в современном Жиганском районе. Ледник перекрыл течение реки Лены, в результате чего в Центральной Якутии образовалось огромное ледниковое озеро. Именно поэтому современная вечная мерзлота бассейнов рек Лены и Алдана в Центральной Якутии напоминает вечную мерзлоту тундры с холодным климатом и высокой влажностью.

(а) Едома на абалахской террасе



(b) Едома на тюнгилюнской террасе



Едомы на абалахской и тюнгилюнской террасах в Центральной Якутии

По мере промерзания влажного грунта он сжимается, из-за чего поверхность земли покрывается полигональными трещинами; во время таяния снега они заполняются водой и замерзают, в результате чего вырастают ледяные жилы. Там, где процесс формирования ледяных жил шёл более активно, образуются мощные подземные ледяные слои (едомы) (Crate et al., 2017). В бассейнах рек Лены и Алдана, в результате климатических условий и цикличного повторения в ледниковый и межледниковый периоды процессов эрозии и аккумуляции наносов, сформировались речные террасы, соответствующие каждой конкретной эпохе. В особенности в подземных толщах грунта абалахской террасы, возникшей 56–45 тыс. лет назад, и тюнгюлюнской террасы, возникшей 22–14 тыс. лет назад, развился слой вечной мерзлоты с более мощными ледяными включениями. Средний размер ледяных клиньев на абалахской террасе составляет 60 м в глубину и до 10 м в ширину, на тюнгюлюнской — соответственно, 40 м в глубину и до 6–8 м в ширину (см. фото на стр. 13). Подземные льды формировались на протяжении длительного времени ледниковых эпох. Разница в размерах ледяных включений между террасами объясняется различиями в атмосферных температурах и количестве осадков между соответствующими эпохами.

Происхождение тайги

В конце последней ледниковой эпохи Восточная Сибирь представляла собой тундростепи, которые также называют мамонтовыми степями. В них в больших количествах обитали крупные млекопитающие — мамонты и лоси. Однако вслед за последней ледниковой эпохой, приблизительно 10 тыс. лет назад (на границе между плейстоценом и голоценом), потепление климата сделало возможным продвижение человека на север, и мигрировавшие сюда люди активно занялись охотой на этих животных, что сильно изменило экосистему. По одной из гипотез (Zimov et al., 2012), спровоцированные человеком изменения в экосистеме послужили фактором изменения флоры в этом регионе. Резкое сокращение популяции травоядных привело к тому, что степные растения не поедались, а накапливались в почве, формируя своеобразный теплоизоляционный слой, в результате чего вечная мерзлота стала меньше подтаивать. Считается, что именно под воздействием таких изменений в вечной мерзлоте изменились температурные условия, состав питательных элементов, содержание воды, вследствие чего среда, ранее способствовавшая образованию тундростепей, сменилась

средой, благоприятствующей произрастанию мхов и кустарников, которые в свою очередь уступили место современным хвойным лесам (тайге).



Аласные луга (Фото Ё. Иидзима, Мегино-Кангаласский улус, 2015 год)



Глава 3

История человека в Арктике

Ледниковый период и человек

Эпоха формирования вечной мерзлоты, в особенности период с 500 тыс. по 300 тыс. лет назад, является историческим временем, к которому относятся первые обнаруженные следы человека в Северной Евразии. Учёные предполагают, что здесь обитал человек прямоходящий (*Homo erectus*). Около 100 тыс. лет назад с запада в Северную Евразию проникли неандертальцы, а затем анатомически современные люди. В последние годы на Алтае фиксируются находки останков вымершего вида или подвида людей, т. н. «денисовского человека». Сегодня Северная Евразия представляет собой важное исследовательское поле, позволяющее проследить миграцию древних людей.

Доисторическая культура Северной Евразии

Древние люди доисторической культуры Северной Евразии смогли приспособиться к условиям северных регионов, используя костяные орудия, меховую одежду и тёплые



Наскальный рисунок и скульптурное изображение мамонта, характерные для Северной Евразии

передвижные жилища (в виде юрт). Благодаря этим замечательным изобретениям доисторический человек расширил свой ареал обитания в Арктике выше 70° северной широты. Нам известно, что 30 тыс. лет назад обитатели Янской стоянки (Яна RHS) вели интенсивную охоту на мамонтов и шерстистых носорогов, лисиц, зайцев и птиц.

Отличительная особенность древней культуры Северной Евразии состояла в том, что дикие звери рассматривались не просто объектом охоты, они также занимали важное место в духовном мире человека. Мотивы животных в больших количествах используются в пещерной живописи и костяных художественных поделках; разнообразные артефакты, связанные с ритуалами и обрядами, несут в себе мотивы зверей и людей. В обществе охотников и собирателей прошлого, как это видно по наскальным рисункам, например в Сихотэ-Алине в бассейне нижнего течения р. Амур, не существовало чёткой границы в отношениях между человеком и животными, т. е. человек не противопоставлялся миру животных.

Выход к Берингийскому сухопутному мосту и миграция на новый материк

В последнюю ледниковую эпоху (около 100 тыс. — 12 тыс. лет назад) на месте современного Берингова пролива существовал сухопутный перешеек, по которому человек и мигрировал в Северную Америку. Результаты генетических исследований свидетельствуют о разнообразных заслуживающих внимания фактах. Например, древние генетические данные (24 тыс. лет назад), полученные со стоянки Мальта у озера Байкал, указывают на то, что предки коренных жителей Северной Америки переселились туда из окрестностей Байкала в Сибири. Однако древний геном первопроходцев Арктики со стоянки Яна RHS (31 тыс. лет назад) напрямую не совпадает с геномом обитателей стоянки Мальта. Кроме того, образцы древних ДНК, полученные на Аляске и Чукотке, указывают на то, что в Берингии обитали и другие группы людей.

Около 11 тыс. лет назад сухопутный перешеек ушёл под воду. Тем не менее и после этого миграция людей в Берингии активно продолжилась. Вновь полученные данные древних ДНК показывают, что 5000 лет назад миграция шла из Северной Америки в направлении Северной Евразии, а 4000 лет назад вектор миграции вновь был направлен из Северной Евразии в Северную Америку. Современные коренные народы Северной Америки и Северной Евразии сформировались именно в процессе таких непрерывных великих путешествий.

Охота и собирательство

С окончанием ледниковой эпохи и наступлением потепления тундростепи, в которых обитали мамонты, уступили место лесам, а побережье Северного Ледовитого океана покрылось тундрой. Для выживания в новых условиях человек начал заниматься разнообразной производительной деятельностью. Одним из видов такой деятельности была охота: в поясе тундре охотники добывали пропитание, загоня стада северных оленей в реку или окружённое скалами место. С другой стороны, поскольку в лесной полосе было мало промысловых животных, доля охоты уменьшилась и повысилась зависимость от рыбной ловли и собирательства. Так как ресурсы, являвшиеся объектом охоты и рыболовства, зависели от сезона и местности, в небольших группах утвердился кочевой образ жизни в постоянной погоне за пропитанием.

Одомашнивание и скотоводство

В науке наиболее авторитетной является гипотеза о том, что дикие северные олени были приручены и одомашнены около 3000 лет назад; относительно происхождения и распространения их domestikации существует несколько гипотез. Например, по одной из них, изначально северных оленей стали содержать, чтобы использовать их на охоте в качестве приманки диких животных, что впоследствии привело к формированию оленеводства. Согласно другой теории, оленей приручали целыми стадами, которые загоняли в качестве добычи на охоте; третье же предположение

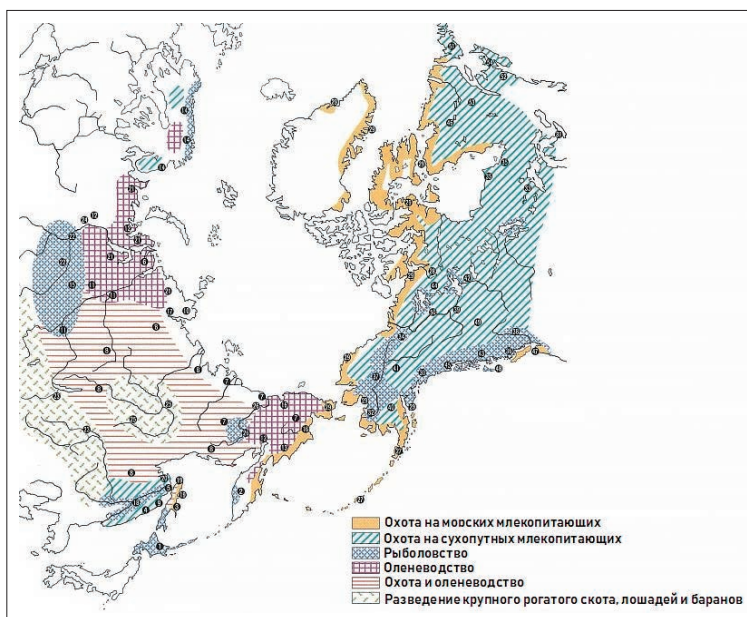


Современный восточно-сибирский охотник
(Фото А. Накада, Томпонский улус, 2010 год)

состоит в том, что оленеводство зародилось по примеру и под влиянием коневодства. Впоследствии в XVII–XIX вв. в Западной Сибири и поясе тундры Восточной Сибири появились кочевые народы, занимавшиеся крупномасштабным оленеводством. С другой стороны, в Прибайкалье и окрестностях слияния рек Лены и Алдана успешно занимались скотоводством, основанным, аналогично Монголии и другим степным районам, на разведении коров и лошадей, а также охоте.



Современные западно-сибирские оленеводы-кочевники
(Фото Ю. Оиси, Шурышкарский район Ямало-Ненецкого автономного округа, 2016 год)



Распределение основных видов деятельности в северных регионах (Хоккайдский Музей Народов Севера, 1995)



Вечная мерзлота и культура





Глава 4

Алаасы и экосистемы

Формирование алаасов

Текущая среднегодовая температура в Якутске составляет всего около минус 8°C, что довольно холодно даже в масштабах всего мира. Из-за того, что с 2 млн лет назад и до современности Центральная Якутия ни разу не покрывалась масштабным ледяным покровом, здесь образовалась мощная вечная мерзлота. Вечная мерзлота в этой местности включает множество подземных ледяных образований, которые называются ледяными жилами. Ледяные жилы в Центральной Якутии залегают на глубине около 1,5-2,5 м от поверхности земли. Однако встретить их можно не повсеместно. Ледяные жилы в Центральной Якутии формировались на протяжении длительного времени в последнюю ледниковую эпоху, длившуюся с около 100 тыс. до 10 тыс. лет назад, испытывая на себе влияние циклически повторяющегося оттаивания и повторного замерзания поверхностного слоя в соответствии с летними и зимними сезонными изменениями. В Центральной Якутии соседние ледяные клинья часто образуют единый крупный подземный ледяной массив, который называется «ледовый комплекс», или «едома».

Блага, которые дарит вечная мерзлота

Количество осадков, выпадающих в Центральной Якутии, составляет всего около 300 мм. Несмотря на это, её территорию покрывают хвойные леса (тайга), в основном состоящие из лиственницы. Два главных фактора, обуславливающие саму возможность существования здесь тайги, состоят в том, что, во-первых, при летнем прогреве воздуха выше 0°C происходит протаивание в поверхностной зоне с формированием активного (или деятельного) слоя; а во-вторых, под этим деятельным слоем сохраняется вечная мерзлота, не впитывающая и не пропускающая воду. Таким образом, даже при малых количествах осадков, благодаря наличию формирующегося

в тёплое время года деятельного слоя и вечной мерзлоты под ним, деревья могут использовать почвенную воду, содержащуюся в деятельном слое. (В более низких широтах при тех же количествах осадков образуются степи. Это связано с отсутствием там подземных пластов вечной мерзлоты.) Лиственницы, из которых состоит тайга Центральной Якутии, летом умело расходуют почвенную воду в деятельном слое в соответствии с количеством выпадающих осадков. В то лето, когда выпадает много осадков, корни деревьев всасывают почвенную воду из середины деятельного слоя, и наоборот, в то лето, когда выпадает мало осадков, они начинают поглощать воду из глубины деятельного слоя. Таким образом, лиственница произрастает, используя особенности вечной мерзлоты и деятельного слоя. При этом, благодаря наличию на поверхности земли тайги, вечная мерзлота получает защиту от тепла солнечного света, и продолжает существовать не оттаивая. Такие отношения между обоими элементами называют симбиозом (симбиотической или взаимозависимой экосистемой) растительности и вечной мерзлоты. В таёжном поясе, в котором существуют ледяные жилы, при условии стабильного климата этот симбиоз постоянно поддерживается. Однако в случае образования пустошей, например в результате лесного пожара, на них затем в течение длительного времени происходит оттаивание вечной мерзлоты с образованием болот, озёр и лугов. Изменение рельефа в процессе такой трансформации называют термокарстом, а формирующаяся в результате этого процесса форма рельефа, характеризующаяся наличием разнообразных воронок, провалов и алаасов, называется термокарстовым рельефом.

