

ИЗМЕНЕНИЕ КЛИМАТА В АРКТИКЕ ОБНОВЛЕНИЕ 2021:

ОСНОВНЫЕ ТЕНДЕНЦИИ И ВОЗДЕЙСТВИЯ

КРАТКИЙ ОБЗОР ДЛЯ ОРГАНОВ УПРАВЛЕНИЯ

ПРОГРАММА АРКТИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА И ОЦЕНКИ



ARCTIC COUNCIL


АМАР

ОСНОВНЫЕ ВЫВОДЫ

Окружающая среда Арктики продолжает меняться быстрыми темпами — при этом некоторые показатели меняются даже быстрее, чем сообщалось АМАП ранее, в 2019 году.




1 Физические факторы изменений в Арктике продолжают быстро меняться

 Ключевые показатели, такие как температура, осадки, снежный покров, толщина и протяженность морского льда, а также таяние вечной мерзлоты, свидетельствуют о быстрых и широкомасштабных изменениях, происходящих в Арктике. Важным обновлением является то, что увеличение среднегодовой температуры поверхности Арктики (суши и океана) в период с 1971 по 2019 год было в три раза выше, чем увеличение среднемирового показателя за тот же период. Это выше, чем сообщалось в предыдущих оценках АМАП.




2 Экстремальные явления в Арктике изменяются по частоте и интенсивности

 В Арктике наблюдается рост числа экстремальных явлений. Новые результаты включают недавнее увеличение частоты и/или интенсивности событий, связанных с быстрой потерей морского льда, таянием ледяного щита Гренландии и лесными пожарами. Наблюдается увеличение экстремально высоких температур и уменьшение экстремальных холодов. Холодные периоды, длящиеся более 15 дней, с 2000 года в Арктике почти не наблюдаются.



3 Изменение климата оказывает серьезное воздействие на арктические сообщества

 Изменение климата влияет на образ жизни, жизнедеятельность и продовольственную безопасность малых арктических сообществ, особенно общин коренных народов. Изменение климата в Арктике также создает серьезные риски для безопасности, здоровья и благополучия, наносит ущерб инфраструктуре и оказывает экономическое воздействие на многие сектора. Коммерческое рыболовство, аквакультура и круизный туризм расширяются в Арктике, оказывая воздействие на жизнедеятельность прибрежных сообществ, уязвимые экосистемы и на спрос на поисково-спасательные работы.



4 Арктические экосистемы переживают быстрые трансформационные изменения

 Быстро меняющаяся криосфера влияет на экосистемы по всей Арктике, изменяя продуктивность, сезонность, распределение и взаимодействие видов в наземных, прибрежных и морских экосистемах. Изменения в типе, протяженности и сезонности морского льда, снежного покрова на суше и морском льду; быстрая потеря многолетнего льда и Гренландского ледяного щита вызывают фундаментальные изменения в экосистемах, влияющие на круговорот углерода и парниковых газов. Уникальные экосистемы, такие как экосистемы, связанные с многолетним морским льдом или тысячелетними шельфовыми ледниками, находятся под угрозой, а некоторые из них исчезают.

ВЛИЯНИЕ COVID-19 НА ИССЛЕДОВАНИЯ В АРКТИКЕ

Пандемия COVID-19 оказала влияние на жителей Арктики. По данным на февраль 2021 года было зарегистрировано более 400 000 случаев заболевания и 6600 смертей. Пандемия также выявила и усугубила существующие факторы уязвимости, особенно среди коренных народов.

Основываясь на многочисленных сообщениях, пандемия COVID-19 оказала серьезное влияние на исследования в Арктике, что привело ко многим задержкам, логистическим проблемам, отменам и переносу экспедиций и других полевых работ. Ожидается, что в результате нарушения регулярности мониторинга и исследований в 2020-2021 годах возникнут пробелы в данных, в том числе в некоторых наборах долгосрочных данных, которые являются ключевыми для понимания изменения климата в Арктике. Некоторые исследовательские проекты смогли продолжить свою работу несмотря на пандемию, особенно проекты, разработанные совместно с общинами северных и коренных народов, демонстрируя устойчивость проектов, которые ведутся, совместно разрабатываются и/или реализуются в партнерстве с местными общинами.

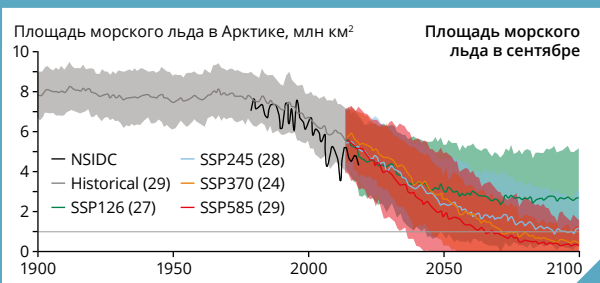
Примечание: Информация в этом поле основана на новых материалах, не включенных в полный технический отчет.



Glenn R. Spear

5 Изменения в Арктике имеют глобальные последствия

Последствия изменений в Арктике ощущаются далеко за пределами региона, и включают последствия глобального повышения уровня моря, возможностей и рисков, связанных с открытием новых судоходных маршрутов и улучшением доступа к запасам ископаемого топлива, а также вероятность обратных связей, влияющих на концентрацию парниковых газов в атмосфере. Хотя исследования продемонстрировали связь между изменениями в Арктике и погодными условиями в средних широтах, эти связи сложны и противоречивы.



6 Последние климатические модели продолжают предсказывать, что Арктика будет быстро нагреваться в течение этого столетия

Новейшее поколение прогнозов сопряженной глобальной климатической модели (CMIP6) показывает, что среднегодовая температура воздуха у поверхности земли в Арктике к 2100 году повысится на 3,3–10°C выше среднего показателя за 1985-2014 годы, в зависимости от количества будущих выбросов. Для большинства сценариев выбросов подавляющее большинство моделей CMIP6 прогнозируют, что первый случай в значительной степени свободной от морского льда Арктики в сентябре, произойдет до 2050 года. При сценарии глобального потепления на 2°C вероятность арктического лета без льда в 10 раз выше по сравнению со сценарием повышения на 1,5°C.

