

ВОЗДЕЙСТВИЕ КОРОТКОЖИВУЩИХ ВЕЩЕСТВ НА КЛИМАТ, КАЧЕСТВО ВОЗДУХА И ЗДОРОВЬЕ ЧЕЛОВЕКА В АРКТИКЕ

КРАТКИЙ ОБЗОР ДЛЯ ОРГАНОВ УПРАВЛЕНИЯ

ПРОГРАММА АРКТИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА И ОЦЕНКИ

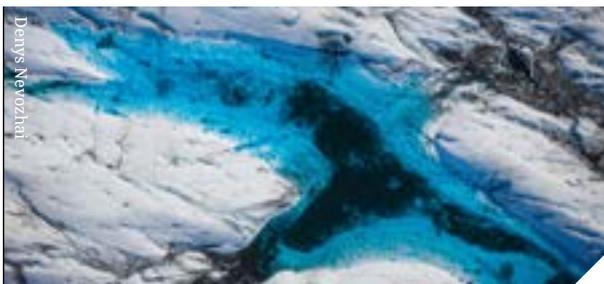


АМАР

ОСНОВНЫЕ ВЫВОДЫ

Этот краткий обзор основан на *Оценочном отчете АМАП 2021: Воздействие короткоживущих веществ на климат, качество воздуха и здоровье человека в Арктике*.

В оценке основное внимание уделяется выбросам, производимым странами-членами Арктического совета и странами-наблюдателями, а также воздействию черного углерода, метана, озона и сульфатных аэрозолей на качество воздуха, здоровье и климат в Арктике.



Денуэс Невоздан

1   **Сокращение выбросов короткоживущих веществ** воздействующих на климат отразится на климате Арктики в ближайшем будущем, в течение следующих 20-30 лет. Для ограничения долгосрочного потепления в Арктике также необходимо резкое и немедленное сокращение выбросов углекислого газа во всем мире, в том числе странами - членами Арктического совета и странами-наблюдателями.

Черный углерод, озон и метан способствовали потеплению в Арктике. Сульфатные аэрозоли, образующиеся в результате выбросов диоксида серы, оказывают охлаждающее воздействие на климат и тем самым частично компенсируют потепление, вызванное углекислым газом и короткоживущими веществами, воздействующими на климат (КВВК). Однако сокращение глобальных выбросов диоксида серы выявило, что на протяжении нескольких последних десятилетий в Арктике идет процесс потепления, вызванный углекислым газом и КВВК. В период 1990-2015 годов потепление, проявившееся в результате сокращения выбросов диоксида серы, оказалось по величине аналогичным потеплению в Арктике, вызванному выбросами диоксида углерода.

Тем не менее озабоченность проблемами, связанными с охраной здоровья и окружающей среды, стимулирует дальнейшее сокращение выбросов диоксида серы. Незамедлительные усилия по сокращению выбросов черного углерода, прекурсоров озона и метана особенно важны для уменьшения воздействий короткоживущих веществ как на климат, так и на здоровье населения. Сокращение выбросов КВВК способствующих потеплению, может скомпенсировать выявленное потепление, благодаря мерам по снижению загрязнения воздуха, ориентированным на здоровье человека и окружающей среды.



Вуган & Шенгу Александр

2  **Дальнейшее сокращение выбросов КВВК принесет значительную пользу здоровью людей во всем мире и в Арктике.**

Во всем мире загрязнение воздуха является главной экологической угрозой для здоровья и основной причиной преждевременной смертности. Сокращение загрязнения воздуха взвешенными частицами и озоном уменьшит неблагоприятные последствия для здоровья. В Арктике главным образом местные, но также и региональные источники КВВК могут способствовать локальному загрязнению воздуха и связанным с этим последствиями для здоровья человека. Усилия более амбициозные, чем действующее законодательство, могли бы предотвратить сотни тысяч преждевременных смертей в странах - членах Арктического Совета и странах-наблюдателях.



3  Стратегии и технологии, направленные на сокращение выбросов загрязняющих веществ в атмосферу, привели к более чистому воздуху в Арктике по сравнению с началом 1990-х годов. Тенденция к снижению концентраций сульфатных аэрозолей продолжается, но в последнее время наблюдается лишь незначительное снижение концентраций озона и черного углерода в атмосфере Арктики.

Сценарии будущих выбросов, использованные для этого доклада АМАП, показывают, что коллективное добровольное обязательство Арктического совета по сокращению выбросов черного углерода на 25-33 процента ниже уровней 2013 года может быть практически достигнуто к 2025 году путем реализации текущих стратегий. Существует значительный потенциал дальнейшего сокращения выбросов, который может быть достигнут за счет использования наилучших имеющихся технологий.

Дальнейшее сокращение выбросов диоксида серы имеет важное значение для улучшения качества воздуха и защиты здоровья человека.



4   Глобальные антропогенные выбросы метана и уровни метана в атмосфере Арктики продолжают расти.

Рамочная программа действий Арктического Совета по активизации снижения выбросов черного углерода и метана включает обязательство арктических государств значительно сократить свои общие выбросы метана. Учитывая, что выбросы, как ожидается, будут продолжать увеличиваться даже в случае применения действующего законодательства, выполнение этого обязательства потребует дополнительного применения наилучших доступных технологий, особенно в нефтегазовом секторе.

На выбросы метана из природных источников, таких как водно-болотные угодья, скорее всего, повлияет дальнейшее потепление, но оценка будущих выбросов из этих источников затруднена из-за значительных неопределенностей.



5  Пожары в тундре, торфяные и лесные пожары становятся все более важными источниками выбросов частиц черного углерода и органического углерода в Арктике, где более теплый климат может привести к более крупным и частым пожарам.

Предотвращение пожароопасных ситуаций с помощью соответствующих местным условиям мер (регулирование топливных запасов, сокращение возгораний, борьба с лесными пожарами) будет иметь решающее значение для ограничения местных и региональных выбросов взвешенных частиц, которые наносят ущерб здоровью человека и могут способствовать дальнейшему потеплению. С пожарами в бореальных лесах нужно бороться иначе, чем с пожарами в арктических ландшафтах. Необходимо рассмотреть практики борьбы с пожарами существующие у коренного населения.

ПОЯСНЕНИЕ К СИМВОЛАМ:



НАБЛЮДАЕМЫЕ ЯВЛЕНИЯ



ПРОГНОЗИРУЕМЫЕ ЯВЛЕНИЯ



НОВЫЕ ДАННЫЕ



ОБНОВЛЕННАЯ ИНФОРМАЦИЯ



НЕДОСТАТОК ДАННЫХ



ПОДКРЕПЛЯЮЩАЯ ИНФОРМАЦИЯ

ВВЕДЕНИЕ И ПРЕДПОСЫЛКИ

Загрязнение в результате сжигания ископаемого топлива и биомассы влияет как на качество воздуха, так и на климат. Плохое качество воздуха непосредственно вредит здоровью людей и является частой причиной преждевременной смерти. Многие загрязнители воздуха также играют важную роль в изменении климата. Хотя долгосрочное повышение температуры в основном обусловлено глобальными выбросами углекислого газа, изменения в нынешних глобальных выбросах короткоживущих веществ воздействующих на климат играют важную роль в темпах потепления в течение следующих 20-30 лет.