Классификация алаасов

Формы термокарстового рельефа в Центральной Якутии, в зависимости от времени образования, делятся на 4 группы. В результате циклических сезонных подтаиваний и замерзаний ледяных жил в поверхностном слое на образовавшихся на безлесных открытых участках, на поверхности земли формируется структурный бугристо-западинный микрорельеф (полигональный грунт), напоминающий панцирь черепахи. Такую форму рельефа называют быллар (bullar). В случае, если крупный лесной пожар полностью выжжет стволы и кроны, солнечный свет будет согревать более обширную поверхность земли. Это приводит к более интенсивному таянию ледяных жил в поверхностных слоях почвы, вследствие

чего начинается формирование водоёма. Эту стадию термокарста называют дюедя (dyede). На формирование такой формы термокарстового рельефа уходит несколько десятилетий после образования быллара. Затем озеро расширяется и дюедя углубляется на несколько метров по сравнению с окрестностями. Такую форму рельефа, формирующуюся в среднем в течение 100 лет после образования быллара, называют тымпы (tuumpu). На этой стадии в термокарстовое понижение начинает интенсивно стекать талая вода и скапливаются дождевые осадки, в результате чего вся котловина заполняется водой. После этого идёт длительный процесс высыхания, вследствие которого тымпы постепенно превращается в просторный луг с озером в самой низкой его части. Эта форма рельефа, на формирование которой уходит до нескольких сот лет после образования быллара, называется алаас (alaas). В Центральной Якутии существует огромное количество (более 16 000) алаасов.



Многочисленные тымпы и алаасы, разбросанные по тайге в Центральной Якутии
(Фото Т. Хияма, около села Табага, 2010 год)



Обнажение вечной мерзлоты в Центральной Якутии.
Виден подземный ледяной массив — едома
(Фото А. Фёдорова, Чурапчинский улус)



Алаас характеризуется низким по сравнению с окружающим ландшафтом котловинным рельефом
(Фото А. Фёдорова, Чурапчинский улус)



Глава 5

Вечная мерзлота как пространство жизнедеятельности человека

Происхождение народа саха

Несмотря на существование различных научных гипотез, в целом считается, что предки саха переселились с Южного Прибайкалья в бассейн среднего течения реки Лены в X–XV вв. Пути миграции проходили не только вдоль реки Лены, но и по реке Вилюй. Когда тюркоязычные предки саха обитали в Прибайкалье, их социум представлял собой иерархическое общество с военной аристократией, что и символизирует древний всадник на гербе современной Республики Саха в составе Российской Федерации. Предки саха мигрировали на север, сохраняя при этом свою культуру степного скотоводства, основанную на кочевом выпасе крупного рогатого скота, лошадей, верблюдов, овец и коз. Считается, что из-за того, что овцы, козы и верблюды не были



Национальный праздник народа саха. Люди поют и танцуют вокруг украшенного ритуального деревянного столба (сэргэ) (Фото Т. Хияма, полевой стационар «Элгэйи», 2010 год)

приспособлены к условиям слишком холодного климата в бассейне среднего течения Лены, традиционной хозяйственной деятельностью саха стало сочетание охоты со скотоводством, основанным, прежде всего, на разведении крупного рогатого скота и лошадей. Приводящиеся в последние годы биологические исследования также доказывают генетическую близость народа саха с человеческими популяциями Центральной и Южной Азии.

Значение с точки зрения истории человека

Миграция саха в бассейн среднего течения р. Лена имеет большое значение с точки зрения истории адаптации образа жизни человека к окружающим условиям. До того как сюда пришли предки саха, адаптация человеческих групп в Сибири состояла в комплексном сочетании таких занятий, как охота и собирательство, рыболовство и разведение северных оленей. Можно сказать, что это было практически аналогично адаптации образа жизни человека в арктических районах Северной Америки. Однако саха, этнически происходящие из Монголии и Центральной Азии, привнесли в Сибирь новый способ адаптации, заготавливая сено и обеспечивая этим



Заготовка сена (Фото А. Накада, Чурапчинский улус, 2017 год)

зимовку крупного рогатого скота. Иными словами, вместо того, чтобы использовать в качестве ресурсов животных, приспособившихся к условиям Сибири, они выбрали образ жизни, основанный на воспроизводстве животных, привнесённых из более южных регионов. То есть, они как бы расширили способности адаптации своей культуры южного происхождения. Сверх того, саха обладали традиционной технологией ирригации и искусственно создавали луга для заготовки сена.

Алаасы и культура

Как саха смогли в условиях Арктики развить скотоводство, основанное на разведении крупного рогатого скота и лошадей? Это связано с чередой случайностей в истории экосистемы Восточной Сибири, где преобладает лесная экосистема. Однако переселившиеся в бассейн среднего течения р. Лены большинство предков саха выбрали жизнь на алаасах, разбросанных среди таёжных лесов. На алаасах есть пастбища и озера, то есть они являются пространством жизнедеятельности, в котором можно обеспечить траву для выпаса, ловить рыбу. В языке саха даже есть выражение «выходец из алааса» (Alaas ogoto).



Ловля рыбы сетью на алаасном озере (Фото А. Накада, Чурапчинский улус, 2017 год)



Табун лошадей на свободном выпасе зимой (Фото Ю. Фудзиока, Чурапчинский улус, 2018 год)

Эти алаасы сформировались благодаря вечной мерзлоте. Таяние поддерживавших земную поверхность ледяных массивов вызвало проседание почвы, процесс термокарста сформировал алаасы, где остатки неиспарившейся воды образовали озера, а вокруг него — луга. Якутская поговорка гласит, что озера на земле подобны звёздам в небе. Если бы в алаасах не было пастбищ, то скотоводческая культура мигрировавших на север саха не смогла бы сохраниться до наших дней. Саха традиционно стремились открыть для себя всю ценность сформированной вечной мерзлотой природы и сохранить культуру, адаптированную к этой природе (Takakura 2015).



Глава 6

Влияние распада СССР на деревню

Антропогенные изменения окружающей среды

Изменения окружающей среды вызываются не только естественными факторами. Нередко они тесно связаны с изменениями в человеческом обществе. Последние 30 лет, на протяжении которых происходили изменения природной среды в Республике Саха в результате потепления климата, совпали с бурными годами системных потрясений, связанных с распадом Советского Союза. Итак, давайте, оглядываясь на советскую эпоху, рассмотрим изменения в отношениях между человеком и природой, произошедшие в связи с переменами в человеческом обществе.

Совхозы советской эпохи

В советскую эпоху основные сельские хозяйства и фермы были в собственности государства и управлялись им. После социалистической революции в результате многократных дроблений и объединений в конечном итоге обычной практикой стала организация колхозов, впоследствии — совхозов, на основе нескольких деревень. Параллельно выращиванию пшеницы и кормовых культур, в совхозах также велось интенсивное животноводство, основанное на разведении крупного рогатого скота, лошадей, северных оленей и т. д. Вскоре после распада СССР совхозы были распущены, а совхозное имущество: земля, скот, сельхозтехника и т. п. — было поделено между бывшими работниками совхозов. Впоследствии одни из них сделали выбор в пользу учреждения новых сельскохозяйственных предприятий и кооперативных ассоциаций, другие стали независимыми фермерами. В результате распада системы совхозов сельское хозяйство подверглось самопроизвольной фрагментации, что вызвало множество проблем.

Расстояние между алаасом и сёлами

До коллективизации саха жили рассредоточено на обширной земле отдельными семьями, постоянно переезжая между летними пастбищами и зимними жилищами. В процессе коллективизации сельского хозяйства с 1930-х годов проводилась политика укрупнения поселений, в соответствии с которой люди, жившие до этого разрозненно в местах пастбищ, собирались в определенном населённом пункте для совместной общественной жизни. В результате было построено множество сел, но при этом между ними и пастбищами появилось большое расстояние. Эта дистанция в советскую эпоху не создавала для людей особого бремени. Дело в том, что тогда работала совхозная командная система, позволявшая по необходимости направлять на участки и отдалённые фермы работников и выделять тракторы и другую технику. С тех пор как перестало функционировать Советское государство, бывшее движущей силой совхозной системы, передвижение между сёлами и пастбищами превратилось для местных жителей в большую проблему.

Заготовка сена

Сегодня жители сел, содержащие домашний скот, ведут заготовку сена для зимовки самостоятельно. В советскую эпоху молодые люди, окончившие школу, независимо от того, где они работали, на определенное время направлялись в совхозы для помощи в сенокосе и даже устраивались соревнования по объёмам заготовки сена.



Заготовка сена в 1960-х годах,
Горный улус (фотография
предоставлена редакцией газеты
«Үлэ күүһэ» («Сила труда»))

Сейчас же молодёжь все больше отдаляется от сельского хозяйства, мигрируя в более крупные населённые пункты, вследствие чего наблюдается критический дефицит рабочей силы. Кроме того, фрагментация сельского хозяйства также создаёт определенные проблемы. Никто не хочет пользоваться удалёнными сенокосными лугами, поскольку перевозка с них скошенной травы требует большие затраты на горючее. Сейчас, из-за того что многие сенокосные луга забрасываются, обширные территории земель сельскохозяйственного назначения приходят в упадок.

Вырубка лесов

Также обостряется проблема обеспечения древесиной, используемой в качестве топлива и строительного материала. В сельских местностях Республики Саха многие дома до сих пор отапливаются дровами. В местах, где более полугодом средняя температура воздуха не поднимается выше нуля, заготовка большого количества дров представляет собой жизненно важную необходимость. Сейчас, когда уже фактически нельзя больше полагаться на организованную коллективную силу, некогда позволявшую доставлять дрова из удалённых лесов, леса вокруг поселений подвергаются беспорядочной вырубке.



Заготовленные на зиму дрова (Фото М. Гото, Чурапчинский улус, 2018 год)



Глобальное потепление и льды



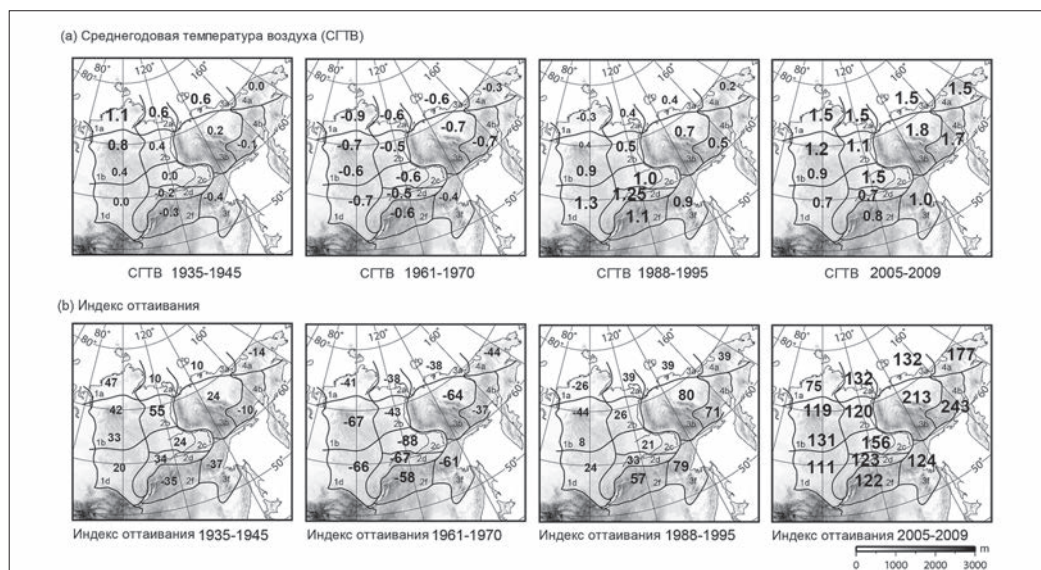


Глава 7

Потепление и вечная мерзлота

Потепление в последние годы

В последние годы вечная мерзлота в Восточной Сибири подвержена сильному влиянию климатических изменений в Арктике. Арктика испытывала период потепления в середине XX века (1935–1945 гг.), но тогда потепление в Восточной Сибири было локальным, тенденция к повышению температуры проявлялась только в полосе тундры вдоль побережья Северного Ледовитого океана. Однако с 1990-х годов ясно наблюдается тенденция к потеплению на более обширных территориях. В особенности в 2000-х годах по всей территории Восточной Сибири наблюдалась ситуация, когда одновременно повысилась среднегодовая температура воздуха, увеличилось значение индекса оттаивания в летний сезон и уменьшилось значение индекса промерзания в зимний сезон (Fedorov et al., 2014a). Это указывает на изменения в окружающей среде, при которых мёрзлые породы стали более интенсивно оттаивать летом и хуже промерзать зимой.