ПОЯСНЕНИЕ К СИМВОЛАМ:



НАБЛЮДАЕМЫЕ ЯВЛЕНИЯ



ПРОГНОЗИРУЕМЫЕ ЯВЛЕНИЯ



НОВЫЕ ДАННЫЕ



ОБНОВЛЕННАЯ ИНФОРМАЦИЯ



НЕДОСТАТОК ДАННЫХ



ПОДКРЕПЛЯЮЩАЯ ИНФОРМАЦИЯ

КОНТЕКСТ И СФЕРА ОХВАТА

Изменение климата является глобальной проблемой, но многие последствия ощущаются сейчас и наиболее сильно в Арктике. Многочисленные данные свидетельствуют о том, что коренные общины в Арктике испытывают на себе существенное воздействие изменения климата.

За последние 49 лет Арктика нагревалась в три раза быстрее, чем мир в целом, что привело к быстрым и широкомасштабным изменениям морского льда, льдов суши (ледников и ледяных щитов), вечной мерзлоты, снежного покрова и других физических особенностей и характеристик арктической среды. Эти изменения трансформируют Арктику с долгосрочными последствиями.

Этот краткий обзор для управляющих органов, представляет собой краткое изложение основных выводов в *отчете АМАП об изменении климата в Арктике за 2021 год: Основные тенденции и воздействия*, в котором содержится обновленная информация по ключевым вопросам и изменениям, произошедшим со времени публикации отчета 2017 года *Снег, вода, лед и вечная мерзлота в Арктике (SWIPA)* и отчета *Изменение климата в Арктике 2019*. В докладе за 2021 год обобщаются последние выводы об экстремальных явлениях; связи между изменениями в Арктике и погодой в средних широтах; связи между экосистемой и климатом, включая воздействия и обратные связи; и наблюдаемые (и в некоторых случаях прогнозируемые) социальные последствия изменения климата в Арктике. В докладе также представлены обновленные прогнозы изменения климата в Арктике на основе следующего поколения климатических моделей и сценариев, которые будут оценены в рамках Шестого оценочного доклада Межправительственной группы экспертов по изменению климата.

Каждая глава отчета *Изменение климата в Арктике 2021: Основные тенденции и воздействия* была написана экспертами из соответствующих научных дисциплин и подвергнута анонимной экспертной оценке. Основной отчет полностью снабжен ссылками и основан на рецензируемой научной литературе или

на новых результатах, полученных с использованием хорошо документированных наблюдений или моделей. Экспертные наблюдения, методы и исследования, использованные в докладе, в некоторых случаях включают вклад знаний коренных народов, а также традиционных и местных знаний. Однако признается, что целостное понимание изменений, происходящих в Арктике, требует равноправного включения знаний коренных народов, а также привлечения и местных и коренных народов в процессы оценки.

ПОЧЕМУ ЭТО ВАЖНО

Изменение климата является доминирующей движущей силой многих экологических, экономических и социальных преобразований в Арктике сегодня. Наряду с прямыми воздействиями, изменение климата влияет как добавочный стресс-фактор в дополнение к существующим сложностям, с которыми сталкиваются арктические сообщества, отрасли промышленности и экосистемы.


Изменения в Арктике имеют глобальные последствия. Быстрая потеря массы ледяного щита Гренландии и другого арктического материкового льда способствует глобальному повышению уровня моря в большей степени, чем таяние льдов в Антарктиде. Изменения в арктических экосистемах могут вызвать обратные связи с глобальной климатической системой, хотя будущее направление и масштабы этих обратных связей остаются неясными. Лесные пожары в Арктике приводят к выбросам углерода в атмосферу. Наличие новых судоходных маршрутов; доступ к нефти, газу и минеральным ресурсам; а также изменения в арктическом рыболовстве имеют экономические последствия как внутри Арктики, так и за ее пределами. Изменение климата также влияет на виды, которые мигрируют между арктическими и южными широтами.




ФИЗИЧЕСКИЕ ФАКТОРЫ ИЗМЕНЕНИЙ В АРКТИКЕ ПРОДОЛЖАЮТ БЫСТРО МЕНЯТЬСЯ

Изменение климата - это насущная проблема в Арктике, где температура повышается намного быстрее, чем в среднем по миру, а широко распространенные изменения в осадках, снежном покрове, вечной мерзлоте, морском и материковом льду, а также экстремальные явления преобразуют арктическую среду.


ПОСЛЕДНИЕ ВЫВОДЫ ПО КЛЮЧЕВЫМ ИНДИКАТОРАМ

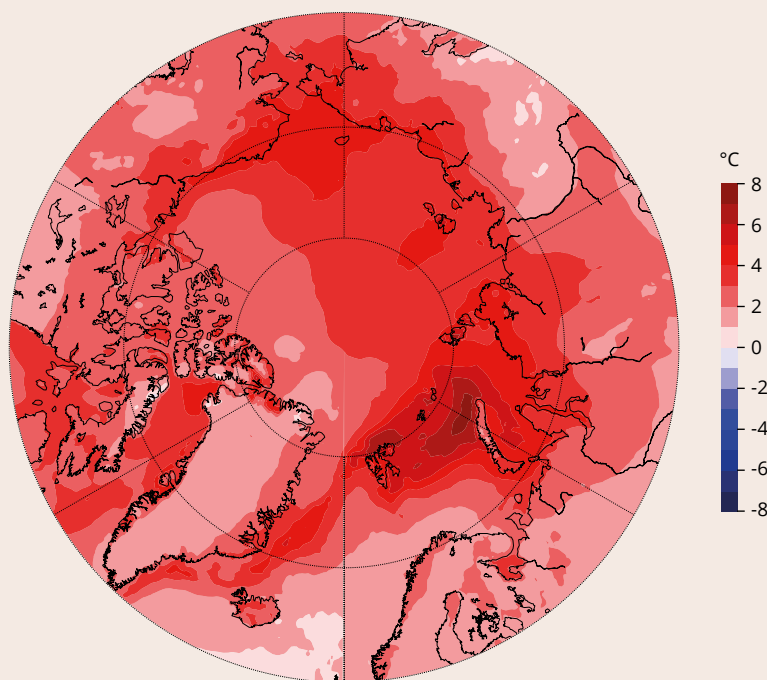
 Следующие обновления по климатическим индикаторам касаются 49-летнего периода, начинающегося в 1971 году и заканчивающегося в 2019 году, если не указано иное. 1971 год был выбран в качестве начала периода, так как это самая ранняя дата, для которой доступны многие из наиболее достоверных записей как температуры в Арктике, так и других арктических показателей.