В 2015 году Арктический совет на основе предыдущих оценок АМАП принял Рамочную программу действий по активизации снижения выбросов черного углерода и метана¹. Помимо призыва к улучшению отчетности о выбросах и реализации планов по смягчению последствий, подчеркивалась важность продолжения наблюдений и исследований, и содержался призыв к четырехлетнему циклу научной отчетности, включающему оценку состояния и тенденций КВВК, с акцентом на их воздействие на климат Арктики и здоровье населения. *Оценка АМАП 2021: Воздействие короткоживущих веществ на климат, качество воздуха и здоровье человека в Арктике* является частью этих усилий и направлен на продолжение работы Рамочной программы. Это также актуально для других важных международных форумов для принятия решений, касающихся КВВК, таких как Конвенция по воздуху² и Конвенция по климату³.

В то время как ранее проведенные АМАП оценки КВВК были сосредоточены на влиянии на потепление черного углерода, метана и тропосферного озона, эта оценка также включает расширенный анализ прекурсоров других КВВК, выделяемых из тех же источников, особенно диоксида серы. Важной целью оценки АМАП 2021 для КВВК является использование свежих наблюдений и новых усилий по моделированию для оценки источников антропогенных выбросов и их воздействия на качество воздуха и климат. В ней подчеркивается, насколько сокращение КВВК важно как для здоровья человека, так и для климата Арктики, и определяются действия, которые могли бы наиболее эффективно снизить воздействие загрязнения на здоровье и в то же время замедлить темпы изменения климата в Арктике. Оценка АМАП 2021 для КВВК также содержит обзор потенциального риска роста пожаров с изменением

климата, что является новой важной темой для будущих выбросов КВВК и последующим воздействием как на климат, так и на здоровье.

ПОЧЕМУ КВВК ВАЖНЫ?

Короткоживущие вещества влияющие на климат включают парниковые газы, взвешенные частицы и другие загрязнители воздуха, которые сильно воздействуют на климат, но имеют относительно короткий срок жизни в атмосфере по сравнению с углекислым газом. Сокращение выбросов КВВК также важно для защиты здоровья человека и экосистем. Сокращение выбросов КВВК будет оказывать воздействие на темпы потепления в Арктике в ближайшие десятилетия. На страны-члены⁴ Арктического совета и страны-наблюдатели⁵ в настоящее время приходится около половины глобальных антропогенных выбросов черного углерода, диоксида серы и метана. Таким образом, действия, предпринимаемые этими странами, могут оказать значительное влияние на глобальные выбросы, а также на воздействие КВВК на климат и здоровье. Результаты расширенного анализа охлаждающего воздействия сульфата в оценке АМАП 2021 для КВВК показывают как снижение загрязнения воздуха в регионах-источниках в странах - членах Арктического совета и странах-наблюдателях влияет на климат Арктики, а также указывают на необходимость комплексного понимания воздействия КВВК на климат и здоровье.

КВВК В ФОКУСЕ ВНИМАНИЯ

Метан - мощный парниковый газ, особенно на десятилетних временных отрезках. Хотя он в 28-36 раз сильнее углекислого газа за 100-летний период, в соответствии с Пятым оценочным докладом МГЭИК, он имеет потенциал потепления в 84 раза больше, чем углекислый газ за 20-летний период. Метан также влияет на качество воздуха из-за его роли в образовании озона.

Озон - загрязнитель воздуха, образующийся в нижних слоях атмосферы при взаимодействии солнечного света с газообразными прекурсорами: оксидами азота, оксидом углерода, летучими органическими соединениями, метаном. Он также является парниковым газом и может влиять на срок жизни метана в атмосфере. Вреден для здоровья человека и растительности.

¹ Формально, *Активизация сокращения выбросов черного углерода и метана: Рамочная программа действий Арктического Совета*

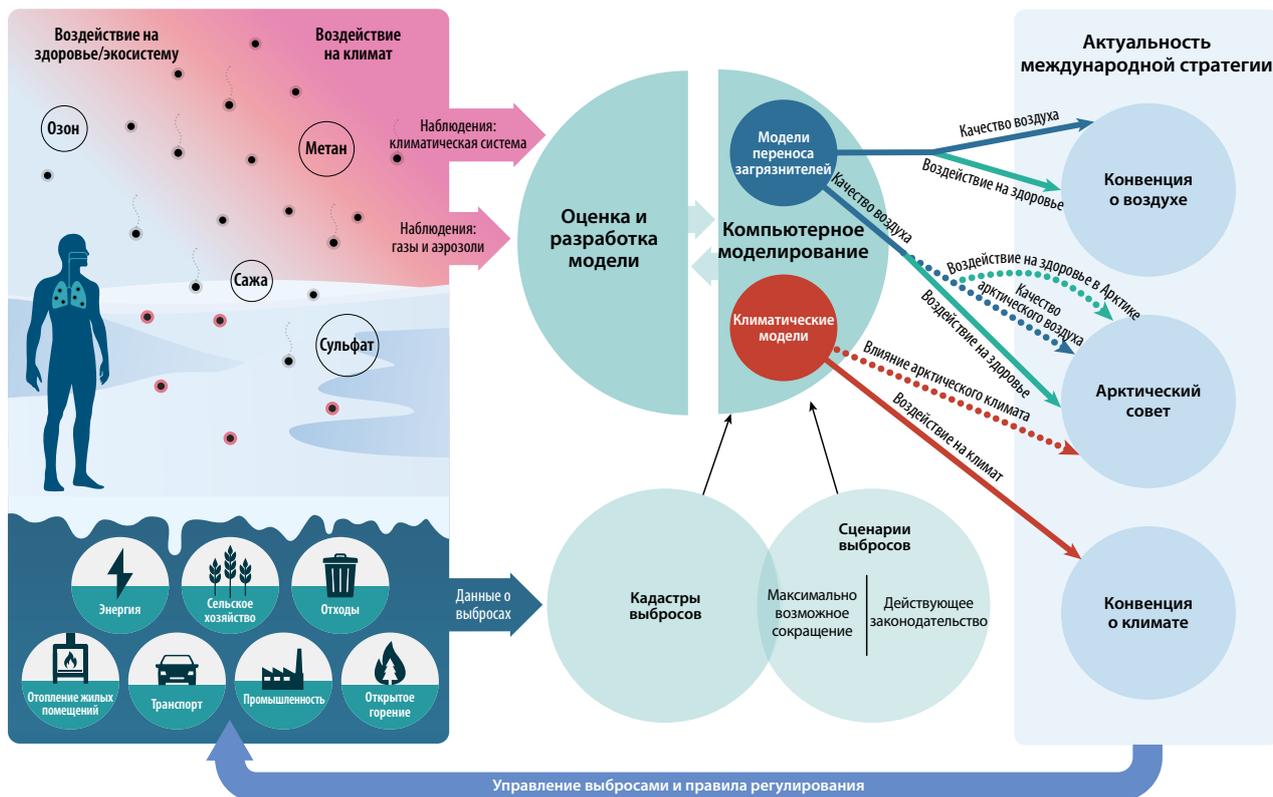
² Конвенция по воздуху также известна как Конвенция ЕЭК ООН о трансграничном загрязнении воздуха на большие расстояния (CLRTAP).

³ Рамочная конвенция ООН об изменении климата

⁴ Канада, Финляндия, Исландия, Королевство Дания, Норвегия, Швеция, Российская Федерация и Соединенные Штаты

⁵ Франция, Германия, Итальянская Республика, Япония, Нидерланды, Китайская Народная Республика, Польша, Республика Индия, Республика Корея, Республика Сингапур, Испания, Швейцария и Соединенное Королевство

⁶ PM_{2.5} относится к частицам размером 2,5 микрометра и меньше.