Ситуация с потеплением по регионам Восточной Сибири: (a) Изменения среднегодовых температур воздуха; (b) Изменения значения индекса оттаивания (Fedorov et al., 2014a)

Влияние увлажнения

Вдобавок к потеплению в Восточной Сибири с 2000-х годов наблюдается такой аспект изменения климата, как увеличение влажности. Ежегодно, с зимы 2004 года вплоть до 2008 года, как по количеству выпавшего зимой снега, так и по количеству выпавших летом осадков отмечалось значительное превышение средних показателей. Это привело к формированию чрезмерно влажной среды на земной поверхности и в активном слое. Сообщается, что в результате этого объёмы заготовленного сена снизились, что негативно влияет на животноводство (Takakura 2016). Что же касается состояния земли, то внутри деятельного слоя почва наполнилась водой и произошли большие изменения в устоявшемся балансе тепла и влаги. Так, оттаивающий летом деятельный слой стал глубже, а почва в нем стала оставаться в увлажнённом состоянии на протяжении многих лет. В лесах в окрестностях Якутска после увлажнения почвы в 2004 году глубина активного слоя, ранее составлявшая менее 1,2 м, в 2009 году увеличилась до 2 м и более (Iijima et al., 2012). Увеличение глубины активного слоя до 1,5–2 м проявилось в долинах с пологими склонами и на равнинах. Это связано с тем, что такой рельеф способствует аккумулярованию воды и в то же время соответствует распределению под землёй вечной мерзлоты, поэтому именно в нижней части активного слоя и накапливалась почвенная влага.

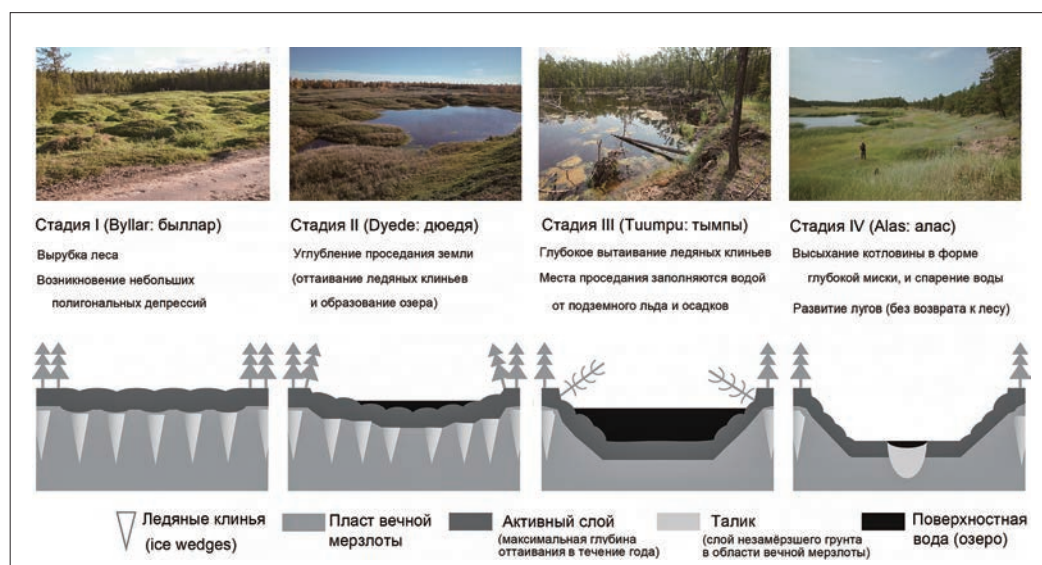


Лес, засохший в результате переувлажнения почвы, в окрестностях г. Якутска

Феномен деградации вечной мерзлоты

С увеличением глубины деятельного слоя, когда она достигает подземного ледяного массива (едомы), то начинается оттаивание подземного льда, или термокарст.

В бассейне слияния рек Лена и Алдана в Центральной Якутии слой подземного льда залегает на глубине начиная с около 2 м. В местах, где тайга (лиственничный лес) сохраняется в здоровом состоянии, растительности и слою почвенной органики удаётся сдерживать влияние изменений и глубина деятельного слоя остаётся стабильной на уровне 1,0–1,5 м. Между деятельным слоем и подземным льдом образуется так называемый защитный слой (shielding layer), играющий роль своеобразного буфера и предотвращающий развитие термокарста. Если под влиянием хозяйственной деятельности или пожара происходит деградация леса, температура деятельного слоя повышается, его толщина увеличивается и он, преодолев границы защитного слоя, достигает подземного льда, то это даёт толчок началу развития термокарста. Как только земля начинает проседать, из-за скапливания талой воды от таяния подземного льда и стекания окрестных вод начинается формирование термокарстового озера.

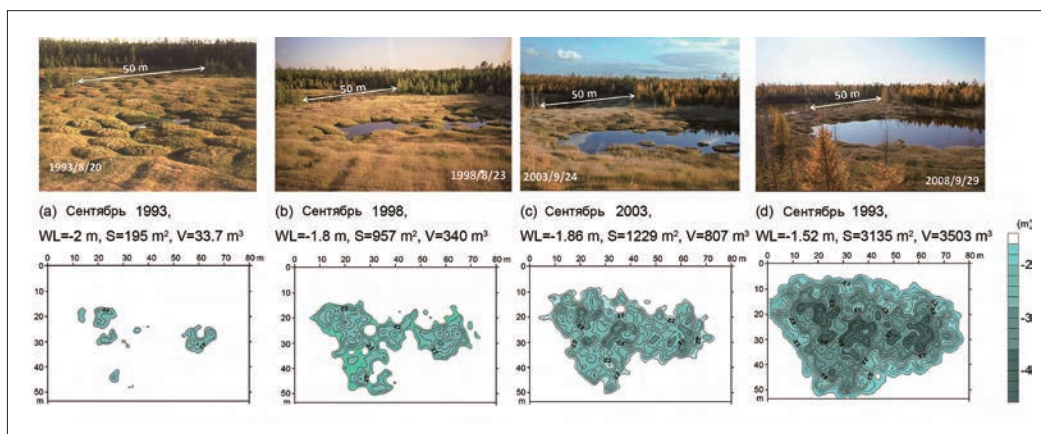


Формы термокарстового рельефа и изменения ландшафта (Crate et al., 2017)

Рост термокарстовых озёр

Очевидно, что вновь сформировавшиеся в процессе потепления за последние несколько десятков лет термокарстовые озера, вне зависимости от степени увлажнения или сухости в каждый конкретный период, продолжают увеличиваться. Если, к примеру, взять одно термокарстовое озеро в Центральной Якутии, то за период

с 1993 по 2008 гг. площадь его поверхности увеличилась в 16 раз, а объем — в 104 раза, причём предположительно около 1/3 воды в нём происходит от таяния подземного льда (Fedorov et al., 2014b). В период влажного климата в 2005–2008 гг. даже в лесах появились места, где в результате скопления воды глубина активного слоя увеличилась, что привело к развитию термокарста. Такие случаи требуют пристального изучения, поскольку свидетельствуют о деградации мерзлоты в результате наложения естественных факторов: потепления и увлажнения климата — даже при отсутствии вмешательства человека. В алаасках тоже происходят определенные изменения с образованием участков незамерзающей породы среди многолетней мерзлоты (таликов), но они не приводят к существенному изменению рельефа. Как уже упоминалось, алаасы, образовавшиеся в результате медленного оттаивания вечной мерзлоты на протяжении более 6000 лет, представляют собой символическое пространство симбиоза вечной мерзлоты и человека.



Процесс оттаивания вечной мерзлоты и рост озёр (Fedorov et al., 2014b)



Глава 8

Влияние потепления и реакция населения

Анкетный опрос

Что испытывают и думают представители народа саха в связи с изменениями окружающей среды в местах их проживания? И с какими проблемами приходится сталкиваться местным жителям в связи с изменениями окружающей среды? В этом разделе мы рассмотрим эти вопросы на основе результатов анкетного опроса и интервью (фото 1), проведённых среди жителей села Хаяхсыт (расположенного примерно в 120 км на восток от г. Якутска) в зоне развития вечной мерзлоты (см. Глава 4).



Исследование общественного мнения (Фото Ю. Фудзиока, Чурапчинский улус, 2017 год)

Личный опыт и размышления в связи с изменениями окружающей среды

Если говорить о непосредственном личном опыте, связанном с происходящими в окружающей среде изменениями, то более 70% респондентов сталкивались с «проседанием построек» и «деформацией пола в жилых помещениях» (рис. 8-1). Кроме того, около 20% респондентов заявили о «затоплении жилых зон наводнением».

Также следует отметить, что множество людей испытывали негативное влияние изменений окружающей среды в их хозяйственной жизни, в частности на домашний скот и кормовые ресурсы. Например, около 90% респондентов указали на «негативное влияние неожиданно холодной зимы на лошадей». А более 80% респондентов сталкивались с «затоплением сенокосных полей» и другим влиянием. Касаясь проблем жилых построек и сенокосных полей, респонденты также указывали, что в этом районе возникают овраги вследствие воздействия осадков и талой воды от оттаивания промёрзлых грунтов. Результаты социологического исследования показывают, что многие сельские жители непосредственно на себе испытали отрицательное влияние происходящих в окружающей среде изменений, в том числе затопление и деформацию жилых построек, ухудшение условий содержания домашних животных.



Рис. 8-1. Личный опыт респондентов в связи с изменениями окружающей среды

Проблемы, с которыми сталкиваются местные жители

С какими проблемами сталкиваются местные жители? Результаты их ответов на этот вопрос приведены на рис. 8-2. Чаще всего респонденты указывали бытовые экономические проблемы, такие как «рост цен на продукты питания и бытовые товары». Второе по частоте упоминания место занимает категория «изменения окружающей среды в месте проживания». Помимо этого приводились разнообразные проблемы, связанные с повседневной жизнью, такие как «социальное обеспечение и пенсия», «здоровье» и др., но также ясно видно, что пристальное внимание людей привлекает проблема изменений окружающей среды.

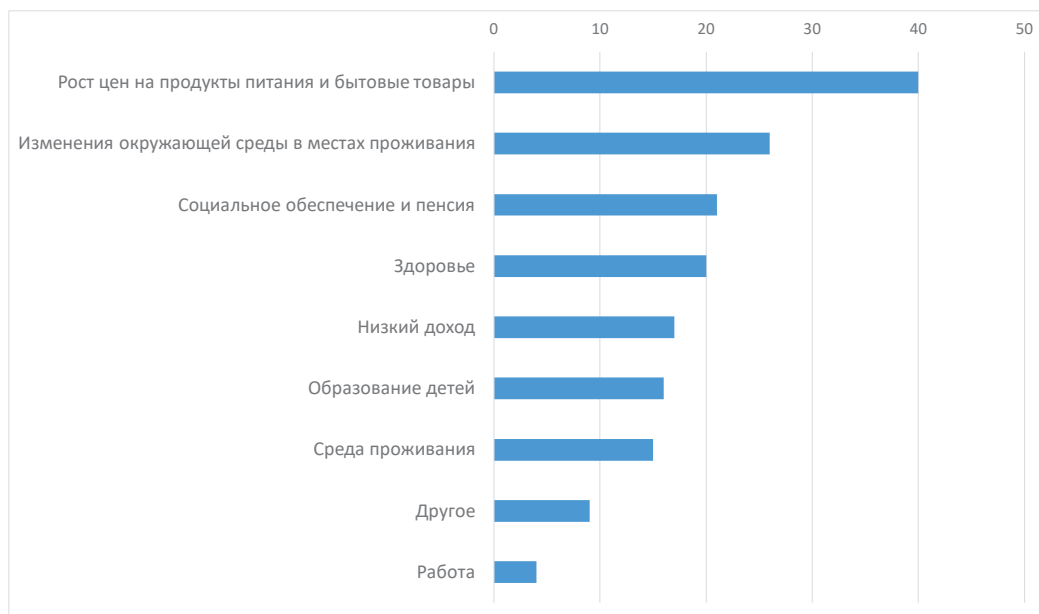


Рис. 8-2. Проблемы, с которыми сталкиваются местные жители

Полученные результаты показывают, что сельские жители Якутии испытывают на себе разные аспекты влияния изменений в окружающей среде и многие из них видят в этих изменениях важные проблемы, возникающие в среде их проживания.