ТЕМПЕРАТУРА ВОЗДУХА

 С 1971 по 2019 год среднегодовая приповерхностная температура воздуха в Арктике повысилась на 3,1 °С, что в три раза быстрее, чем в среднем по миру. Этот вывод основан на инструментальных данных с интерполяцией, примененной над Северным Ледовитым океаном, где наблюдения редки, и превышает увеличение, о котором сообщалось в предыдущих отчетах АМАП. Наибольшее изменение температуры воздуха за этот 49-летний период произошло над Северным Ледовитым океаном в период с октября по май, составив в среднем 4,6 °С, при этом пик потепления на 10,6 °С пришелся на северо-восточную часть Баренцева моря.

ОСАДКИ

 Общее годовое количество осадков в Арктике (дождь и снег вместе взятые) увеличилось более чем на 9 % с 1971 по 2019 год, на основе данных полученных в результате наблюдений и моделирования. За этот период количество дождевых осадков увеличилось на 24 %, при этом общей тенденции по выпадению снега в Арктике не наблюдалась. Наибольшее увеличение количества осадков приходится на холодное время года, с октября по май.



ТЕМПЕРАТУРА ВЕЧНОЙ МЕРЗЛОТЫ

С 1970-х годов арктическая вечная мерзлота потеплела на 2-3 °С. На многих более холодных участках вечной мерзлоты темпы потепления за последние 20 лет были выше, чем когда-либо с 1979 года. Сезонно-талый слой стал глубже на многих участках с 1990-х годов, и ландшафтные наблюдения указывают на таяние вечной мерзлоты по всей Арктике.

СНЕЖНЫЙ ПОКРОВ

Площадь снежного покрова в Арктике в период с мая по июнь сократилась на 21% за период с 1971 по 2019 год, при этом в Евразии она сократилась значительно больше (на 25%) по сравнению с Северной Америкой (на 17%).

Рис. 1. Годовые тренды приповерхностной температуры в Арктике в 1971–2019 гг., основанные на данных полученных в результате наблюдений и моделирования.

РЕЧНОЙ ЛЕД И ОБЪЕМ ВОДЫ

Арктические реки замерзают осенью позже, а вскрываются весной раньше. На основе данных из России, Канады и Аляски толщина льда на большинстве северных рек уменьшается, что снижает риск весенних наводнений, вызванных ледяными заторами. Объем пресной воды, текущей по восьми основным арктическим рекам в Северный Ледовитый океан, увеличился на 7,8 % в период с 1971 по 2019 год.

МОРСКОЙ ЛЕД

Протяженность арктического морского льда в сентябре сократилась на 43% в период с 1979 по 2019 год, и, за исключением Берингова моря, протяженность и площадь морского льда сокращаются по всей Арктике во все месяцы. Морской ледяной покров также продолжает оставаться моложе и тоньше, чем в 1980-х, 1990-х и начале 2000-х годов. За последние 30 лет высота снежного покрова на морском льду в западной Арктике сократилась более чем на 33%. Хотя в Атлантическом секторе Арктики в течение нескольких лет наблюдался высокий снежный покров, из-за пробелов в данных затруднительно сделать выводы об изменениях его высоты в данном регионе.

МАТЕРИКОВЫЙ ЛЕД

Все регионы Арктики в настоящее время испытывают суммарную потерю материкового льда, причем темпы потери в последние десятилетия увеличиваются в нескольких регионах (см. Рисунок 2). Гренландия является крупнейшим региональным источником потери льда на суше, на долю которого приходится 51 % от общего объема Арктики, а потеря материкового льда в Арктике является основным фактором глобального повышения уровня моря.

ТЕНДЕНЦИИ РАЗВИТИЯ ЭКСТРЕМАЛЬНЫХ ЯВЛЕНИЙ

Экстремальные климатические и погодные явления влияют на экосистемы, инфраструктуру и людей. Они также могут создать условия для превышения пороговых значений, приводящих к потенциально необратимым изменениям: например, экстремальные осадки после низких, но стабильных темпов долгосрочного повышения температуры вечной мерзлоты могут вызвать термокарстовую эрозию с потенциальным выделением углекислого газа и метана.

Достоверные данные показывают, что теплые экстремумы в Арктике увеличиваются, а холодные - уменьшаются. В 1979-2013 годах в Арктике наблюдалось повсеместное снижение числа экстремальных холодов¹⁾, хотя в некоторых районах Сибири наблюдалось увеличение числа холодных периодов. Холодные периоды, длящиеся более 15 дней, почти полностью исчезли из Арктики с 2000 года.

Свидетельства увеличения количества сильных осадков и наводнений во внутренних районах гораздо менее очевидны. Аналогичным образом, несмотря на то, что в некоторых частях Арктики наблюдалось увеличение количества осадков в виде снега и ледяных дождей, данные по Арктике в целом ограничены, и информации недостаточно, чтобы определить, произошли ли широкомасштабные изменения.

Береговая эрозия ускоряется во многих частях Арктики, где наблюдаются одни из самых высоких темпов эрозии на Земле. В некоторых районах Аляски ежегодно исчезает до 5 метров береговой линии. Совокупное воздействие долгосрочного потепления (повышение температуры воды, более длительные сезоны без льда, таяние вечной мерзлоты) и экстремальных явлений (штормовые волны и зыбь) вызывают это увеличение.