Упрощенная иллюстрация того, как ключевые выводы и рекомендации, содержащиеся в оценке АМАП 2021 для КВВК, базируются на сочетании данных выбросов и наблюдений; сценариях будущих выбросов; моделировании для оценки воздействия на качество воздуха и климат и того, каким образом эта информация может использоваться при разработке стратегии.

Сульфатные аэрозоли образуются в результате выброса соединений серы, таких как диоксид серы. Сульфатные аэрозоли составляют значительную часть мелкодисперсных взвешенных частиц в $PM_{2.5}$ в воздухе, которые вредны для здоровья человека и подпадают под действие многих нормативов по качеству воздуха. Сульфатные аэрозоли эффективно рассеивают солнечный свет и усиливают яркость облаков. Это приводит к охлаждению климата, компенсируя некоторые последствия потепления, вызванные парниковыми газами и другими КВВК. Влияние облаков на климат является ключевой неопределенностью при моделировании климата.

Черный углерод (часто называемый сажей) и **органический углерод** способствуют увеличению количества взвешенных частиц в воздухе, которые ухудшают качество воздуха и вредны для здоровья человека. Черный углерод поглощает солнечный свет и тем самым способствует потеплению климата, в то время как органический углерод имеет тенденцию отражать свет. Попадая на снег, черный углерод снижает способность поверхности отражать солнечный свет, усиливая потепление климата. Органический углерод не оказывает сильного влияния на климат.

ОЦЕНКА ВОЗДЕЙСТВИЯ КВВК

Оценка АМАП по воздействию КВВК основывается на знаниях из целого ряда различных источников, которые являются взаимодополняющими:

- Новые кадастры антропогенных выбросов, которые

включают информацию как из отчетов стран для международных конвенций, так и отчетов экспертной группы Арктического Совета по черному углероду и метану, а также оценки, построенные на основе международной энергетической и промышленной статистики и данных о судоходстве.

- Сценарии будущих антропогенных выбросов при различных допущениях, см. ниже для получения подробной информации.
- Наблюдения за концентрациями КВВК в арктической атмосфере и снеге.
- Модели атмосферного переноса для оценки КВВК на качество воздуха в Арктике и в регионах-источниках за пределами Арктики.
- Климатические модели, включая модели системы Земли и эмулятор климата и качества воздуха (т.е. инструмент быстрой оценки), который позволяет проводить конкретный анализ того, как изменения в антропогенных выбросах КВВК влияют на изменение климата в Арктике. Потенциальные будущие изменения в природных выбросах КВВК и выбросах при пожарах не были включены в моделирование. Некоторые из естественных источников выбросов потенциально могут способствовать ускорению потепления, в то время как другие могут оказывать охлаждающее воздействие.
- Основанные на литературе взаимосвязи между концентрациями загрязнителей в воздухе и неблагоприятными последствиями для здоровья.

СЦЕНАРИИ

Для оценки будущих воздействий КВВК были разработаны сценарии выбросов, основанные на различных предположениях о демографическом, экономическом, технологическом и политическом развитии. Оценка АМАП 2021 для КВВК имеет как сходства, так и различия с подходом, используемым для предстоящего Шестого оценочного доклада МГЭИК и *Обновленного отчета АМАП 2021 об изменении климата в Арктике: Основные тенденции и воздействия*. Сценарии, используемые в этой оценке, основаны на промежуточных предположениях о глобальном социально-экономическом развитии и траектории развития выбросов углекислого газа в соответствии со сценарием SSP2-4.5¹, который также использовался в оценке МГЭИК. В этом сценарии глобальные выбросы углекислого газа стабилизируются примерно к 2050 году. Основное отличие заключается в том, что результаты модели АМАП для КВВК основаны на обновленной инвентаризации и оценке выбросов загрязнителей воздуха, в частности, эта модель включает недавнее снижение выбросов диоксида серы и черного углерода в Восточной Азии, которое не учитывается в сценарии SSP2-4.5. Анализ сопутствующих преимуществ от уменьшения загрязнения воздуха для здоровья и климата в оценке АМАП для КВВК использует данные из тех же климатических моделей системы Земли, которые используются для предстоящей шестой оценки МГЭИК и *Обновленного отчета АМАП 2021 об изменении климата в Арктике: Основные тенденции и воздействия*.

Для оценки последствий различных действий были сделаны дополнительные предположения относительно применения стратегии и внедрения наилучших имеющихся технологий на основе двух ключевых сценариев в отношении загрязнителей воздуха и метана:

- **Действующее законодательство (CLE):** этот сценарий предполагает полное выполнение действующего национального и регионального законодательства о загрязнении воздуха, а также полное выполнение обязательств в рамках определяемых на национальном уровне вкладов (по состоянию на 2018 год) в соответствии с Парижским соглашением.
- **Максимально технически осуществимое сокращение (MFR):** это амбициозный сценарий, в котором наилучшие доступные технологии внедряются во всем мире для всех загрязнителей воздуха и метана без каких-либо ограничений, связанных с инвестициями или затратами на внедрение, с учетом срока службы установленного в настоящее время оборудования и технической осуществимости внедрения наилучших доступных технологий. Сценарий MFR отличается от предположений, сделанных в оценке АМАП 2015 для КВВК тем, что он включает возможность дальнейшего сокращения выбросов диоксида серы и оксида азота наряду с основными факторами, вызывающими потепление.

¹ Общий социально-экономический сценарий 2 совместим с траекторией роста концентраций парниковых газов 4.5.