Меры противодействия влиянию изменений окружающей среды

Саха предпринимают разнообразные меры в связи с изменениями, происходящими в окружающей среде. Эти меры предпринимаются не только самостоятельно отдельными жителями, но и коллективно при поддержке местного сообщества и местных органов власти и включают в себя: выравнивание поверхности земли в местах развития термокарста (образование неровного бугристо-западинного полигонального рельефа в результате вытаявания подземных жил льда, см. Глава 4); сооружение насыпей под жилыми зданиями в качестве превентивной меры, чтобы они не покосились; выбор возделываемых культур и сортов, соответствующих происходящим климатическим изменениям и др.



Жилой дом с насыпью в основании (Фото Ю. Фудзиока, Чурапчинский улус, 2016 год)

Изменение численности поголовья по видам скота

В последние годы в рассматриваемом регионе увеличилось число фермеров, перешедших с разведения крупного рогатого скота на коневодство. Рис. 8-3 показывает динамику изменений в поголовье различных видов скота в Республике Саха в целом, из которой видно, что численность крупного рогатого скота уменьшается, а численность лошадей растёт. Думается, что это обусловлено не только причинами социального и экономического характера, такими как изменения в рыночных ценах на домашний скот и в самой форме хозяйствования, но и, как указывают сами местные жители, влиянием изменений в окружающей среде.

«Образовавшаяся из-за участвовавших дождей и таяния вечной мерзлоты вода стекает в низменные участки, в результате чего уменьшаются луговые участки и становится сложнее обеспечить корм на зиму для коров. Зимой коровы, чтобы избежать холода, проводят время в коровнике, поэтому приходится снабжать их большим количеством корма вручную, а лошади могут и зимой кормиться на улице, поэтому предпочтительно разводить лошадей, а не коров».

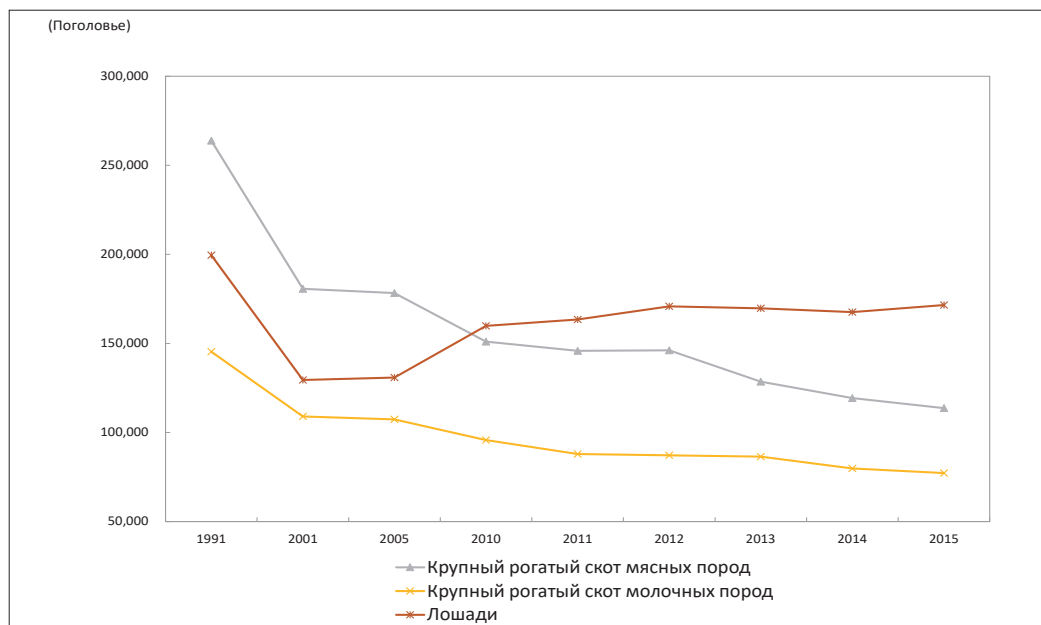


Рис. 8-3. Динамика изменений в поголовье по видам скота

Климатические изменения, называемые глобальным потеплением, проявляются как в масштабе планеты, так и в меньших масштабах, подобно изменениям в Республике Саха в Сибири. Сельские саха (якуты) и сейчас продолжают вести свою повседневную жизнь, сталкиваясь с новыми проблемами, вызываемыми изменениями окружающей среды, в условиях сложного взаимодействия как факторов культуры, сложившейся в условиях их традиционного образа жизни, основанного на скотоводстве, так и природных факторов окружающей среды. Можно сказать, что в этой готовности противостоять новым проблемам отражаются как культура, сформированная ими в ходе исторического процесса и позволившая адаптироваться к холодной среде Сибири через развитие скотоводства, так и сильный дух народа. Глобальное потепление представляет собой острую мировую проблему, но мы также не должны забывать о том, что местные жители, очевидно, обладают потенциалом, позволяющим им противодействовать разнообразным конкретным проблемам, с которыми они напрямую сталкиваются в повседневной жизни. Однако для того, чтобы задействовать и расширить этот потенциал в максимально возможной степени, необходимо понимание конкретных ситуаций и задач в каждом отдельном регионе и значимое содействие прилагаемым усилиям со стороны сообществ и местных органов власти, национальных правительств, исследователей, зарубежных инвесторов и в целом всех граждан планеты.

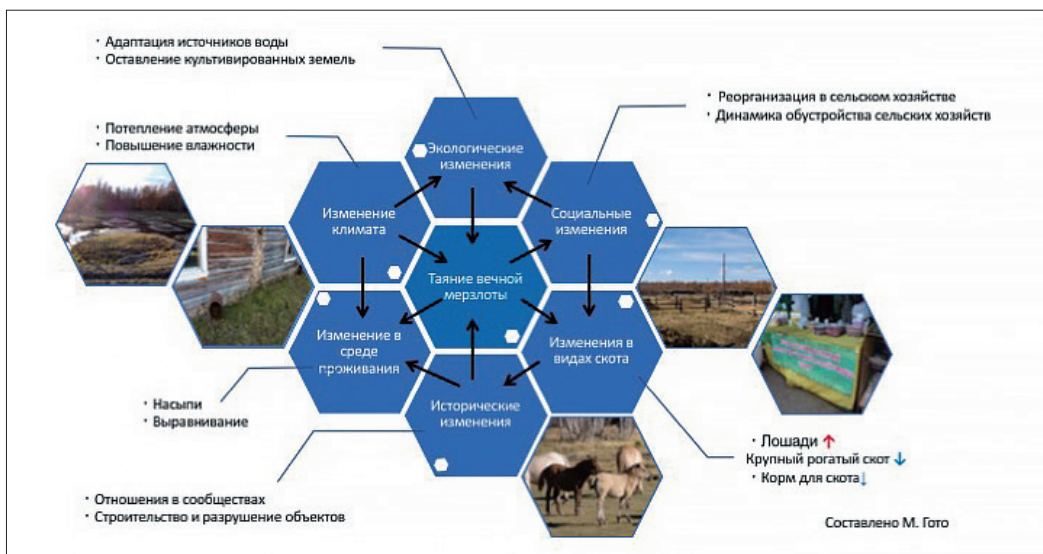


Рис. 8-4. Явления, связанные с таянием вечной мерзлоты (Составлено М. Гото)



Глава 9 Гренландия

Изменения, происходящие в ледяном покрове, ледниках, ледяных шапках

До сих пор речь шла о влиянии глобального потепления на примере Республики Саха. Теперь давайте рассмотрим то, что происходит в Гренландии, расположенной в Арктике западного полушария.

80% территории Гренландии покрыто ледниками, средняя толщина которых достигает 1700 м. Этот огромный массив льда называется Гренландским ледяным щитом (ледники, покрывающие сушу в масштабах материка, называются ледяными щитами). Кроме того, в прибрежных районах располагаются отрезанные от ледяного щита ледники и разбросанные ледяные шапки (куполообразные ледники, покрывающие возвышенности и вершины гор, называются ледяными шапками). Ледяной щит, ледники и ледяные шапки (далее все вместе именуется «ледники») сформировались в результате скопления льда, поэтому они качественно и по внешнему виду значительно отличаются от вечной мерзлоты в Республике Саха. На объем ледников Гренландии приходится 10% всего льда, имеющегося на планете. В последние годы наблюдается уменьшение ледников. Объем льда, потерянного за 10 лет с 2000 года, соответствует подъёму уровня Мирового океана на 6 мм. Одним из наиболее значительных факторов происходящего в глобальном масштабе изменения уровня Мирового океана является как раз таяние ледников Гренландии.

Выделяют две основные причины сокращения площади ледников. Первая из них состоит в том, что под влиянием повышения температуры воздуха в Арктике таяние снегов и льдов стало идти более интенсивно, чем ранее (рис. 1). К тому же проявился феномен потемнения поверхности ледников, что также увеличивает объёмы таяния. Вторая причина заключается в ускорении течения впадающих в море рек, мощные потоки которых стали уносить в море большое количество айсбергов. Причины этих феноменов ещё до конца не выяснены. Объем льда, теряемого за счёт таяния ледников и выноса айсбергов, стал превышать объем льдов, накапливаемых на суше за счёт выпадения снега. Поэтому Гренландия теряет лёд.



Талая вода течёт по потемневшему льду.
Канакская ледяная шапка, расположенная
неподалёку от посёлка Канак (77° с. ш., 69° з. д.)
(Фото С. Сугияма, Гренландия)



Айсберги, уносимые в море с ледника.
Ледник Боудин,
расположенный в районе Канака
(Фото С. Сугияма, Гренландия)



Стекающая с ледника в океан талая вода,
включающая отложения,
в северо-западной части Гренландии
(Фото С. Сугияма, Гренландия)



Мост, разрушенный разливом реки, стекающей
с ледника недалеко от посёлка Канак
(Фото С. Сугияма, Гренландия)

Общество коренных народов

Сибирь и Гренландия расположены на противоположных сторонах планеты. Хотя Гренландия, являющаяся самым большим островом в мире, также как и Сибирь, находится в Арктике, между этими двумя регионами существуют большие различия. В то время как Сибирь представляет собой обширную материковую территорию суши, 80% территории Гренландии покрыто ледяным щитом, максимальная толщина которого достигает нескольких тысяч метров. При населении в 56 600 чел. (2018) это один из районов с наиболее низкой плотностью населения в мире. Более 80% населения сосредоточено в юго-западной части, причём в столице Гренландии Нууке проживает 30% всего населения.

Называемый по-английски «гренландский» язык местные жители между собой зовут «Калааллисут» (Kalaallisut). Жители северной, западной и восточной областей пользуются собственным характерным для каждой местности локальным диалектом, сохраняя свою региональную идентичность. Язык Калааллисут, используемый в качестве официального и общего, на самом деле является диалектом юго-западной части, где проживает большинство населения и сосредоточена политическая и экономическая жизнь.

История хозяйственной деятельности

Предки коренного населения Гренландии также являются предками современных инуитов (эскимосов) Канады, Аляски и Чукотки. 4600 лет назад они пришли из Северо-Восточной Азии и поселились на оставшихся не покрытыми ледяным щитом небольших участках суши на побережье. Источником их пропитания были такие сухопутные животные, как овцебыки и карibu (дикие северные олени), тундровые куропатки и перелётные птицы (гуси и утки), морские млекопитающие (тюлени, моржи, белые медведи), рыба (палтус, арктический голец).