Совокупный баланс массы, Gt

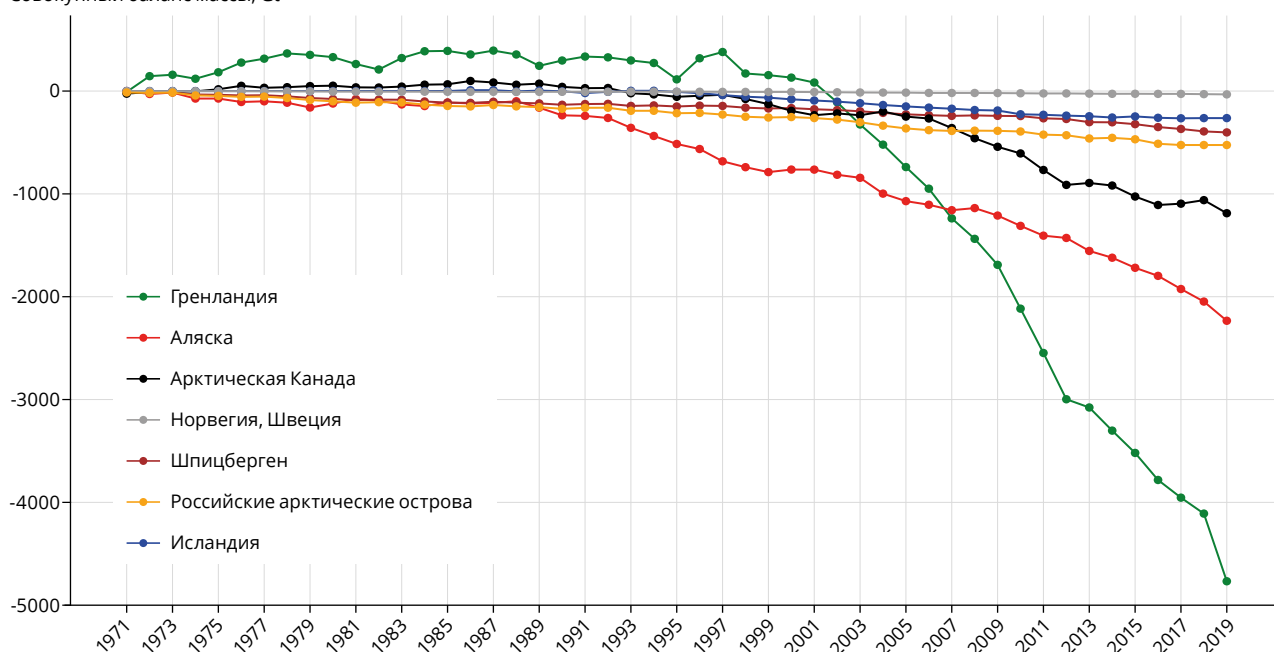


Рисунок 2. Изменения баланса массы материкового льда в Арктике, 1971-2019 годы.



ЛЕСНЫЕ ПОЖАРЫ

Потепление климата связано с увеличением числа пожаров в бореальных лесах и тундре, которые являются крупным и растущим источником выбросов сажи и твердых частиц в атмосферу. По данным многолетних наблюдений площадь, выжигаемая пожарами в северных лесах, больше, чем в средних широтах. Частота экстремальных лесных пожаров на Аляске увеличилась с 1950 года, а данные по Сибири показывают увеличение в период с 1996 по 2015 год. Тенденции в других местах менее ясны. Лесные пожары стали менее частыми в районах, где они активно контролируются и подавляются, таких как Фенноскандия, из-за экономической важности лесного хозяйства.

ОБНОВЛЕННЫЕ ПРОГНОЗЫ КЛИМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ ДЛЯ АРКТИКИ



Согласно ансамблю климатических моделей CMIP6, которые используются в Шестом оценочном докладе Межправительственной группы экспертов по изменению климата, среднегодовая приповерхностная температура воздуха в Арктике к концу этого столетия повысится на 3,3–10,0°C выше среднего показателя за 1985-2014 годы, в зависимости от количества будущих выбросов. Первый свободный ото льда сентябрь в Арктике может наступить уже в 2040-х годах, и вероятность Арктического лета безо льда будет в 10 раз больше при глобальном потеплении на 2°C по сравнению с потеплением на 1,5°C.


СВЯЗИ МЕЖДУ ИЗМЕНЕНИЯМИ В АРКТИКЕ И ПОГОДОЙ В СРЕДНИХ ШИРОТАХ



Хотя некоторые исследования выявили потенциальную взаимосвязь между потеплением арктического климата и погодой в средних широтах, в настоящее время в научном сообществе нет согласия относительно того, в какой степени наблюдаемые изменения в Арктике напрямую связаны с экстремальными погодными явлениями в средних широтах, такими как засухи, вторжения холодного воздуха и длительные периоды суровых погодных условий.

¹ Периоды похолодания в этом случае определяются как минимум шесть последовательных дней, в течение которых минимальная дневная температура ниже 10-го перцентиля, рассчитанного на основе пятидневного скользящего среднего значения минимальной дневной температуры за отчетный период 1980-2010 годов.

ИЗМЕНЕНИЕ КЛИМАТА ОКАЗЫВАЕТ СЕРЬЕЗНОЕ ВОЗДЕЙСТВИЕ НА АРКТИЧЕСКИЕ СООБЩЕСТВА

 Изменение климата приводит к быстрым изменениям в Арктике, которые затрагивают людей, особенно коренные народы, проживающие в Арктике и за ее пределами. Меняющиеся экологические условия оказывают негативное воздействие на здоровье и благополучие, продовольственную безопасность, транспорт, средства к существованию, промышленность, инфраструктуру и доступность безопасной питьевой воды.

ТРАНСПОРТИРОВКА

Потепление климата повлияло на транспортировку по снегу, льду и вечной мерзлоте во многих частях Арктики. Например, охотники на северо-западе Гренландии сообщают, что период, когда возможно путешествие на собачьих упряжках по морскому льду, сократился с 5 до 3 месяцев. Деградация вечной мерзлоты и локальное увеличение количества осадков повлияли на местные поездки на вездеходах, а также на дорожную инфраструктуру в некоторых отдаленных населенных пунктах Канады и России. По прогнозам, в будущем доступность некоторых отдаленных населенных пунктов с ограниченными возможностями транспорта, таких как населенные пункты на севере России, куда зимой можно добраться только по ледовым дорогам, снизится. Изменения в морском ледяном покрове создают риски для транспортировки по льду. Например, исследование, проведенное на канадской территории Нунавут, показало, что ледовые условия (толщина и вариации типов льда) предсказывают вероятность проведения поисково-спасательных работ в любой день. Более длительный период свободной ото льда открытой воды может расширить сезон перевозок по воде, хотя это преимущество может быть компенсировано в некоторых районах усилением сильных ветров, приводящих к более бурным морям, как это наблюдалось в некоторых прибрежных поселениях Аляски.