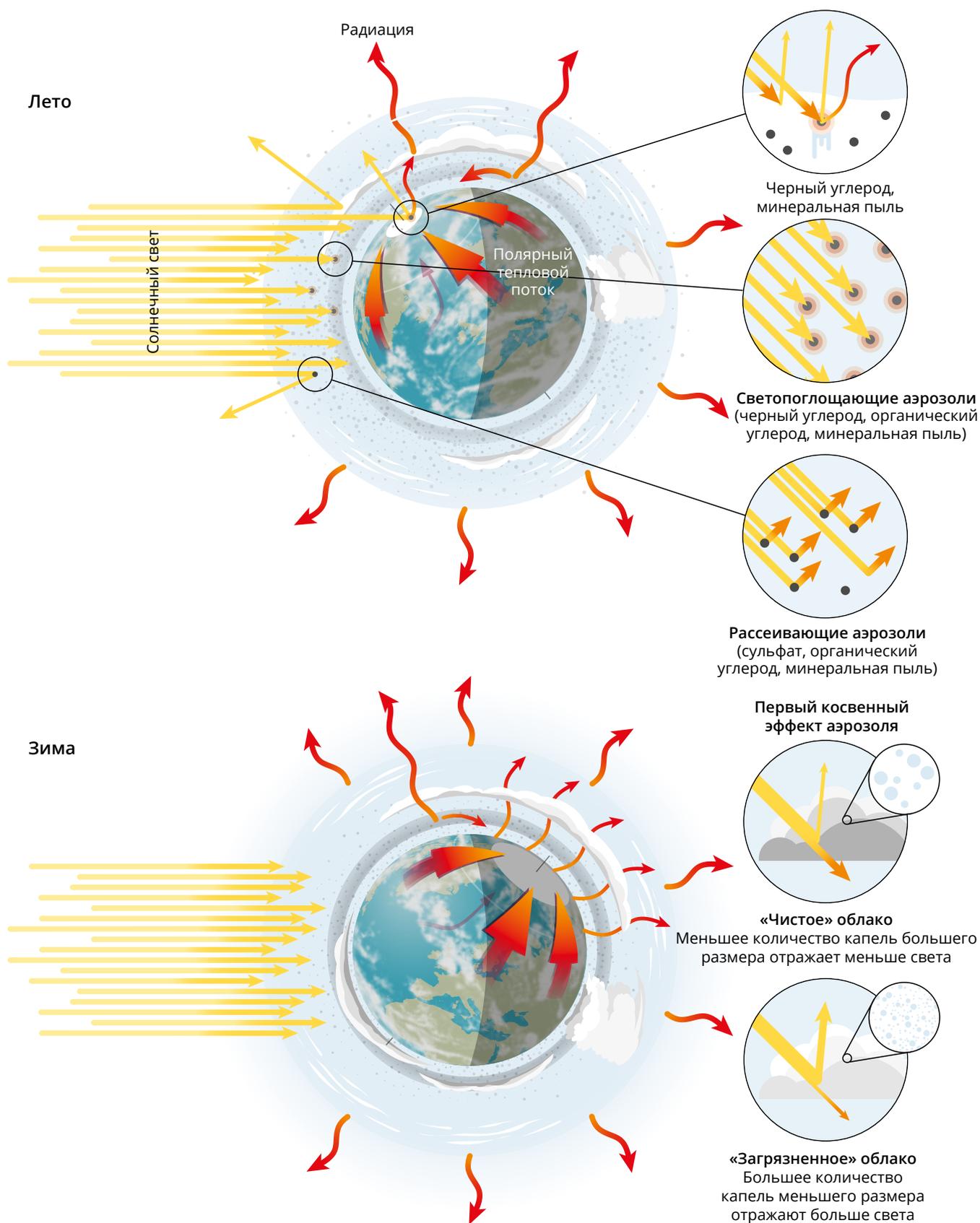
РЕЗУЛЬТАТЫ

КЛИМАТИЧЕСКИЕ ЭФФЕКТЫ СОКРАЩЕНИЯ КВВК

Выбросы КВВК оказывают как региональное, так и крупномасштабное воздействие на климат. КВВК, выбрасываемые в Арктике или транспортируемые в нее, влияют на перенос тепла в атмосфере Арктики, а также приводят к снижению альбедо, когда темные частицы, такие как сажа, попадают на снег и лед, которые затем поглощают тепло, а не отражают его. Выбросы, происходящие в высоких широтах, оказывают самое сильное влияние, в расчете на единицу выбросов, на потепление в Арктике. Однако, поскольку выбросы КВВК и, следовательно, концентрации в средних широтах намного превышают концентрации в Арктике, меры по сокращению загрязнения воздуха в средних широтах обладают наибольшим потенциалом воздействия на потепление в Арктике. Однако, на единицу сокращенных выбросов, меры, принятые в высоких широтах, по-прежнему оказывают наибольшее влияние.

Чтобы оценить влияние различных траекторий выбросов на арктический климат, в оценке АМАП 2021 года использовались пять климатических моделей системы Земли вместе с мульти-модельным эмулятором для моделирования изменения температуры в Арктике. В настоящем обзоре на основе комбинации этих моделей приводятся наилучшие оценки изменений в прошлом и будущем потеплении Арктики вследствие изменений в выбросах КВВК и углекислого газа.





Механизмы влияния КВВК на климат Арктики. Они включают в себя влияние на тепловой баланс региона, поскольку аэрозоли поглощают или рассеивают солнечную энергию в атмосфере, так как парниковые газы поглощают тепло, а частицы затемняют светлые поверхности, такие как снег и лед, что делает их менее эффективными в отражении солнечной энергии. Аэрозоли также влияют на свойства облаков и их способность отражать свет. Помимо воздействий в Арктике, воздействия КВВК на тепловой баланс в средних и низких широтах влияют на количество тепла, переносимого в Арктику.

ВКЛАД КВВК В ПРОШЛОМ

Моделирование за период с 1990 по 2015 год показывает значительное сокращение выбросов серы из ископаемых источников и источников биотоплива среди стран - членов Арктического совета и остальной Европы, в то время как изменения в выбросах от азиатских наблюдателей и остального мира были небольшими в этот период времени. Сульфатные аэрозоли охлаждают атмосферу и частично компенсируют потепление, вызванное углекислым газом и КВВК, вызывающими потепление.

С уменьшением уровней сульфатного аэрозоля в средних и низких широтах (улучшение качества воздуха) охлаждающий или компенсирующий эффект сульфатных аэрозолей уменьшился. За эти 25 лет вклад в потепление Арктики от глобальных выбросов углекислого газа и некомпенсированного потепления (ослабление охлаждения) от сокращения выбросов серы в средних и более низких широтах оказался почти равным по величине. Вклад КВВК, не содержащих серу, в тенденции изменения температуры в Арктике с 1990 по 2015 год был незначительным, в основном, из-за относительно небольших изменений в глобальных выбросах этих соединений за этот период времени. Смоделированное чистое потепление Арктики за 1990-2015 годы в результате изменения взаимодействия КВВК от глобальных антропогенных источников с радиацией, облаками и альбедо поверхности составляет 0,275°C за десятилетие (см. рисунок на стр. 9). Уменьшение взаимодействия сульфата с облаками, вероятно, оказало влияние на общее потепление в Арктике. Смоделированная величина этого потепления является значительной, но очень неопределенной. В частности, сокращение глобальных выбросов серы, возможно, привело к потеплению Арктики на 0,290°C за десятилетие в результате уменьшения взаимодействия сульфатных аэрозолей с радиацией, облаками и альбедо поверхности. Таким образом, изменения в глобальных выбросах диоксида серы превосходили в воздействии все КВВК в Арктике. Кроме того, моделирование, проведенное для отчета, свидетельствует о том, что глобальные антропогенные выбросы углекислого газа и сокращение глобальных антропогенных выбросов серы внесли значительный и примерно равный вклад в чистые темпы потепления в Арктике с 1990 по 2015 год (0,285°C за десятилетие для углекислого газа). Моделирование для периода с 1990 по 2015 год свидетельствует о том, что сокращение глобальных антропогенных выбросов черного углерода в течение этого периода времени вызвало охлаждающее воздействие на недавнее потепление в Арктике (-0,053°C за десятилетие). В то же время глобальные антропогенные выбросы метана привели к относительно небольшому потеплению (0,038°C за десятилетие).