На протяжении нескольких тысяч лет люди адаптировались к изменениям в среде обитания, меняя используемую для пропитания добычу, места проживания и образ жизни в соответствии с условиями циклично сменяющихся друг друга периодов потепления и похолодания. Вплоть до XX века единственным домашним животным в Гренландии была собака. Хотя здесь и обитали дикие северные олени, местное население, в отличие от народов Сибири, никогда не занималось их разведением.

Около 1000 лет назад из Северной Европы через Исландию сюда пришли скандинавы (викинги), которые на протяжении нескольких веков до 1450 года жили в Южной Гренландии. Именно скандинавы дали острову название «Гренландия», что означает «зелёная страна»: тогда здесь стоял относительно тёплый климат и летом земля покрывалась доходившей до колен сочной зелёной травой.

В 1720-х годах в Гренландию из Датско-Норвежского королевства прибыл лютеранский миссионер по имени Ханс Эгеде; это событие открыло путь к превращению Гренландии в колонию Дании. Датское правительство построило школы в каждой деревне, в которых использовались учебники на гренландском языке, и в целом проводило сравнительно мягкую колониальную политику, направленную на то, чтобы «управлять, но не править». В 1953 году Гренландия стала неотъемлемой частью Дании, в 1978 году была признана её автономия в отношении внутренних вопросов управления (home-rule), а в 2009 году остров получил расширенную автономию (self-rule).



Воссозданная стоянка скандинавов (викингов) в Кассиарсуке (61°8'60 с. ш.) (Фото С. Хонда, 2013 год)

Модернизация и потепление

Охота, рыболовство и собирательство, как виды хозяйственной деятельности, остаются практически неизменными с давних времён, но развивается их механизация. Во многих местностях собачьи упряжки уступили место снегоходам,

а каяки — алюминиевым лодкам с подвесным мотором. С наступлением XX века на юге Гренландии было внедрено овцеводство и в настоящее время остров полностью обеспечивает себя бараниной. Производство картофеля обеспечивает 10% внутренних потребностей, но по большинству видов овощей и фруктов страна практически на 100% зависит от импорта. Может показаться, что потепление благотворно скажется на овцеводстве и возделывании сельскохозяйственных культур, но вот уже в течение нескольких десятилетий наблюдается значительное сокращение количества осадков, что вызывает проблему нехватки воды на пастбищах и овощных полях.

По всем продуктам питания, кроме тюленьего и китового мяса, которыми Гренландия себя полностью обеспечивает, остров зависит от импорта из Дании и других стран. Во многих населённых пунктах имеются большие супермаркеты, в которых представлен богатый ассортимент импортных продуктов питания.

Экономическая база Гренландии поддерживается выделяемыми датским правительством единовременными дотациями без ограничения по целям расходования, а также доходом от рыболовства и туризма. Помимо опасений, связанных с сокращением площади морских льдов и ущербом от наводнений, среди местного населения растёт беспокойство относительно того, что отступление ледяного щита в процессе дальнейшего потепления откроет новые возможности добычи полезных ископаемых, например редких металлов, а уменьшение площади морских льдов приведёт к развитию морского нефтяного промысла. В то же время высказываются и чаяния, что такое развитие событий поможет достичь экономической независимости и даже полной независимости страны.



Супермаркет в г. Тасиусах
(Фото С. Хонда, 2012 год)

Таяние ледников

Происходящие в ледниках Гренландии изменения особенно заметно проявляются в прибрежных районах, где температура воздуха выше и где ледники напрямую контактируют с морем. Если прибрежные ледники растают, это окажет огромное влияние как на сухопутную, так и на морскую среду. Изменения, происходящие в окружающей среде в прибрежных районах, вызывают серьёзные опасения и с точки зрения жизни людей, проживающих в Гренландии.

Давайте рассмотрим, какое влияние оказывает талая ледниковая вода на морскую среду. Увеличение объёмов талой воды, стекающей с ледников в океан, приведёт к увеличению поступления в океан пресной воды и отложений. Это изменит свойства морской воды и одновременно окажет влияние на морские экосистемы. Такие изменения в окружающей среде имеют огромное значение для гренландцев, поскольку морепродукты, такие как северная креветка и палтус, являются для них важными хозяйственными ресурсами. Изменения в морской среде непременно скажутся и на традиционно ведущихся здесь охоте на морских млекопитающих и китобойном промысле. Кроме того, в последние годы участились наводнения в результате разлива стекающих с ледников рек, что также является одним из проявлений изменений в окружающей среде. Надо сказать, что наводнения вследствие разлива стекающих с ледников рек вызываются не только ускорившимся таянием ледников и ледяного щита, но и участившимися ливнями из-за все чаще возникающих даже в Арктике погодных катаклизмов. Реки представляют собой необходимый для жизни людей источник воды, поэтому изменения расхода воды в реке и её качества имеют жизненно важное значение.

Изменения в ледниках также вызывают глобальные перемены в окружающей среде. Как уже говорилось, таяние льдов в Гренландии является важным фактором, вызывающим подъем уровня Мирового океана. Кроме того, объёмы пресной воды, попадающие в океан с ледников, влияют на океаническую циркуляцию, играющую главную роль в теплопередаче на поверхности Земли. Считается, что в прошлом на протяжении нескольких десятков тысяч лет Гренландия уже неоднократно сбрасывала огромные объёмы пресной воды в океан, вызывая изменения в океанической циркуляции и, как результат, изменения климата в глобальных масштабах.



Посёлок Тасилак (65°36'48 с. ш.) (Фото С. Хонда, 2015 год)



Рыболовные суда в порту Нуук (Фото С. Хонда, 2003 год)



Перспективы устойчивого будущего





Глава 10

Почему происходит потепление: с позиций глобальной перспективы

Почему же изначально происходит глобальное потепление? И как меняются отношения между Арктикой и всем миром в результате глобального потепления? Также давайте рассмотрим и меры, предпринимаемые международным сообществом в связи с изменениями климата в Арктике.

Парниковые газы и деятельность человека

Падающий на Землю солнечный свет проходит сквозь атмосферу и согревает земную поверхность, после чего тепло, отражаемое земной поверхностью поглощается парниковыми газами и согревает атмосферу (рис. 10-1). Поэтому на планете в настоящее время установилась и сохраняется средняя годовая температура в районе 15°C. Считается, что если бы в атмосфере отсутствовали парниковые газы, такие как водяной пар, углекислый газ, метан и др., то средняя температура составляла бы около минус 18°C. Глобальное потепление, вызывающее сейчас большие опасения по всему миру, представляет собой повышение температуры на планете вследствие повышения концентрации этих парниковых газов. В докладе Межправительственной группы экспертов по изменению климата (МГЭИК) утверждается, что глобальная концентрация углекислого газа в атмосфере, составлявшая в доиндустриальную эпоху (1750 г.) 280 ppm, в результате активизации деятельности человека в 2013 году превысила 400 ppm. Существует несколько видов парниковых газов, способствующих глобальному потеплению. Из них на долю углекислого газа приходится 76,7%, метана — 14,3%, оксида азота — 7,9%, разрушающего озоновый слой хлорфторуглерода (CFCs, HCFCs) — 1,1%. Таким образом, главной причиной глобального потепления является углекислый газ, выбрасываемый в атмосферу в результате сжигания ископаемого топлива — нефти и каменного угля.

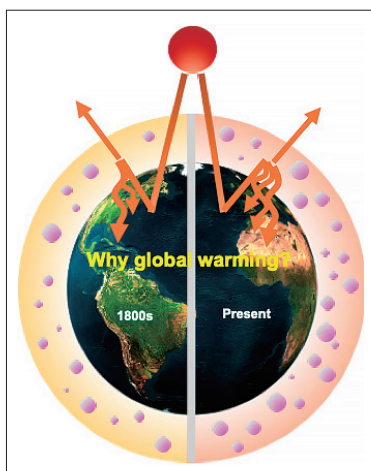


Рис. 10-1. Механизм глобального потепления, вызванного парниковыми газами (Составлено Хотэк Пак)

Потепление в последние годы

В 5-м докладе МГЭИК (2013) говорится, что за 132 года, с 1880 по 2012 гг., среднемировая приповерхностная температура выросла на $0,85^{\circ}\text{C}$ (рис. 10-2). В докладе отмечается, что рост температуры за последние 50 лет обусловлен скорее не природными изменениями, а вызван главным образом антропогенными факторами. Как видно из рис. 10-2, наибольший рост температуры наблюдается на Северном полюсе, где температура растёт со скоростью, более чем в 2 раза превышающей среднюю скорость роста температуры в целом по миру. Подчёркивается, что повышение температуры в Арктике происходит под влиянием уменьшения площади морских льдов в Северном Ледовитом океане и проникновения в Арктику тёплых ветров с юга.

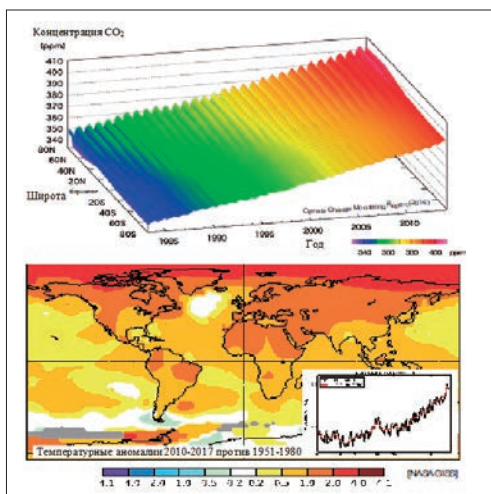


Рис. 10-2. Концентрация углекислого газа, продолжающая повышаться вследствие деятельности человека (вверху), и, как следствие, заметное повышение температуры в Арктике в 2010–2017 гг. относительно среднего значения за 1951–1980 гг. (внизу) (NASA GISS: Институт космических исследований НАСА имени Годдарда (США))

Влияние на Арктику

В арктических районах суши широко распространена вечная мерзлота (слой грунта, круглогодично находящийся в замёрзшем состоянии). В последние годы в связи с резким ростом грунтовой температуры внутри зоны вечной мерзлоты, вызванным потеплением, наблюдается увеличение глубины оттаивающего летом деятельного слоя (слоя грунта с температурой 0°C и выше).

Вечная мерзлота содержит большое количество льда и органического углерода. По некоторым данным, содержание в вечной мерзлоте органического углерода более чем в 2 раза превышает содержание углерода в атмосфере (750 PgC). В зоне вечной мерзлоты в результате потепления активно развиваются термокарстовые процессы: подземный лёд оттаивает, грунт проседает, а в образовавшихся пониженных участках накапливается вода, образуя озера и болота. Одновременно с этим, содержащийся в пласте вечной мерзлоте органический углерод разлагается под влиянием деятельности микроорганизмов, в результате чего увеличиваются объёмы атмосферных выбросов метана и углекислого газа (рис. 10-3). Эти выбросы способствуют росту концентрации парниковых газов в атмосфере, тем самым ускоряя потепление.