ТРАДИЦИОННЫЕ ПРОДУКТЫ ПИТАНИЯ И СРЕДСТВА К СУЩЕСТВОВАНИЮ

В некоторых районах таяние вечной мерзлоты и более высокие температуры повлияли на безопасность продуктов питания, хранящихся в ледяных погребах. Потепление и опреснение океана создают более подходящие условия для развития токсичного цветения водорослей, что создает риски для продовольственной безопасности и, возможно, для здоровья.

Периоды обильных осадков и быстрого таяния снега могут способствовать переносу патогенных микроорганизмов, создавая риски для безопасности питьевой воды, особенно когда люди пьют неочищенную воду из ручьев, рек и озер во время заготовительных поездок. Таяние вечной мерзлоты может приводить к высвобождению загрязняющих веществ, таких как ртуть, которые могут проникать в водные экосистемы.

Изменения морского льда, осадков, снежного покрова, температур и продуктивности тундры влияют на доступность традиционных продуктов питания, таких как киты, моржи, морские птицы, тюлени и северные олени/карибу. В некоторых районах популяция лосей увеличивается, а озеленение тундры меняет ареалы видов диких животных, доступных охотникам. Оленеводы в Финляндии и России понесли значительные потери в своих стадах из-за экстремальных снегопадов и образования ледяного наста (дождевой корки) на снегу, случаи которого, по прогнозам, увеличатся в будущем.

Общая тенденция потепления в весенний сезон и более раннее появление растительности на пастбищах может оказать положительное влияние на оленеводство, но сочетание климатических воздействий на природу, корм и хищников, наряду с индустриализацией (которая переводит земли в другое использование и создает барьеры на путях миграции), создает много проблем для оленеводства как источника средств к существованию.

Общины на Аляске, севере Канады и Финляндии сообщили об изменениях в количестве и качестве ягод. Местные охотники и рыболовы в Канаде и России сообщают об уменьшении запаса жира у тюленей, ухудшении состояния здоровья диких животных и большей распространенности паразитов в рыбе и морских млекопитающих.





Carsten Egevang / Arctic Arts Project

РЫБОЛОВСТВО, КРУИЗНЫЙ ТУРИЗМ И ДОБЫЧА РЕСУРСОВ

Растущее влияние более теплых вод Атлантики и Тихого океана и уменьшение ледяного покрова моря связаны с наблюдаемой экспансией субарктических видов рыб и морских млекопитающих на север. Хотя взаимодействия в экосистемах сложны, и на них оказывают влияние политические и управленческие решения, такое расширение ареала может увеличить возможности для коммерческого рыболовства в некоторых регионах Арктики (например, в северной части Баренцева моря, северной части Берингова моря и Охотского моря) с потенциальными экономическими выгодами для некоторых прибрежных арктических общин. Разведение лосося и другие формы аквакультуры также распространяется на север в некоторых частях Североатлантической Арктики, создавая дополнительные экономические возможности, но также несет социальные и экологические издержки, такие как конкуренция с местным рыболовецким промыслом и распространение паразитов, таких как лососевые вши, среди местных популяций диких видов рыб.

Рост круизного туризма в некоторых регионах Арктики приносит как выгоды в виде роста местного экономического развития, так и риски для морских экосистем, ведет к затратам на инфраструктуру, перегруженности и потенциальным культурным последствиям.

Ожидается, что изменение климата расширит доступ к таким ресурсам, как нефть, газ и полезные ископаемые в Арктике. Однако потенциал для расширения этих отраслей сдерживается усилиями по ограничению выбросов парниковых газов и достижению целей, установленных в соответствии с Парижским соглашением. Кроме того, экологические последствия крупного разлива нефти в Арктике будут значительными. Нефтяные разливы разлагаются в Арктике дольше, чем в более теплых условиях, что приводит к более долговременным последствиям.

ДЕМОГРАФИЯ АРКТИКИ

В Арктике проживает около 4 миллионов человек. Коренные народы, обладающие особой, уникальной культурой и представляющие более 40 этнических групп, составляют 9 % от этого общего числа. Хотя более 74 % населения Арктики сосредоточено в нескольких крупных населенных пунктах с населением 5000 и более человек, более 90 % арктических поселений являются небольшими (менее 5000 человек). Более 66% арктических поселений расположены на вечной мерзлоте, и почти половина (46 %) из этих поселений на вечной мерзлоте являются прибрежными.

ВЫРОС АРКТИЧЕСКИЙ КРУИЗНЫЙ ТУРИЗМ

Число пассажиров круизных судов в Исландии выросло с 265 935 в 2015 году до 402 834 в 2017 году, что на 66 % больше. В портах северной Норвегии в период с 2014 по 2019 год количество круизных пассажирских рейсов увеличилось на 33 %.

Число пассажиров круизных судов на Шпицбергене выросло с 39 000 в 2008 году до 63 000 в 2017 году; в Гренландии за тот же период число пассажиров увеличилось с 20 000 до 30 000. В целом число посетителей высоких широт Арктики выросло с 67 752 в 2008 году до 98 238 в 2017 году, что на 57 % больше.

Пандемия COVID-19 нарушила эти тенденции в 2020 году, когда более 50 % арктических круизов были отменены или отложены.



Evajl Vatov / PhotoStock-Istael / Alamy Stock Photo



Pr. Lens / Shutterstock.com

ИНФРАСТРУКТУРА

Зданиям, дорогам и другой инфраструктуре наносится ущерб в результате таяния вечной мерзлоты во многих регионах Арктики; часть этого ущерба может быть напрямую связана с конструктивными особенностями или воздействиями процесса строительства, а не с изменением климата. Устойчивость зданий и инфраструктуры, построенных на территориях распространения вечной мерзлоты в Арктической России снизилась по сравнению с 1970-ми годами; до 50 % зданий в Певеке, самом северном городе России, были

повреждены в результате таяния вечной мерзлоты, пострадала почти вся инфраструктура в большинстве населенных пунктов на полуострове Таймыр. Оседание почвы по мере оттаивания вечной мерзлоты также создает риски для транспортной инфраструктуры.