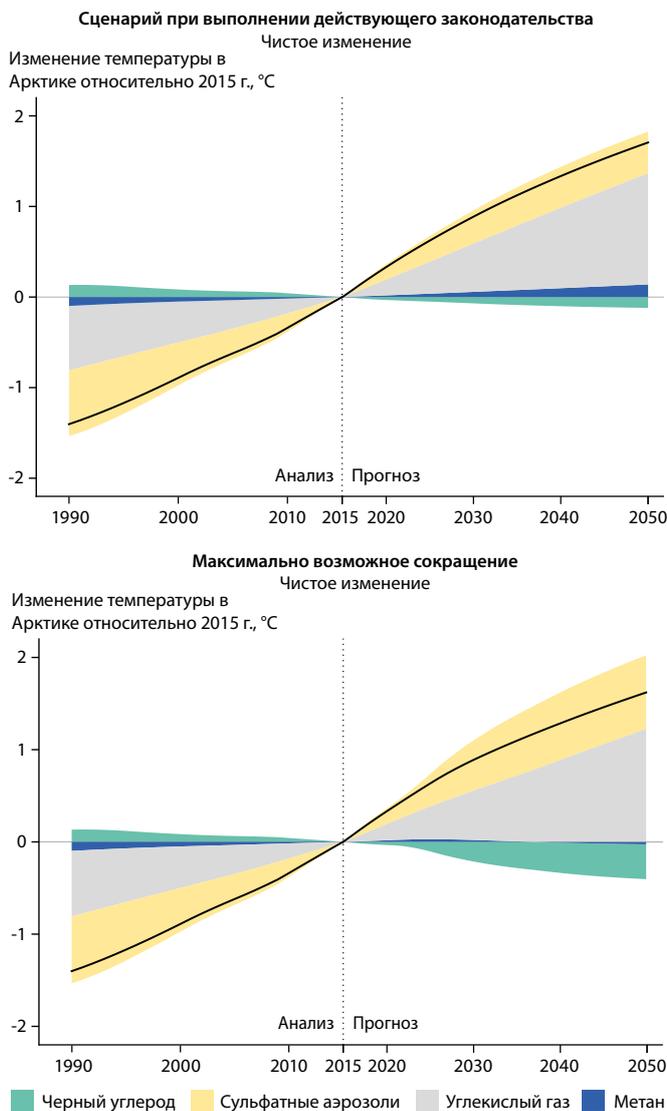
ВКЛАД КВВК В БУДУЩЕМ

Все сценарии антропогенных выбросов КВВК и все модели, использованные в оценке АМАП 2021 для КВВК, показывают, что в Арктике будут сохраняться высокие

темпы потепления, поскольку будущие выбросы как долгосрочных, так и краткосрочных загрязнителей приведут к увеличению глобальной средней температуры с усиленным откликом в Арктике. Прогнозируемое увеличение содержания углекислого газа и сокращение глобальных выбросов серы будут по-прежнему оказывать заметное воздействие на потепление в Арктике. В зависимости от того, как будут развиваться выбросы КВВК, продолжающееся сокращение глобальных антропогенных выбросов диоксида серы окажет влияние на повышение температуры в Арктике в 2015-2030 годах, которое может составить от 69% (при сценарии действующего законодательства) до 103% (при сценарии максимально возможного сокращения) от воздействия диоксида углерода на потепление. Результаты моделирования также показывают, что максимально возможное сокращение выбросов черного углерода и метана может почти компенсировать потепление, вызванное дополнительным сокращением выбросов серы. В частности, максимально возможное сокращение глобальных выбросов метана из всех антропогенных источников сжигания может привести к снижению темпов потепления в Арктике на 0,047 °C за десятилетие с 2015 по 2050 год по сравнению с применением только действующего законодательства. Уменьшение взаимодействия черного углерода с радиацией, облаками и поверхностными альбедо может снизить скорость потепления в Арктике на 0,074°C за десятилетие с 2015 по 2050 год при сценарии максимально возможного сокращения по сравнению со сценарием действующего законодательства.

Забота об охране здоровья является ключевым фактором при решении проблемы загрязнения воздуха, включая выбросы диоксида серы. Озабоченность проблемами охраны здоровья будет (и должна) продолжать стимулировать сокращение выбросов диоксида серы в будущем, несмотря на выявленные последствия, приводящие к потеплению. Это подчеркивает необходимость значительного сокращения выбросов как углекислого газа, так и КВВК, которые способствуют потеплению, поскольку такие действия замедлят темпы потепления по сравнению с нынешними уровнями выбросов. Сокращение КВВК особенно важно для темпов потепления в ближайшие несколько десятилетий. Для замедления потепления в Арктике будет особенно важно добиться максимально возможного сокращения глобальных выбросов черного углерода в результате сжигания газа в факелах, использования наземного транспорта и сжигания в жилых помещениях.

Уменьшение осаждения черного углерода на снег и лед увеличило бы отражательную способность этих поверхностей и тем самым охладило бы Арктику. Сокращение выбросов черного углерода в странах Арктического совета особенно эффективно, поскольку эти выбросы происходят в Арктике или вблизи нее. Максимально возможное сокращение выбросов метана в нефтегазовом секторе в странах Арктического совета также имеет решающее значение для компенсации прогнозируемого потепления.



Изменение температуры в Арктике при двух различных сценариях выбросов КВВК : Действующее законодательство и максимально возможное сокращение.

Сплошная линия показывает чистое изменение температуры в Арктике в результате комбинированных изменений всех выбросов (черный углерод, диоксид углерода, диоксид серы, метан). Заштрихованные области показывают, как наблюдаемые и прогнозируемые изменения выбросов КВВК с 1990 года вносят вклад в чистые изменения температуры в Арктике по сравнению с 2015 годом. Обратите внимание, что снижение выбросов таких парниковых агентов, как черный углерод, проявляется как похолодание в этот период. Арктика здесь определяется как территория к северу от 60° северной широты. Изменения выбросов, которые использовались при моделировании двух различных сценариев, показаны на рисунке на странице 14.

Главная идея заключается в том, что прошлые и прогнозируемые будущие выбросы углекислого газа (область, заштрихованная серым цветом) играют доминирующую роль в потеплении в Арктике и будут продолжать играть эту роль.

Что касается сульфатных аэрозолей (желтый цвет), то чистое сокращение выбросов с 1990 года способствовало недавнему потеплению в Арктике. Величина этого вклада аналогична величине вклада углекислого газа. Ожидаемое дальнейшее сокращение выбросов сульфатных аэрозолей будет продолжать способствовать потеплению в Арктике в ближайшие 20-30 лет. Это воздействие потепления в результате снижения концентраций особенно заметно в сценарии максимально возможного сокращения.

Черный углерод (зеленый цвет) способствует потеплению, но сокращение выбросов черного углерода с 1990 года уменьшило его относительное воздействие на потепление. Дальнейшее чистое сокращение выбросов черного углерода будет снижать его воздействие на потепление и противодействовать некоторому количеству будущего потепления за счет углекислого газа и сокращения выбросов сульфатных аэрозолей; в большей степени в сценарии максимально возможного сокращения, чем в сценарии действующего законодательства.

Метан (синий цвет) способствует потеплению в Арктике, а увеличение выбросов метана с 1990 года увеличило вклад метана в потепление. Этот процесс будет продолжаться в сценарии действующего законодательства. В сценарии максимально возможного сокращения выбросов метана будут лишь незначительные отклонения, поэтому вклад в будущие изменения температуры в Арктике минимален. В абсолютных цифрах метан по-прежнему будет способствовать потеплению Арктики, хотя на диаграмме это едва заметно.



СРАВНЕНИЕ МЕТОДОВ ОЦЕНКИ ВОЗДЕЙСТВИЯ КВВК НА КЛИМАТ В 2015 И 2021 ГОДАХ

В оценке АМАП 2015 для КВВК проводилось моделирование отдельно для каждого фактора для оценки потенциала изменений в выбросах метана и черного углерода, которые могут повлиять на климат Арктики, и для сравнения воздействия различных региональных источников выбросов. В оценке АМАП 2021 для КВВК используется большее количество моделей, которые включают обновленные данные о региональной чувствительности климата и более подробное представление процессов, изменяющих климат. Кроме того, она основана на обновленных кадастрах и прогнозах выбросов и уделяет больше внимания изменениям в выбросах, в частности, диоксида серы. В результате появилась возможность предоставить более детальную картину того, как комплексный эффект КВВК изменяется с течением времени, и точно сопоставить влияние уменьшения КВВК с воздействием сокращения выбросов диоксида углерода.