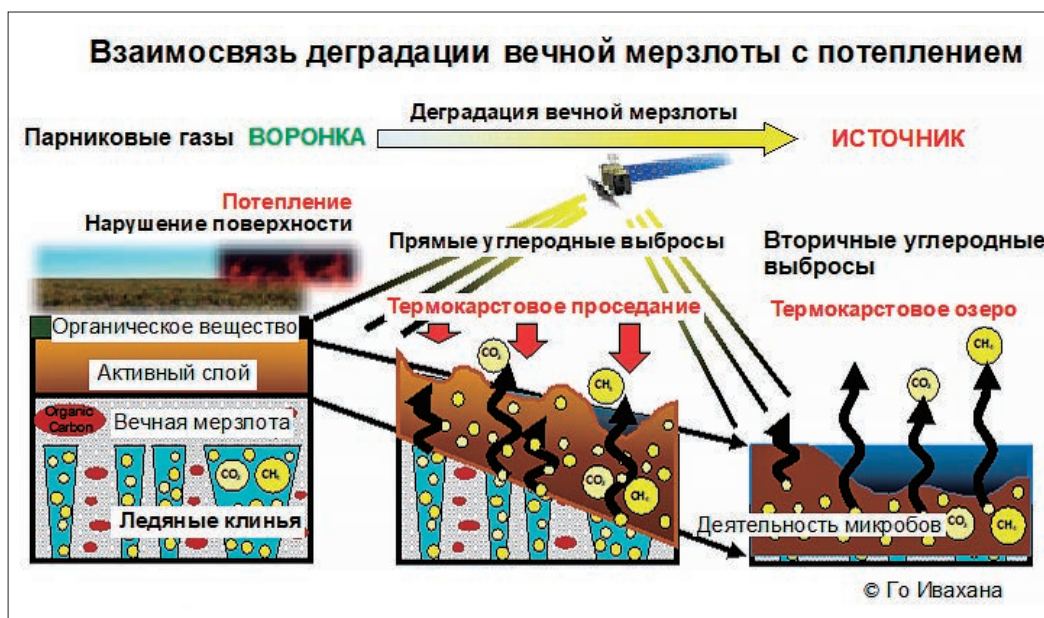


Рис. 10-3. Термокарстовые проседания земли в поясе вечной мерзлоты и выбросы парниковых газов (Составлено Го Ивахана)

Ответ скрывается в вечной мерзлоте

В 5-м докладе МГЭИК (2013) прогнозируется, что даже при максимальном снижении выбросов парниковых газов в будущем, к 2100 году температура в целом на планете повысится на 0,3–1,7°C, а при наихудшем сценарии произойдёт повышение температуры воздуха на целых 4,8°C. Особые опасения вызывает цепная реакция потепления, поскольку повышение температуры воздуха, способствуя таянию вечной мерзлоты, вызывает увеличение выбросов парниковых газов, что в свою очередь ещё больше ускоряет рост температуры воздуха. Согласно последним данным моделирования, предполагается, что к 2100 году выбросы из зоны вечной мерзлоты максимально достигнут: по углекислому газу — около 250 PgC, по метану — около 5 Pg (рис. 10-4). Метан способствует потеплению приблизительно в 30 раз сильнее углекислого газа, поэтому если пересчитать показатель по метану (5 Pg) в цифры для углекислого газа, то это значение соответствует выбросам 150 PgC углекислого газа. Однако в текущей модели не учитываются многие сложные процессы, идущие в Арктике в результате таяния вечной мерзлоты, например образование озёр и болот. Поэтому с большой вероятностью влияние вечной мерзлоты на глобальное потепление может даже значительно превысить все существующие прогнозы.

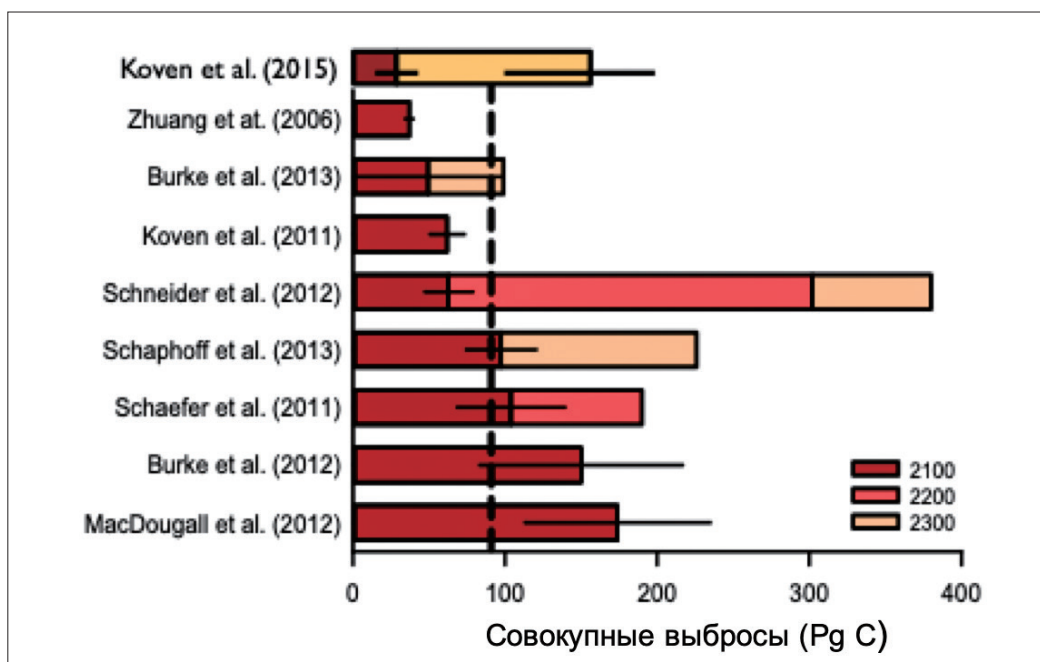


Рис. 10-4. Сравнение прогнозируемых будущих выбросов углекислого газа в зоне вечной мерзлоты вследствие потепления (Schaefer, et al. 2014)



Глава 11

Политическая система и устойчивое будущее в Арктике

Коренное население и международные организации

В деле решения проблем, связанных с потеплением в Арктике, важную роль играют не только государства и межгосударственное сотрудничество, но и международные организации, сформированные общественными группами, организациями и правительствами государств, которые выполняют разнообразные функции. МГЭИК ведёт изучение ситуации в глобальном масштабе, а делами Арктики активно занимается Арктический совет. Арктический совет представляет собой международный форум, учреждённый в 1996 году, в котором участвуют Канада, Дания, Финляндия, Исландия, Норвегия, Россия, Швеция, США, а также организации, представляющие коренные народы Арктики.

До сих пор считалось, что принятие решений в международном сообществе должно осуществляться через заключение и ратификацию государствами международных соглашений и договоров. Однако, как видно на примере экологических проблем, становится очевидно, что государства не обладают достаточной способностью решения международных проблем. В целях поддержания механизма устойчивого управления необходимо отойти от схемы принятия решений государствами, действующими в собственных интересах, и посредством привлечения к процессу принятия решений большого круга людей повысить действенность управления. В Арктическом совете существует категория постоянных членов, в качестве которых функционируют и организации, представляющие коренные народы Арктики. Одной из таких организаций является Ассоциация коренных малочисленных народов Севера, Сибири и Дальнего Востока Российской Федерации (АКМНСС и ДВ РФ). Основанная в 1990 г. Ассоциация объединяет 35 этнических и региональных организаций коренных малочисленных народов Севера, Сибири и Дальнего Востока России во всех регионах их проживания. В сфере её ответственности находится 40 коренных малочисленных

народов общей численностью более 270 тыс. чел., проживающих на огромных пространствах от Мурманска до Камчатки, на которые приходится более 60% от всей территории России. Иными словами, коренные народы российской Арктики также участвуют в принятии решений международной организации наравне с правительствами государств.

Почему же такое право было предоставлено именно коренным народам? Главным образом это обусловлено наследием прошлого: в истории и спорных моментах в Арктике коренные народы всегда действовали на первом плане. Возьмём, к примеру, «историю Нового времени» в Арктике, характеризующуюся прежде всего колониализмом: её можно рассматривать как историю отношений правления и подчинения между государством и коренными народами. В последние годы наблюдается подъем движения не только в поддержку «признания» государством прав коренного населения, но и, сверх того, за «воссоздание» мировоззрения коренных народов, а также за «примирение», под которым понимается заключение конвенции для построения равноправных отношений между государством и коренным населением.



Конференция Ассоциации коренных малочисленных народов Севера, Сибири и Дальнего Востока Российской Федерации (Фото С. Корсава, Москва, 2018 год)

Устройство автономии Гренландии

В России, даже при всём наличии разного рода ограничений, в рамках федеративной системы предусмотрен механизм участия в принятии политических решений с региональной и национальной точки зрения, примером чему служит Республика Саха. А как дела обстоят в уже знакомой нам Гренландии, которая является автономной территорией Дании? Итак, давайте рассмотрим систему самоуправления Гренландии.

Принадлежащая Дании Гренландия в 1979 году первой среди населённых коренными жителями территорий Арктики получила право самоуправления. Так Гренландия превратилась в обладающую высокой степенью автономии территорию с выборным представительным органом — ландстингом, состоящим из 31 депутата, и исполнительным органом — земельным правлением, состоящим из нескольких выборных министров. Характерная особенность принятия внутривнутриполитических решений в Гренландии состоит в том, что на вооружение взята система эффективного отражения в политических решениях традиционных знаний коренного населения.

Научные знания и традиционные знания

При принятии политических решений по вопросам, касающимся морских и сухопутных млекопитающих, рыбы и т. п., тесно связанным с культурой и жизнью коренных жителей, учитываются не только научные знания, имеющие тенденцию к рассмотрению окружающей среды вне отношений с человеком и её объективации, но и традиционные знания, в рамках которых человек рассматривается в тесной связи с природой в качестве её неотъемлемой части. Это связано с тем, что все принимающие решения лица исходят из одной и той же посылки, что сочетание этих двух подходов и взаимодействие между ними позволяет принимать более разумные решения.

Научные знания и ранее предоставляли важные сведения для принятия управленческих решений. Однако нельзя сказать, что у нас уже достаточно накоплено знаний об окружающей среде, и в действительности порой даже на этапе реализации решений, принятых на основе обычного научного мониторинга, приходится сталкиваться с разнообразными трудностями. С другой стороны,

считается, что коренные охотники, которые круглый год находятся в непосредственной связи с окружающей средой, наблюдают и воспринимают её целостно, интуитивно и даже спиритуально, исходя из своего опыта, обладают более глубоким пониманием в отношении неё. Однако ранее не было предусмотрено канала, позволявшего системно использовать их знания в процессе принятия политических решений. Комплексное задействование обоих подходов нацелено на выработку оптимальных решений для адаптации к суровым природным условиям Арктики.

Говоря более конкретно, от традиционных знаний ожидается особенно эффективный вклад при осмыслении задач обеспечения воспроизводства животных, установлении периодов, мест и квот добычи; решении вопросов, связанных с обращением с животными, способами добычи, сокращением времени умерщвления, уменьшением потерь и т. д. Подобное мышление и механизмы, принятые на вооружение в Гренландии, получили высокую оценку как «наиболее передовая система управления ресурсами коренных народов в мире». С другой стороны, высказываются и негативные оценки, утверждающие, что данная система носит лишь формальный и показательный характер, фактически же мнение охотников, основанное на традиционных знаниях, совершенно не учитывается и управление природной средой осуществляется произвольно лишь самими учёными. Ясно, что этот механизм ещё должен доказать свою действенность и жизнеспособность.



Научные и традиционные знания в процессе принятия политических решений в Гренландии
(Составлено М. Такахаси)



Глава 12

Арктика и Азия

Энергетические ресурсы и Азия

До сих пор речь шла о влиянии глобального потепления на природный мир и общество в Арктике. Изменяющаяся Арктика в свою очередь оказывает разнообразное влияние на различные регионы мира. В особенности хочется остановиться на некоторых текущих аспектах, связанных с Азией.

Например, почти всю нефть и природный газ, которую потребляет Япония, она импортирует из-за рубежа. Около 87% японского импорта нефти приходится на Ближний Восток, около 6% — на Россию. Что касается природного газа, то Япония полностью его импортирует в виде сжиженного природного газа (СПГ); здесь доля России составляет 9%.

В последние годы из-за климатических изменений в Северном Ледовитом океане площадь морских льдов уменьшилась, что упростило доставку в Арктику рабочей техники и оборудования для производства и освоения ресурсов, а также вывоз из Арктики произведённых там нефти и СПГ. Благодаря этому добыча нефти и природного газа в Арктике развивается невиданными темпами.

Строительство новых газопроводов

Россия, являющаяся великой нефтяной и газовой державой, до сих пор прокладывала газо- и нефтепроводы из Сибири — основного места добычи нефти и газа, по которым экспортировала их в Европу. Приблизительно с середины 2000-х годов Россия начала активными темпами наращивать экспорт в Азию. Так, был введён в эксплуатацию нефтепровод, связывающий месторождения в Сибири с портом под Владивостоком, по которому нефть пошла на экспорт в Китай, Японию, Корею и др. страны. Сейчас более 1/4 российского экспорта нефти направляется в Восточную Азию. Получается, что часть добытой на Талаканском месторождении в Республике Саха нефти потребляется и в Японии.

В 2009 году впервые в России на острове Сахалин был построен завод по производству СПГ, который в основном экспортируется в Японию. В конце 2017 года второй такой завод был построен на полуострове Ямал. Произведённый там СПГ по Северному морскому пути летом, когда тает лёд, направляется на экспорт в Азию, а зимой — в Европу. В настоящее время разрабатывается новый план наладки экспорта природного газа из Сибири в Китай, в том числе с Чаяндинского нефтегазоконденсатного месторождения в Республике Саха. Очевидно, что Россия стремится занять ведущие позиции среди главных экспортёров СПГ в мире.