Темпы эрозии прибрежных районов в Арктике являются одними из самых высоких в мире, что оказывает воздействие на общины, имущество, инфраструктуру и жизнедеятельность.

Площадь территории пожаров (акров в год)

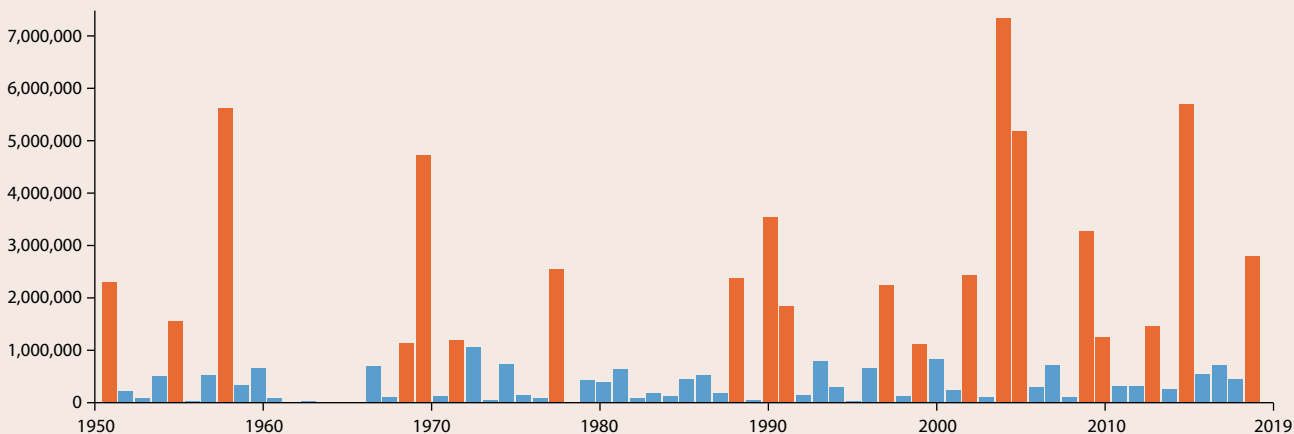


Рисунок 3. Площадь ежегодных лесных пожаров на Аляске (в акрах), 1950–2019 гг. Оранжевые столбцы отмечают значения более 1 миллиона акров (404 686 гектаров)



Ashley Cooper pics / Adam Stock Photo

ЭКСТРЕМАЛЬНЫЕ ЯВЛЕНИЯ

Лесные пожары, наводнения на внутренних и прибрежных территориях, а также экстремальные температуры и осадки уже оказывают серьезное социально-экономическое воздействие в Арктике и, как ожидается, станут более частыми и/или серьезными в предстоящие годы. Например, более 85 % деревень коренных жителей Аляски в настоящее время испытывают некоторый уровень наводнений и эрозии; сильные наводнения представляют особую опасность для отдаленных общин, поскольку доступность поисково-спасательных операций может быть ограниченной. За последнее десятилетие сильные снегопады и ливни в сочетании с сильными ветрами вызвали лавины, селевые потоки и оползни на архипелаге Шпицберген.

В некоторых частях Арктики, таких как Аляска и Сибирь, увеличилась частота лесных пожаров. Лесной пожар оказывает широкий спектр воздействий, включая риски для жизни и имущества, экономические затраты на возмещение ущерба и усилия по тушению пожара, воздействие дыма и связанных с ним токсинов на здоровье, беспокойство общественности и личный стресс, а также воздействие на экосистемы. Потенциал воздействия лесных пожаров на психическое здоровье иллюстрируется результатами выполненного за пределами Арктического региона исследования состояния психического здоровья среди подростков после крупного лесного пожара в Форт-Мак-Мюррее (северо-восточная Альберта, Канада) в 2016 году. Это исследование выявило более чем утроение уровня депрессии, удвоение уровня тревожности и более чем удвоение заболеваемости посттравматическим стрессовым расстройством по сравнению с оценками до пожара. В 2018 году Швеция пережила беспрецедентный сезон лесных пожаров, в результате которого, помимо прочего, сгорело 81 000 гектаров важнейших пастбищ для оленей. Парламент Саами Швеции оценил затраты оленеводов в 64 миллиона евро. Хотя ожидается, что более продолжительное и теплое лето увеличит риск возникновения лесных пожаров в будущем, климатические модели также прогнозируют увеличение среднегодового количества осадков и уменьшение числа последовательных засушливых дней в Арктике. Таким образом, будущие тенденции в распространенности и тяжести лесных пожаров неясны.

Комбинированное воздействие нескольких экстремальных явлений, происходящих одновременно или последовательно, также может оказать значительное влияние на условия жизни и общины в Арктике, например, экстремальные дождевые и снежные явления, которые приводят к наводнениям, или несколько одновременных лесных пожаров, которые затрудняют работу служб пожаротушения и безопасности.



Kuerson Clark / iStock

ЗАТРАТЫ, СВЯЗАННЫЕ С ТАЯНИЕМ ВЕЧНОЙ МЕРЗЛОТЫ



На Аляске таяние вечной мерзлоты увеличит совокупные затраты на техническое обслуживание общественной инфраструктуры примерно на 10 % (5,5 миллиарда долларов США) к 2100 году при сценарии с высокой концентрацией парниковых газов (RCP 8,5).

В одном исследовании было подсчитано, что к 2050 году более 36 000 зданий, 13 000 километров дорог и 100 аэропортов в Арктике могут подвергнуться риску повреждения в результате таяния вечной мерзлоты вблизи поверхности, хотя фактические риски на отдельных участках будут зависеть от характеристик грунта на местности и конструктивных особенностей инфраструктуры.