Смоделированное снижение потепления в Арктике в 2050 году в результате реализации программы максимально возможного сокращения выбросов КВВК в текущей оценке (0,16 °C за десятилетие от метана и 0,26 °C за десятилетие от радиационного воздействия черного углерода) сопоставимо с температурными эффектами, рассчитанными в оценках АМАП 2015 для КВВК.

ЗАГРЯЗНЕНИЕ ВОЗДУХА И ЗДОРОВЬЕ

Загрязнение атмосферного воздуха входит в число 10 ведущих факторов риска преждевременной смерти в странах - членах Арктического совета и странах-наблюдателях. Существует хорошо установленная взаимосвязь между мелкодисперсными частицами (PM_{2,5}) и сердечно-сосудистыми и респираторными заболеваниями, а также преждевременной смертью. Также появляется все больше свидетельств того, что загрязнение воздуха увеличивает риск развития диабета, преждевременных родов и низкого веса при рождении. Озон связан с повышенным риском респираторных заболеваний, которые приводят к преждевременной смерти, и может быть связан с повышенным риском других неблагоприятных последствий для здоровья (например, влияние на метаболизм).

ВЛИЯНИЕ НА ЗДОРОВЬЕ НАСЕЛЕНИЯ В АРКТИКЕ

Существует лишь ограниченное количество исследований воздействия загрязнения воздуха на людей, живущих в Арктике. Те, которые существуют на Аляске, показывают, что воздействие PM_{2,5} является серьезной проблемой для здоровья. Хотя оценка вклада загрязнения воздуха в развитие болезней среди людей, живущих в Арктике, является сложной задачей, текущее понимание причинно-следственных связей показывает, что большинство усилий по сокращению выбросов принесет пользу для здоровья. Местные источники имеют важное значение, и меры по сокращению выбросов в результате отопления жилых домов, сжигания отходов, дизельных генераторов и наземного транспорта принесут пользу здоровью местных жителей. Также важно принимать меры, чтобы увеличение количества морских перевозок не приводило к локальному загрязнению воздуха. Еще одна проблема - это риск увеличения числа лесных пожаров в Арктике и связанное с этим воздействие на здоровье от увеличения выбросов дыма.

ВЛИЯНИЕ НА КАЧЕСТВО ВОЗДУХА И ЗДОРОВЬЕ В СТРАНАХ-ЧЛЕНАХ И СТРАНАХ - НАБЛЮДАТЕЛЯХ АРКТИЧЕСКОГО СОВЕТА

В новых исследованиях, проведенных в оценке АМАП 2021 для КВВК, использовались оценки будущих выбросов для оценки качества воздуха и здоровья, с акцентом на влияние мелкодисперсных частиц (PM_{2,5}) и озона на преждевременную смерть.

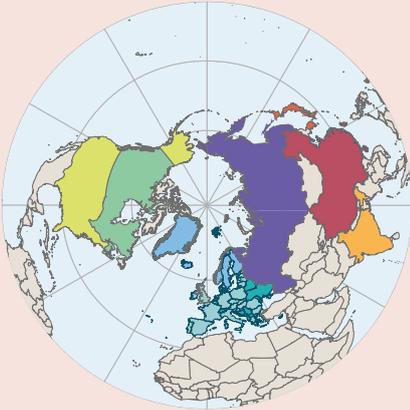
В местах с высоким уровнем загрязнения воздуха, например во многих азиатских странах-наблюдателях, применение действующего законодательства приведет к улучшению качества местного воздуха. Согласно сценарию действующего законодательства, большая часть этих сокращений, по прогнозам, произойдет в период с 2020 по 2025 год. Применение наилучших доступных технологий во всем мире для всех загрязнителей воздуха и метана позволит еще больше улучшить качество воздуха, особенно в регионах, которые в настоящее время имеют высокие выбросы.



Потенциал снижения концентраций озона в районах с высоким уровнем загрязнения воздуха в основном связан с сокращением выбросов метана (метан является одним из факторов, способствующих формированию тропосферного озона в результате фотохимической реакции оксидов азота и летучих органических веществ).

Оценка АМАП 2021 для КВВК также позволила оценить количество предотвращенных преждевременных смертей из-за сокращения загрязнения воздуха при различных сценариях выбросов с использованием основанных на литературе взаимосвязей между концентрациями загрязнения воздуха и неблагоприятными последствиями для здоровья. Главная идея заключается в том, что полное осуществление действующего законодательства может снизить глобальную преждевременную смертность, обусловленную PM_{2,5}, на 24% в 2030 году по сравнению с 2015 годом. Более амбициозный сценарий максимально возможного сокращения приведет к дальнейшему сокращению преждевременной смертности, связанной с загрязнением воздуха, еще на 22% по сравнению со сценарием действующего законодательства.

В сценарии действующего законодательства концентрации озона во всем мире остаются стабильными, но число людей, преждевременно умирающих от воздействия озона, тем не менее, по оценкам, увеличится в связи с ростом численности населения, подвергающегося воздействию. И, наоборот,



США



Европейский Союз (за исключением Скандинавских стран)



Россия



Канада



Европа (другие)



Скандинавия



Китай



Япония, Республика Корея и Сингапур



Индия



Изменения в числе преждевременных смертей от $PM_{2.5}$ в регионах стран-членов и стран-наблюдателей Арктического совета в 2030 и 2050 годах по сравнению с 2015 годом, если выбросы будут сокращены за счет выполнения действующего законодательства (сценарий CLE) и применения максимально возможного сокращения выбросов (сценарий MFR).



в более амбициозном сценарии максимально возможного сокращения прогнозируется снижение глобальной смертности, связанной с озоном, по сравнению с нынешними уровнями.

Для стран - членов Арктического совета соблюдение действующего законодательства в целях сокращения выбросов $PM_{2.5}$ и озона позволит избежать, по оценкам, 66 000 преждевременных смертей в 2030 году по сравнению с 2015 годом. В более амбициозном сценарии

максимально возможного сокращения в 2030 году, по оценкам, удастся избежать 97 000 преждевременных смертей. Для стран-наблюдателей максимально возможное сокращение выбросов позволит избежать, по оценкам, 880 000 преждевременных смертей в 2030 году по сравнению с 2015 годом. Применение только действующего законодательства позволит избежать 540 000 преждевременных смертей в 2030 году по сравнению с 2015 годом.

ДОСТОВЕРНОСТЬ РЕЗУЛЬТАТОВ МОДЕЛИРОВАНИЯ

Отдельные модели различаются по тому, насколько хорошо они представляют КВВК в сравнении с историческими данными, однако средние значения моделирования по нескольким моделям обеспечивают результаты, которые близки или находятся в пределах диапазона неопределенности наблюдаемых уровней черного углерода, озона и метана в атмосфере. При моделировании воздействия выбросов КВВК на климат достоверность в направлении изменений высока, но средняя в масштабах изменений. Основная неопределенность связана с будущими траекториями выбросов из-за неопределенности в направлениях социально-экономического развития. Критическая неопределенность в отношении воздействия на климат связана с изменениями облаков и связанных с этим воздействием на климат. Оценка влияния неопределенности моделей для прогнозов воздействия на климат и здоровье в краткосрочной перспективе показывает, что:

- Уверенность в том, что метан оказывает влияние на потепление высока как во всем мире, так и в Арктике.
- Потепление, вызванное черным углеродом, может быть недооценено в Арктике и является неопределенным из-за высокой вариабельности моделей.
- Охлаждение от сульфатных аэрозолей в Арктике может быть недооценено. Неопределенность,

главным образом, связана с отсутствием наблюдений по всему атмосферному столбу и высокой степенью изменчивости модельных оценок.