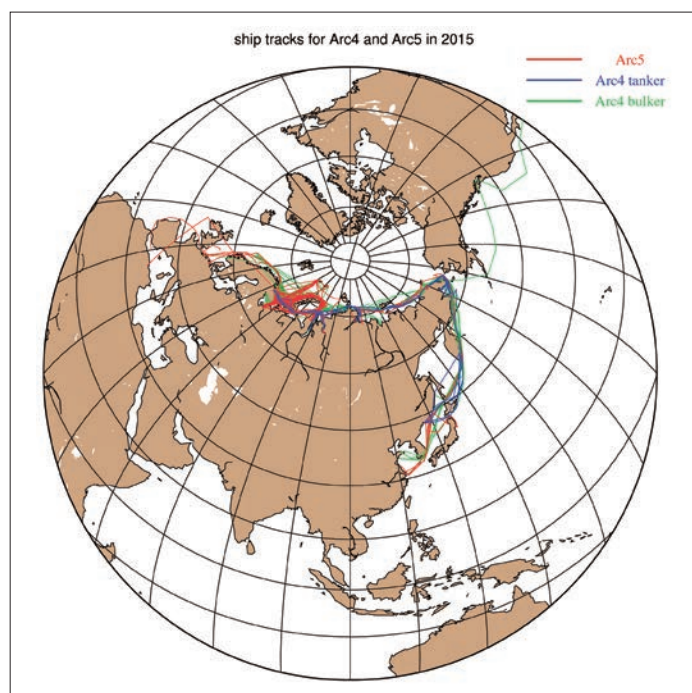
Танкер-газовоз, перевозящий СПГ с острова Сахалин (Фото С. Табата, 2011 год)

Северный морской путь

Площадь морских льдов в Северном Ледовитом океане продолжает сокращаться, вследствие чего вдоль побережья России на некоторое летнее время открывается морской коридор, практически свободный от морского льда. Период навигации вдоль российского побережья Северного Ледовитого океана увеличивается, в то время как риск, что судно может оказаться запертым во льду, снижается. Для Северного морского пути, проходящего в Северном

Ледовитом океане вдоль побережья России и связывающего Атлантический и Тихий океаны, открываются новые возможности не только в качестве морской транспортной артерии для прибрежных регионов России, но и в качестве глобальной морской транспортной магистрали между Европой и Азией.

Так, например, для перевозки СПГ с полуострова Ямал, о которой упоминалось выше, планируется совершать более 160 рейсов в год в оба конца (15 специализированных танкеров-газовозов будут курсировать между Ямалом, Европой и Азией). В процессе дальнейшей реализации Россией программы производства СПГ в Арктике Северный морской путь превратится в новый важный транспортный коридор перевозки энергетических ресурсов. Северный морской путь стал также активно использоваться для морских грузовых перевозок между Европой и Азией, а также туристических круизов в Северном Ледовитом океане. Использование Северного морского пути для морских перевозок между европейскими и азиатскими портами позволяет сократить расстояние на 30–40% по сравнению с обычным маршрутом через Суэцкий канал. В то же время использование Северного морского пути сопряжено со множеством проблем, например, требуются специальные грузовые суда, приспособленные к навигации в холодных морях; при наличии морского льда судам требуется поддержка российских атомных ледоколов, предоставляемая на платной основе, и т. п.



Маршруты навигации грузовых судов через Северный морской путь (2015).

Обмены между Сибирью и Азией

Увеличение количества грузовых судов, проходящих через Северный морской путь, откроет новые возможности для его использования в качестве важной логистической магистрали, связывающей не только регионы на побережье Северного Ледовитого океана, но и районы бассейнов больших рек, впадающих в него. Если соединить такие реки, как Лена, Енисей и др., до сих пор выполняющие роль речных транспортных путей во внутриматериковые регионы, с Северным морским путём, то они свяжут внутренние водотранспортные пути с внешними регионами. Для достижения этой цели потребуется выполнить множество условий: построить порты и наладить инфраструктуру, производить отвечающие требованиям рынка товары, обеспечить достаточный спрос и т. д. Как бы то ни было, тот факт, что открывается окно новых возможностей, — неоспорим.

В сфере добычи полезных ископаемых и освоения Северного Ледовитого океана всё ещё остаётся множество неясностей и нерешённых проблем. Безусловно, для поиска их решения потребуются новые исследования и научные изыскания, дискуссии и сотрудничество, гибкое мышление и инновационные технологии, а также готовность бросить вызов. Но в любом случае несомненно то, что отношения между Сибирью и Азией в дальнейшем будут строиться в новом, отличном от сложившегося ранее, формате. Думается, что от нас прежде всего требуется связать этот процесс с созданием устойчиво развивающегося мирного и богатого будущего для всего мира.



Грузовое судно в порту
на реке Лена в г. Якутске
(Фото Н. Оцука, 2004 год)

Библиография

AMAP (2017) *Snow, Water, Ice and Permafrost in the Arctic (SWIPA) 2017*. Oslo: Arctic Monitoring and Assessment Programme (AMAP).

Caulfield, R. A. (1997) *Greenlanders, Whales, and Whaling: Sustainability and Self-Determination in the Arctic*. Hanover and London: University Press of New England.

Crate, S., M. Ulrich, J.O. Habeck, A.R. Desyatkin, R.V. Desyatkin, A.N. Fedorov, T. Hiyama, Y. Iijima, S. Ksenofontov, C. Meszaros and H. Takakura, (2017) Permafrost livelihoods; A transdisciplinary review and analysis of thermokarst-based system of indigenous land use. *Anthropocene* 18:89-104.

Fedorov, A. N., R. N. Ivanova, H. Park, T. Hiyama, and Y. Iijima, (2014a) Recent air temperature changes in the permafrost landscapes of northeastern Eurasia. *Polar Science* 8:114–128.

Fedorov, A. N., P. P. Gavriliev, P. Y. Konstantinov, T. Hiyama, Y. Iijima and G. Iwahana (2014b) Estimating the water balance of a thermokarst lake in the middle of the Lena River basin, eastern Siberia. *Ecohydrology* 7:188–196.

Fedorov, A.N., Vasilyev, N.F., Torgovkin, Y.I., Shestakova, A.A., Varlamov, S.P., Zheleznyak, M.N., Shepelev, V.V., Konstantinov, P.Y., Kalinicheva, S.S., Basharin, N.I., Makarov, V.S., Ugarov, I.S., Efremov, P.V., Argunov, R.N., Egorova, L.S., Samsonova, V.V., Shepelev, A.G., Vasiliev, A.I., Ivanova, R.N., Galanin, A.A., Lytkin, V.M., Kuzmin, G.P., Kunitsky, V.V., (2018) Permafrost-Landscape Map of the Republic of Sakha (Yakutia) on a Scale 1:1,500,000. *Geosciences* 2018, 8, 465. doi.org/10.3390/geosciences8120465.

Hiyama, T. (2012) Hokyoku, koido no shizenkankyo [Natural environment in the Arctic and high latitude]. In *Gokkan no shiberia ni ikiru* [Living the harsh Siberia], Hiroki Takakura (ed.), pp.98-111. Tokyo: Shinsensya.

Hiyama, T. and J. Fujiwara (eds.) (2015) *Kankyo ningengaku to chiiki Shiberia, ondanaka suru hokkyoku no mizukankyo to syakai* [Environmental human science and Siberia area, Global warming in far north water environment and society] Kyoto: Kyoto Daigaku Gakujutu Shupankai.

Hiyama, T. and H. Takakura (eds.) (2017) *Global Warming and Human-Nature Dimension in Northern Eurasia*. Singapore: Springer.

Hokkaido Museum of Northern Peoples (ed.) (1995) *Northern Peoples Hoppouminzoku wo shirutame no gaido* [Northern Peoples: A Guide for Knowing Northern Peoples]. Abashiri: Hokkaido Museum of Northern Peoples.

Hokkaido Museum of Northern Peoples (ed.) (2013) *Kyokuhoku no shima Gurinrando: hyoukai no hanta, Esukimo* [Far north island of Greenland: Hunter of ice sea, Eskimo]. Abashiri: Hokkaido Museum of Northern Peoples.

Iijima, Y., A.N. Fedorov, H. Park, K. Suzuki, H. Yabuki, T.C. Maximov, and T. Ohata (2010) Abrupt increase in soil temperature under conditions of increased precipitation in a permafrost region, the central Lena River basin. *Permafrost and Periglacial Processes* 21:30–41.

IPCC (2013) *Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Stocker, T.F., D. Qin, G.-K. Plattner, M. Tignor, S.K. Allen, J. Boschung, A. Nauels, Y. Xia, V. Bex and P.M. Midgley (eds.), Cambridge and New York: Cambridge University Press.

Nakada, A. (2012) Tonakai bokutikuno rekishiteki tenkai to kachikuka no kigen [Historical development of reindeer herding and the origin of domestication]. In *Gokkan no shiberia ni ikiru* [Living the harsh Siberia], Hiroki Takakura (ed.), pp.49-68. Tokyo: Shinsensya.

Nordic Council of Ministers (2015) *Local knowledge and resource management: On the use of indigenous and local knowledge to document and manage natural resources in the Arctic*. Copenhagen: Nordic Council of Ministers.

Otsuka, N., Li, X., Tateyama, K. (2019). Investigation of ship speed along the Northern Sea Route by satellite AIS. *Proceedings of the 34th Intl. Symp. Monbetsu: Okhotsk Sea and Polar Oceans Research Association (OSPORA)*

Otsuka, N., T. Tamura and M. Furuichi (2018) Northern Sea Route (NSR) shipping, current status and feasibility. In *Russia's Far North: The Contested Energy Frontier*. V. Tynkkynen, S. Tabata, D. Gritsenko and M. Goto, (eds.), pp.43-63. Abingdon, Oxfordshire: Routledge.

Reich, D. (2018) *Who we are and how we got here: Ancient DNA and the new science of the human past*. Oxford: Oxford University press.

Sasaki, S. (2012) Jinrui no shiberia shinsyutu: tayo na seizon, tekio senryaku [Human advance into Siberia: various survival, adaptation strategy]. In *Gokkan no shiberia ni ikiru* [Living the harsh Siberia], Hiroki Takakura (ed.), pp.30-48. Tokyo: Shinsensya.

Schaefer, K., H. Lantuit, V.E. Romansovsky, E. A. G. Schuur and R. Witt. (2014) The impact of the permafrost carbon feedback on global climate. *Environmental Research Letters* 9. doi:10.1088/1748-9326/9/8/085003

Sugiyama, S. (2019) Glacial Retreat and Marine Life in Greenland. *Scientia*. 124 :17-21.

Tabata, S. and X. Liu (2012) Russia's Energy Policy in the Far East and East Siberia. In *Russia's Energy Policy: National, Interregional and Global Dimensions*. Pami Aalto (ed.), pp.156-181. Cheltenham: Edward Elgar.

Takahashi, M. (ed.) (2019) *The Influence of Sub-state Actors on National Security: Using Military Bases to Forge Autonomy*. Berlin, Heidelberg, Dordrecht, New York: Springer.

Takakura, H. (2016) Limits of pastoral adaptation to permafrost regions caused by climate change among the Sakha People in the middle basin of Lena River. *Polar Science* 10(3): 395-403.

Tamm E, Kivisild T, Reidla M, Metspalu M, Smith DG, Mulligan CJ, et al. (2007) Beringian Standstill and Spread of Native American Founders. PLoS ONE 2(9): e829.
<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0000829>

Zimov, S.A., N.S. Zimov, A.N. ikhonov and F.S. Chapin III (2012) Mammoth steppe: a high-productivity phenomenon. *Quaternary Science Reviews* 57: 26-45.

Для дальнейшего исследования

Глава 1 Глобальное потепление и Республика Саха (Якутия)

Hiyama, T. and H. Takakura (eds.) (2017) *Global Warming and Human-Nature Dimension in Northern Eurasia*. Singapore: Springer.

Глава 2 Ледниковый период и вечная мерзлота

Iijima, Y. and A.N. Fedorov, (2019) Permafrost-Forest Dynamics. In *Water-Carbon Dynamics in Eastern Siberia*, Ohta, T., T. Hiyama, Y. Iijima, A. Kotani, T.C. Maximov (eds.), pp.175-205. Singapore: Springer.