АРКТИЧЕСКИЕ ЭКОСИСТЕМЫ ПЕРЕЖИВАЮТ БЫСТРЫЕ ТРАНСФОРМАЦИОННЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ



Многие из описанных выше социально-экономических последствий обусловлены воздействием изменения климата на арктические экосистемы. Экосистемы по всей Арктике претерпевают фундаментальные изменения в своей структуре и функционировании, оказывая влияние на традиционные продукты питания и жизнедеятельность, коммерческое рыболовство и, благодаря обратным связям в климатической системе, на глобальное изменение климата.

Потепление и опреснение Северного Ледовитого океана прямо или косвенно влияет на жизненные циклы морских видов, приводя к изменениям сезонности, сдвигам ареала и значительным изменениям в экосистемах океана. Сокращение площади морского льда влияет на морские экосистемы за счет изменений в районах открытой воды и увеличения продолжительности периода открытой воды (оба фактора влияют на фитопланктон и ледовые водоросли, включая время цветения фитопланктона), а также на продуктивность и разнообразие под ледовым покровом. Эти изменения оказывают каскадное воздействие на экосистемы, что приводит к

широкомасштабному воздействию на распределение, сезонность и численность различных видов.

Спутниковые данные показывают тенденцию к увеличению первичной продукции во всех регионах Северного Ледовитого океана за последние два десятилетия, что объясняется комплексными изменениями в условиях освещения и питания. Последствия потепления у поверхности океана для первичных продуцентов в поверхностных и подповерхностных слоях океана все еще плохо изучены, и есть новые доказательства того, что доминирующие виды арктического фитопланктона могут адаптироваться к более высоким температурам.



Озеленение арктической тундры увеличилось в целом на 10% в период с 1982 по 2019 год, что связано с более продолжительным и теплым летом. Вместе с этим ограниченная территория “потемнела”, что указывает на уменьшение количества растительного покрова и продуктивности, включая Канадский Арктический архипелаг, юго-западную Аляску и части северо-западной Сибири. Причины потемнения включают экстремальные зимние погодные явления и нашествия вредителей; другие возможные способствующие факторы включают задержки с началом таяния снега и увеличение стоячей поверхностной воды. Арктическая растительность играет важную роль в обмене энергией и углеродом между землей и атмосферой: изменения в арктической растительности могут вызвать обратные связи между экосистемой и климатом, которые усугубляют изменение климата, но изменения в растительности также могут привести к увеличению поглощения углерода, по крайней мере частично компенсируя это воздействие.

Экстремальные явления могут усугубить уже происходящие переходные процессы в результате потепления климата и изменения морского льда, вызывая дальнейшее воздействие на наземные, пресноводные и прибрежные экосистемы. Например, более частые экстремальные осадки, наряду с общим увеличением соотношения дождя и снега, влияют на структуру и функции наземных экосистем.

ИЗМЕНЕНИЯ В ВОДАХ СЕВЕРНОГО ЛЕДОВИТОГО ОКЕАНА



Более теплые воды из Тихого и Атлантического океанов продвигаются все дальше в Северный Ледовитый океан, оказывая широкое воздействие на океанические экосистемы. Состав сообществ арктического планктона, составляющих основу морских пищевых сетей, меняется, как и распределение и численность различных видов беспозвоночных, рыб и морских млекопитающих.

РЕКОМЕНДАЦИИ

На основе этого обзора АМАП подчеркивает необходимость действий, как для ограничения дальнейшего потепления, так и для лучшего понимания его последствий для Арктики. Для обеспечения жизнеспособности и устойчивости арктических народов, общин и экосистем в будущем, АМАП подчеркивает необходимость:

1



ОГРАНИЧИТЬ ДАЛЬНЕЙШИЕ ИЗМЕНЕНИЯ

Поскольку накопление парниковых газов в атмосфере и некоторые выбросы, вызванные кратковременными климатическими факторами приводят к изменению климата в Арктике, арктические государства, постоянные участники

и наблюдатели Арктического совета должны индивидуально и коллективно предпринимать устойчивые, амбициозные и глобальные усилия по сокращению этих выбросов и полному осуществлению Парижского соглашения.

2



РАСШИРИТЬ МОНИТОРИНГ И ДОКУМЕНТИРОВАНИЕ ИЗМЕНЕНИЙ В АРКТИКЕ

Быстрые темпы изменений в арктических экосистемах требуют немедленных действий по документированию того, что теряется и что создается, поскольку уникальные экосистемы исчезают, а криосфера сокращается. Уникальные экосистемы сохранившегося многолетнего морского ледового покрова, шельфовых ледников и эпишельфовых озер, а также ледникового щита Гренландии являются одними из приоритетов для документирования.

АМАП подчеркивает необходимость того, чтобы арктические и международные научные учреждения и правительства устраняли ключевые пробелы в данных. Поощряется использование спутников, автономных транспортных средств и других новых технологий, а также местный мониторинг для сбора данных в труднодоступных районах Арктики.

Необходимо поддерживать и активизировать разработку панарктических климатических индикаторов, которые разрабатываются совместно с носителями знаний коренных народов, наряду с улучшением в обмене данными и их доступности, чтобы помочь исследователям и руководящим органам на национальном и региональном уровнях.

Документирование воздействия экстремальных явлений на арктические экосистемы и людей может выявить приоритеты для дальнейшей оценки изменений экстремальных явлений. В частности, необходимо проводить систематические оценки социально-экономических последствий экстремальных явлений в контексте экологических изменений в Арктике.

Координация мониторинга климата и экосистемы в регионах с быстрыми изменениями выиграет от сопоставимых наблюдений в регионах, менее подверженных изменениям, что поможет минимизировать затраты на прогностические модели экосистем и управления ресурсами.

Изменения в прибрежных экосистемах, которые усиливаются в результате экстремальных явлений, затрагивают прибрежные сообщества, которые становятся все более уязвимыми для береговой эрозии в результате воздействия волн и штормов. Адаптация требует устойчивого и скоординированного мониторинга климата и экосистем в ключевых местах в сочетании с мониторингом на уровне общин, в котором используются знания коренных народов и местные знания.



НОВЫЕ
ВЫВОДЫ



ОБРАТИТЬ
ВНИМАНИЕ



ПРОБЕЛЫ В
ЗНАНИЯХ

3



УСТРАНИТЬ ПРОБЕЛЫ В ИНФОРМАЦИИ

В нашем понимании социальных последствий изменения климата в Арктике сохраняются большие пробелы. Существует особая потребность в более комплексном моделировании и оценке воздействия, связанного с климатом, на взаимосвязанные социально-экологические системы.