- Уверенность в воздействии озона на потепление довольно высока во всем мире и в Арктике, но при моделировании озона и его прекурсоров существуют неопределенности.
- Воздействие на климат за счет изменения свойств облаков очень неопределенно из-за широкого разброса данных, полученных в результате моделирования и наблюдений.
- Смертность от респираторных заболеваний, обусловленных воздействием озона, может быть преувеличена из-за завышенной оценки концентрации озона. Общее воздействие озона на здоровье может быть недооценено, поскольку другие пагубные последствия для здоровья, по которым накапливаются научные данные, (например, воздействие на метаболизм) не были включены в оценку.
- Воздействие на здоровье, обусловленное влиянием $PM_{2.5}$, может быть недооценено из-за заниженной оценки концентраций, особенно в Азии и вблизи населенных пунктов, а также из-за того, что некоторые неблагоприятные последствия для здоровья, по которым научные данные только накапливаются (например, неблагоприятные исходы при рождении, когнитивные эффекты), не были включены в оценку.

НАБЛЮДЕНИЯ И ТЕНДЕНЦИИ

Постепенные изменения уровней КВВК в атмосфере Арктики отражают меры, принятые в области загрязнения воздуха и промышленной деятельности.

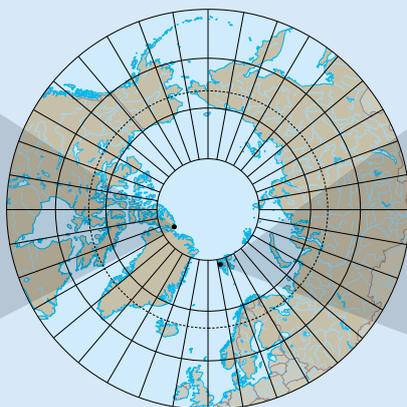
Например, долгосрочные атмосферные измерения показывают, что качество арктического воздуха улучшилось после 1990 года в ответ на меры, принятые в области загрязнения воздуха, в Европе и Северной Америке, и после резкого спада экономики Советского Союза. Однако примерно в это же время выбросы в Китае и остальной Азии начали увеличиваться, стабилизировались и стали немного снижаться с начала 2010-х годов. В атмосфере Арктики уровни черного углерода снизились в период с 1990 по 2010 год, но в последние 10 лет это снижение не наблюдалось. Что касается сульфатов, то на некоторых арктических станциях мониторинга наблюдается продолжающееся снижение атмосферных концентраций, в то время как на других станциях

этот уровень стабилизируется или незначительно увеличивается.

Уровни метана в атмосфере Арктики отражают глобальные концентрации и более чем удвоились с доиндустриальной эпохи, согласно данным об уровнях атмосферного метана в ледяных ядрах. В период приблизительно с 2000 по 2005 год рост не наблюдался, однако примерно с 2007 года уровни вновь возросли, причем в период с 2015 года наблюдался еще более быстрый рост. Перенос на большие расстояния способствовал повышению уровней в атмосфере Арктики, однако очаги антропогенных выбросов в самой Арктике возможно усилили эту растущую тенденцию.



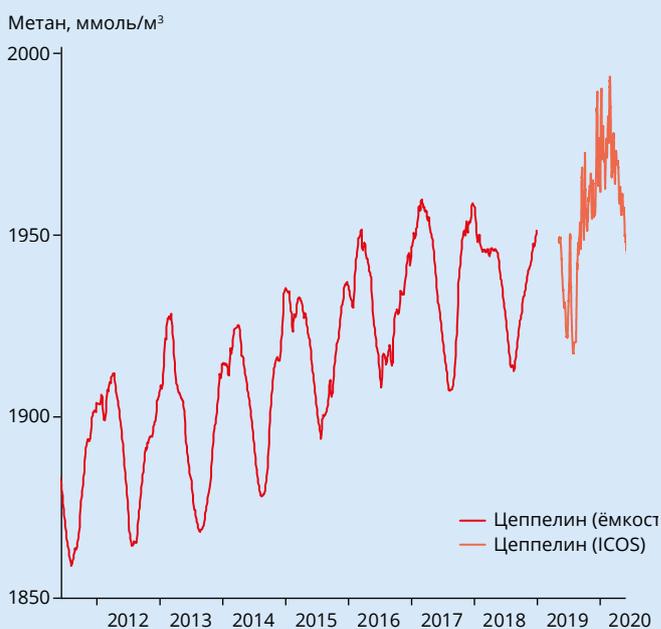
Алерт (Канада)



Цепелин (Шпицберген)



Данные мониторинга в Алерт (Канада), показывающие историческое снижение содержания черного углерода и сульфатных аэрозолей.



Тенденции изменения метана на Цепелине (Шпицберген).

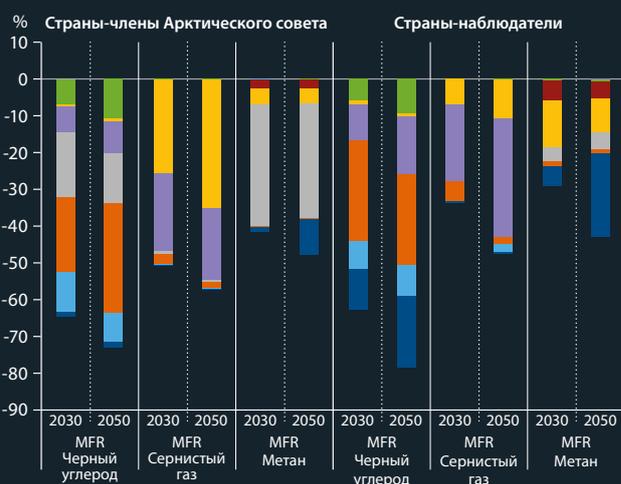
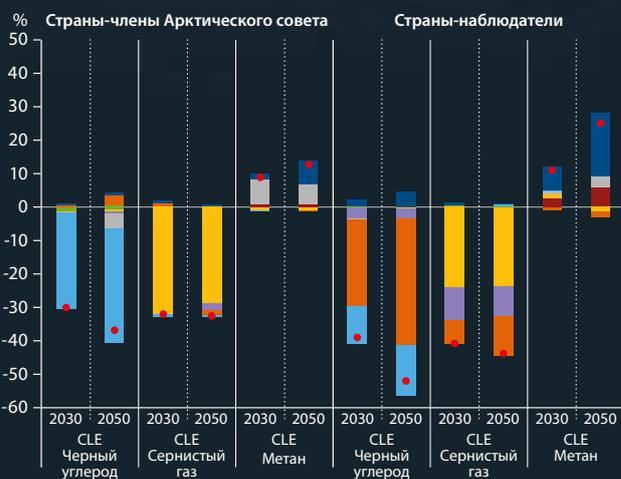


ИСТОЧНИКИ ВЫБРОСОВ

Страны-члены Арктического совета и страны-наблюдатели вместе ответственны за примерно половину текущих глобальных антропогенных выбросов черного углерода, диоксида серы и метана. Хотя существуют различия между имеющимися оценками выбросов КВВК, особенно на отраслевом уровне, относительный вклад различных источников представляется устойчивым. Согласно кадастрам выбросов, разработанным для этой оценки, на страны-члены Арктического совета в 2015 году приходилось 8% глобальных антропогенных выбросов черного углерода, причем наземный транспорт был наиболее важным источником, за которыми следует сжигание в жилых помещениях и сжигание попутного нефтяного газа в факелах в нефтегазовом секторе. В 2015 году на страны-наблюдатели приходилось 40% глобальных антропогенных выбросов черного углерода, в которых преобладали выбросы из Китая и Индии, а основным источником выбросов было сжигание в жилых помещениях, за которым следовали наземные перевозки. Арктическое судоходство в настоящее время является лишь незначительным источником выбросов черного углерода в целом.