Soloviev P.A. (1959) The cryolithozone of northern part of the Lena-Amga interfluve. Moscow: USSR Academy of Sciences Publ. (In Russian).

Глава 3 История человека в Арктике

Reich, D. (2018) *Who we are and how we got here: Ancient DNA and the new science of the human past*. Oxford: Oxford University press.

Глава 4 Алаасы и экосистемы

Fotiev, S.M. (2006) Modern conception of the evolution of cryogenic area of West and East Siberia in Pleistocene and Holocene (report 2). *Kriosfera Zemli*. X 2:3-26. (in Russian).

Глава 5 Вечная мерзлота как пространство жизнедеятельности человека

Takakura, H. (2015) *Arctic Pastoralist Sakha: Ethnography of Evolution and Microadaptation in Siberia*. Melbourne: Trans Pacific Press.

Глава 6 Влияние распада СССР на деревню

Buchkova J., B., and T. G. Jordan-Buchkov, (2001) *Siberian Village: Land and Life in the Sakha Republic*. Minneapolis, London: University of Minnesota Press.

Crate, S. A. (2006) *Cows, Kin, and Globalization: An Ethnography of Sustainability*. Lanham: Altamira Press.

Иванов, В.Н., И.И. Подойницына, В.Б. Игнатъева (ред), (2000) *Первые шаги фермерства в Республике Саха (Якутия): социологический анализ*. Якутск: ИГИ АН РС(Я).

Глава 7 Потепление и вечная мерзлота

AMAP (2017) *Snow, Water, Ice and Permafrost in the Arctic (SWIPA)2017*. Oslo: Arctic Monitoring and Assessment Programme (AMAP).

Boike, J., Grau, T., Heim, B., Gunther, F., Langer, M., Muster, S., Gouttevin, I., Lange, S. (2016) Satellite-derived changes in the permafrost landscape of central Yakutia, (2000-2011) Wetting, drying, and fires. *Global and Planetary Change*.139:116-127.

Liljedahl A.K., Boike J., Daanen R.P., Fedorov A.N., Frost G.V., Grosse G., Hinzman L.D., Iijma Y., Jorgenson J.C., Matveyeva N., Necsoiu M., Reynolds M.K., Romanovsky V.E., Schulla J., Tape K.D., Walker D.A., Wilson C.J., Yabuki H. & Zona D. (2016) Pan-Arctic ice-wedge degradation in warming permafrost and its influence on tundra hydrology. *Nature Geoscience*. 9: 312-318.

Глава 8 Влияние потепления и реакция населения

Crate, S. A. (2017) Climate change adaptation and traditional cultures in Northern Russia. *Current history*. 116(792):277-281.

Stammler-Gossmann, A. (2017) *Climate, change and reindeer herders' village. Tundra life in 'high resolution'*. Essen: Alcorde Verlag.

Глава 9 Гренландия

Sejersen, F. (2015) *Rethinking Greenland and the Arctic in the Era of Climate Change: New Northern Horizons*. London & New York: Routledge.

Doel, R. E., K. C. Harper, H. Heymann eds. (2016) *Exploring Greenland: Cold War Science and Technology on Ice*. New York: Palgrave Macmillan.

Глава 10 Почему происходит потепление: с позиций глобальной перспективы

ACIA (2004) *Impacts of a Warming Arctic: Arctic Climate Impact Assessment. ACIA Overview report*. Cambridge: Cambridge University Press.

IPCC (2013) *Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Stocker, T.F., D. Qin, G.-K. Plattner, M. Tignor, S.K. Allen, J. Boschung, A. Nauels, Y. Xia, V. Bex and P.M. Midgley (eds.), Cambridge and New York: Cambridge University Press.

Глава 11 Политическая система и устойчивое будущее в Арктике

Fondahl, G. and, G. N. Wilson eds. (2017) *Northern Sustainabilities: Understanding and Addressing Change in the Circumpolar World Springer Polar Sciences*. Cham,Switzerland: Springer.

Глава 12 Арктика и Азия

Tynkynen, V, S. Tabata, D. Gritsenko and M. Goto, (eds.) (2018) *Russia's Far North: The Contested Energy Frontier*. Abingdon, Oxfordshire: Routledge.

Список авторов

БОЯКОВА Сардана, Институт гуманитарных исследований и проблем малочисленных народов Севера СО РАН (Россия); глава 6.

ГОТО Масанори, Университет Хоккайдо (Япония); редактор, глава 6.

ГРИГОРЬЕВ Степан, Институт гуманитарных исследований и проблем малочисленных народов Севера СО РАН (Россия); глава 4.

ИГНАТЬЕВА Ванда, Институт гуманитарных исследований и проблем малочисленных народов Севера СО РАН (Россия); редактор, глава 1. 8.

ИИЗИМА Ёсихиро, Университет Миэ (Япония); редактор, глава 2. 7.

КАТО Хирофуми, Университет Тохоку (Япония); глава 3.

НАКАДА Ацуси, Хоккайдский Музей Народов Севера (Япония); глава 3.

НЕУСТРОЕВА Наталья; Иллюстрация.

ОИСИ Юка, Государственный музей этнологии (Япония); глава 3.

ОНИСИ Фудзио, Университет Хоккайдо (Япония); глава 11.

ПАК Хотэк, Японское агентство морской и земной науки и техники (JAMSTEC, Япония); глава 10.

ОЦУКА Нацухико, Университет Хоккайдо (Япония); глава 12.

СУГИЯМА Син, Университет Хоккайдо (Япония); глава 9.

ТАБАТА Синъитиро, Университет Хоккайдо (Япония); глава 12.

ТАКАКУРА Хироки, Университет Тохоку (Япония); редактор, глава 1. 4. 5.

ТАКАХАСИ Минори, Университет Хоккайдо (Япония); глава 11.

ТАНАКА Тосикадзу, Университет Тохоку (Япония); редактор, глава 8.

УЛЬРИХ Матиас, Университет Лейпцига (Германия); глава 7.

ФЁДОРОВ Александр, Институт мерзлотоведения им. П.И. Мельникова СО РАН (Россия); редактор, глава 1. 7.

ФУДЗИОКА Юитиро, Университет Киушу (Япония); глава 8.

ХАБЕК Отто, Гамбургский Университет (Германия); глава 6

ХИЯМА Тэцую, Университет Нагоя (Япония); глава 4.5.10.

ХОНДА Сюнва, Университет Хосо (Япония); глава 9.

English Summary

Permafrost and Culture: Global Warming and the Sakha Republic (Yakutia) of the Russian Federation

This book is an attempt to understand the impact of global warming on human societies in the Arctic/North in terms of the local peoples and cultures, or from the indigenous perspectives, by focusing on the peoples living in the Republic of Sakha (Yakutia) of the Russian Federation. Different lifestyles exist in the modern Arctic: the indigenous peoples in tundra and taiga, the residents of urban settlements, as well as the populations in areas of development and exploitation of natural resources. Today, climate change has made a drastic impact on the Arctic. Therefore, an integrated vision consisting of both global and local perspectives is needed to comprehensively understand climate change and its consequences for the Arctic.

Historically, and also today, the livelihood of the Sakha people is closely related to permafrost. Scientific evidence shows that the thawing of the permafrost through climate change is causing severe problems on a global scale, which is alarming both international organizations and global citizens. Scientific studies confirming actual changes to the local environment, and the communities in permafrost areas are published continuously in academia. However, it is questionable whether scientists are adequately communicating this information to both the general public and the local populations. Climate change is a global phenomenon; however, it often manifests itself as regional and local natural disasters, which makes that it is essential to view climate change from a regional perspective. Therefore, focusing on particular regions and examining specific situations in detail provides a more accurate picture of the global situation.

Russian and Japanese researchers have been conducting joint research in the Siberian region from the perspectives of social and natural sciences since the collapse of the Soviet Union. This book is one result of long-term, Russian — Japanese collaboration. The primary readership of the book is explicitly designated as young people — university student and high school students because climate change primarily affects the future of the Arctic and the entire planet. The authors believe that a deeper understanding of the history and the prevailing conditions of the environment and cultures of the Arctic/North is the key to building a sustainable future for all human beings. We hope that this book would allow the reader

to connect with the amazing dynamism of the permafrost and its cultures, and facilitate profound consideration about the future of the region and the whole planet.

This book is the result of research activities under the Arctic Regional Research Project (ArCS: Arctic Challenge for Sustainability). ArCS is an international research project jointly implemented from September 2015 to March 2020 with the support of the Japanese Ministry of Education, Culture, Sports, Science and Technology. The project, which was coordinated by three leading research organizations: the National Institute of Polar Research, the Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology, and Hokkaido University, was designed to investigate the dramatic changes to the nature and the climate of the Arctic and their impact on the environment and society. The project also has the critical task of generating accurate forecasts, and assessments of the environmental impact to assist stakeholders in Japan and abroad for making appropriate decisions on different aspects of sustainable economic activities in the Arctic.

The research under the ArCS project is conducted separately by several groups. Among them, a team of researchers centered on Tohoku University, have combined approaches of humanities, social, and natural sciences, for investigating the changes taking place in the permafrost zone and their impact on society. The Japanese participants of this international study are researchers from the University of Mie, the University of Nagoya, the Kyushu University and the Hokkaido Museum of Peoples of the North. Our Russian counterparts are researchers from the Institute of Humanitarian Research and the Indigenous Studies of the North, and the Melnikov Permafrost Institute of the Siberian branch of the Russian Academy of Sciences. This book primarily summarizes the research findings of the Tohoku University team. However, the contributions of other research teams working on the ArCS project that collaborated to this investigation are also included to deepen our understanding of the issues related to permafrost.

Authors: Hiroki Takakura, Vanda Ignatyeva, Yoshihiro Iijima, Alexander Fedorov, Hirofumi Kato, Atsushi Nakada, Yuka Oisi, Stepan Grigorev, Tetsuya Hiyama, Sardana Boyakova, Masanori Goto, Yuichiro Fujioka, Toshikazu Tanaka, Sin Sugiyama, Syunwa Honda, Hotek Pak, Fujio Onishi, Minori Takahashi, Sinichiro Tabata, Natsuhiko Otsuka, Mathias Ulich, Otto Habeck.

Вечная мерзлота и культура.

Глобальное потепление и Республика Саха (Якутия), Российская Федерация
(Permafrost and Culture: Global Warming and Sakha Republic (Yakutia), Russian Federation;
永久凍土と文化—地球温暖化とロシア連邦サハ共和国[ヤクーチア])

Под ред.: Хироки Такакура, Ёсихиро Иидзима, Ванда Игнатьева,
Александр Фёдоров, Масанори Гото, Тосикадзу Танака
[Edited by Hiroki Takakura, Yoshiro Iijima, Vanda Ignatyeva,
Aleksandr Fedorov, Masanori Goto, Toshikazu Tanaka;
高倉浩樹、飯島慈裕、ヴァンダ・イグナティエヴァ、アレクサンドル・フョードロフ、後藤正憲、田中利和編]

Supported by Arctic Challenge for Sustainability Project
funded by the Ministry of Education, Culture, Sports, Science and Technology (Japan)
(文科省補助事業北極域研究推進プロジェクト)
<https://www.arcs-pro.jp/en/index.html>

International cooperation:
Institute of Humanities Research and Indigenous Studies of the North,
Siberian Branch, Russian Academy of Sciences;
Melnikov Permafrost Institute, Siberian Branch of Russian Academy of Sciences
(ロシア科学アカデミーシベリア支部人文学北方民族問題研究所、
ロシア科学アカデミーシベリア支部メルニコフ名称永久凍土研究所)

Publisher: Center for Northeast Asian Studies, Tohoku University
Sendai, Aobaku, Kawauchi 41, 980-8576, Japan
Date of Publication: 31 October 2019
DTP: JC Partners Inc.
Iwate Pref., Shiwa-cho, Hirasawa, Tsutsumigashira 55, 028-3308, Japan

Printed in Japan
Shirayuri Co., Ltd.
Iwate Pref., Morioka-shi, Mitake 6-1-50, 020-0122, Japan

ISBN: 978-4-908203-18-3

ISBN: 978-4-908203-18-3



Центр исследований Северо-Восточной Азии
Университет Тохоку

Вечная мерзлота и культура

—Глобальное потепление и Республика Саха (Якутия), Российская Федерация—
(Учебное пособие для экологического образования)