Последствия изменения климата не происходят изолированно и могут взаимодействовать друг с другом. Например, сочетание быстрого весеннего потепления и обильных осадков при глубоком снежном покрове вызвало почти 800 лавин в Гренландии в апреле 2016 года. Понимание последствий подобного совокупного и комплексного воздействия важно для смягчения рисков, реагирования на опасности, адаптации к климату и принятия регулирующих мер в ответ на изменение климатических условий.

Лучшее понимание потенциальных связей между изменениями в Арктике и погодой в средних широтах могло бы улучшить способность синоптиков предсказывать опасные экстремальные погодные явления в регионах, далеких от Арктики. Чтобы прояснить эти связи, необходимы дополнительные исследования.

Точки зрения/представления коренных народов в значительной степени отсутствуют в оценках изменений в Арктике. Следует приложить усилия к тому, чтобы включать информацию от тех, кто

непосредственно пострадал от изменения климата, и имеет самую длительную историю наблюдений и знаний в отношении последствий изменения климата, включая экстремальные явления.

Остается большая неопределенность в отношении прогнозов продуктивности в Арктике. Прогнозирование будущей продуктивности Северного Ледовитого океана требует лучшего понимания меняющейся продуктивности, связанной с морским льдом и в открытых водах, круговорота питательных веществ и способности основных продуцентов адаптироваться к изменяющимся условиям.

Пороговые значения в арктических экосистемах, такие как предельные температуры морской воды для видов фитопланктона в Арктике или пороговые значения закисления океана, за пределами которых птероподы больше не могут образовывать раковины, нуждаются в более тщательной оценке, особенно в отношении потенциальных сдвигов в экосистемах.

Лишь немногие оценки экстремально высоких температур, быстрой потери морского льда, широко распространенных явлений таяния ледяного щита Гренландии и других экстремальных явлений в Арктике изучали их влияние на физические и экологические пороги или критические точки.

4



ПОВЫСИТЬ АКТУАЛЬНОСТЬ И ДОСТУПНОСТЬ НАУЧНОЙ ИНФОРМАЦИИ ДЛЯ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ

Арктические страны уделяют все больше внимания климатическому обслуживанию, которое преобразует климатические данные в актуальную и своевременную информацию для поддержки правительств, общин и отраслей в планировании и принятии решений. Климатическое обслуживание может играть решающую роль в Арктике, повышая безопасность и защищенность перед лицом рисков, связанных с климатом, а также помогая таким отраслям, как судоходство, туризм и рыболовство, и эта область требует больше внимания и данных. Существует возможность улучшить поступление данных и уровень и способность прогнозирования климата для организаций климатического обслуживания. Необходимо предпринять усилия для разработки дополнительных и подходящих продуктов климатического обслуживания для арктических сообществ.

Аналогичным образом, руководящие лица, могли бы воспользоваться преимуществом от получения дополнительной климатической информации, которая имеет непосредственное

отношение к планированию и принятию решений, документирования данных об экстремальных явлениях, собираемых климатическими моделями, увеличение масштаба модельных прогнозов для определения воздействия на местном уровне, руководства по выбору моделей для использования в анализе и количественной оценке неопределенностей в прогнозах. Знания коренных народов необходимо учитывать в процессе принятия решений; участие и самоопределение коренных народов в процессах исследований и принятия решений имеет важнейшее значение.

Необходимо развивать понимание дальнейших рисков для арктических экосистем и сообществ, включая экономические издержки и выгоды, для принятия арктическими странами и остальным миром эффективных и амбициозных действий по ограничению потепления в Арктике и ускорению перехода к более устойчивому состоянию.

АМАП, созданная в 1991 году по восьмистороннему соглашению в рамках Стратегии защиты окружающей среды Арктики, осуществляет мониторинг и оценку состояния арктического региона в отношении загрязнения и изменения климата. АМАП подготавливает научно обоснованные оценки и материалы для информирования общественности и руководящих органов для использования в процессах выработки стратегий и принятия решений. С 1996 года АМАП является одной из шести рабочих групп Арктического совета.

Этот документ был подготовлен Программой Арктического мониторинга и оценки (АМАП) и не обязательно отражает точку зрения Арктического совета, его членов или наблюдателей.

Этот краткий обзор подготовлен на базе обновленного отчета АМАП 2021 Изменение климата в Арктике: Основные тенденции и воздействия, который является одним из нескольких отчетов и оценок, опубликованных АМАП в 2021 году. Читателям предлагается ознакомиться с этим и нижеследующими отчетами, чтобы получить более подробные сведения по вопросам климата и загрязнения:

- *Оценочный отчет АМАП 2020: Стойкие органические загрязнители (СОЗ) и потенциально опасные химические вещества (ПОВ) в Арктике: влияние изменения климата*
- *Оценочный отчет АМАП 2021: Ртуть в Арктике*
- *Оценочный отчет АМАП 2021: Воздействие короткоживущих веществ на климат, качество воздуха и здоровье человека в Арктике*
- *Оценочный отчет АМАП 2021: Здоровье человека в Арктике*

АМАП является издателем оригинальной англоязычной версии данного доклада.

Перевод на русский язык осуществлен Федеральным государственным бюджетным учреждением «Научно-производственное объединение «Тайфун» Федеральной службы России по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды Росгидромета.

При переводе отдавалось предпочтение передаче смысловой нагрузки каждого предложения, а не дословному переводу текста.

При несоответствии между переводом на русский язык и английской версией доклада, версия на английском языке является верной.

Мнения, представленные в русскоязычной версии, не обязательно отражают точку зрения АМАП.

Дальнейшая информация о проекте доступна на вебсайте www.amap.no или через обращение в Секретариат АМАП.

АМАП секретариат

The Fram Centre,
Box 6606 Stakkevollan,
9296 Tromsø, Norway

Tel. +47 21 08 04 80
Fax +47 21 08 04 85

amap@amap.no
www.amap.no

АМАП
Arctic Monitoring and
Assessment Programme