Что касается диоксида серы, то в 2015 г. на страны-члены Арктического совета приходилось 13% мировых выбросов, а на страны-наблюдатели приходилось 30%. Энергетический сектор и промышленность являются наиболее значимыми источниками как в странах-членах Арктического совета, так и в странах-наблюдателях.

Что касается метана, то на страны-члены Арктического совета в 2015 году пришлось 20% глобальных антропогенных выбросов, в основном от энергетического сектора, особенно от добычи и распределения нефти и газа, с существенным вкладом также от отходов и сельского хозяйства. На страны-наблюдатели приходится 30% мировых выбросов метана. В то время как выбросы от сельского хозяйства в настоящее время составляют почти 50%, будущий рост будет зависеть от увеличения выбросов от обращения с отходами.



- Сжигание сельскохозяйственных отходов
- Сельское хозяйство
- Энергетика (включая добычу угля)
- Промышленность
- Нефть и газ (включая факельное сжигание)
- Бытовое сжигание
- Наземный транспорт
- Отходы
- Чистые изменения

CLE (выбросы при выполнении действующего законодательства)
MFR (максимально возможное снижение)

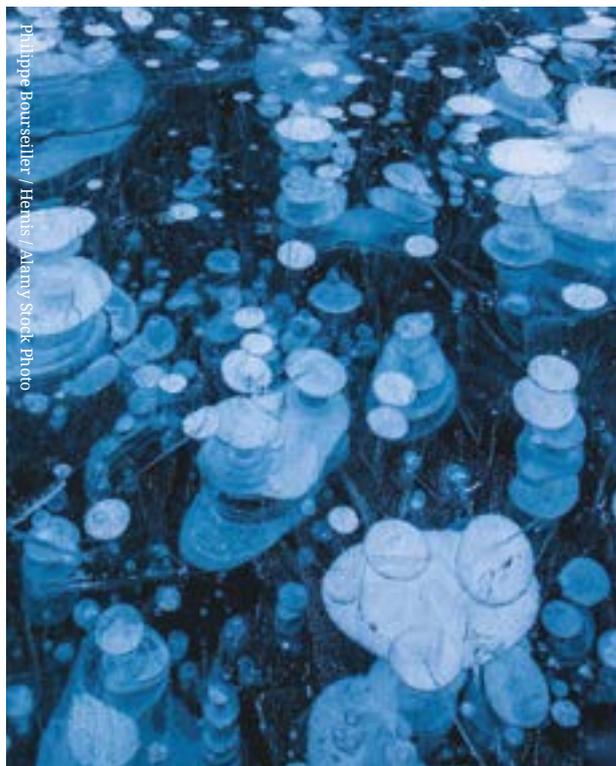
Относительные изменения выбросов в соответствии со сценарием при выполнении действующего законодательства (CLE) в 2030 и 2050 годах по сравнению с 2015 годом, а также потенциал дальнейшего сокращения в соответствии со сценарием максимально возможного сокращения (MFR) по сравнению со сценарием CLE в 2030 и 2050 годах.

БУДУЩИЕ АНТРОПОГЕННЫЕ ВЫБРОСЫ

Полное соблюдение действующего законодательства приведет к снижению выбросов КВВК как в странах-членах Арктического совета, так и в странах-наблюдателях. Что касается черного углерода, то к 2050 году ожидается снижение на 37% в странах Арктического совета и на 52% в странах-наблюдателях по сравнению с 2015 годом. Сценарии будущих выбросов, использованные для этой оценки АМАП, показывают, что коллективное добровольное обязательство Арктического совета по сокращению выбросов черного углерода на 25-33% ниже уровня 2013 года к 2025 году может быть почти достигнуто путем реализации текущей политики, которая, по оценкам, приведет к сокращению выбросов на 22% к 2025 году¹. Существует значительный потенциал дальнейшего сокращения выбросов, который может быть достигнут с помощью наилучших доступных технологий.

Ожидается, что к 2050 году выбросы метана увеличатся на 13% в странах-членах Арктического совета и на 25% в странах-наблюдателях, даже если действующее законодательство будет реализовано. Предполагаемая будущая тенденция выбросов, с учетом выполнения действующего законодательства, не соответствует обязательству, содержащемуся в Рамках действий Арктического совета по активизации сокращения выбросов черного углерода и метана - «... значительно сократить наши общие выбросы метана».

Что касается диоксида серы, текущие сценарии при выполнении действующего законодательства указывают на сильное сокращение выбросов примерно на 33% для стран-членов и 45% для стран-наблюдателей к 2050 году. Текущие меры в вопросе чистого воздуха могут снизить выбросы черного углерода в жилищном и транспортном секторах и в некоторой степени в промышленности. Значительное дополнительное сокращение выбросов может быть достигнуто за счет применения наилучших доступных технологий. Это особенно заметно в отношении черного углерода от сжигания в жилых помещениях (отопление и приготовление пищи) и промышленного производства нефти и газа, выбросов диоксида серы при производстве энергии и в промышленности, выбросов метана при добыче нефти и газа, а также улучшение качества переработки городских и промышленных отходов.



ПРИРОДНЫЕ ВЫБРОСЫ МЕТАНА И ЧАСТИЦ

Естественные выбросы метана важны в Арктике, фактически, они являются основным источником из-за наличия в регионе множества водно-болотных угодий. Тем не менее, эти выбросы примерно в 2,5 раза меньше, чем глобальные антропогенные выбросы метана от ископаемого топлива. Будущие естественные выбросы неопределенны, но увеличение количества метана в Арктике из естественных источников в рамках ряда сценариев антропогенного потепления климата, по прогнозам, будет меньше, чем возможное сокращение глобальных антропогенных выбросов метана. Возможные будущие изменения в естественных выбросах, например из-за потепления, ведущего к деградации вечной мерзлоты или к более влажной окружающей среде, не были включены в моделирование климатических воздействий КВВК из-за большой неопределенности в прогнозах будущих выбросов.

Выбросы из Северного Ледовитого океана, то есть морских брызг и морских биогенных газов, которые образуют твердые частицы, будут меняться с изменением климата, тем самым влияя на климат Арктики. Пока нет достаточного понимания, чтобы количественно оценить эти эффекты.

¹ Экспертная группа по черному углероду и метану Арктического совета использует национальные отчеты и прогнозы о выбросах в качестве основы для оценки прогресса в достижении целей Рамочной программы действий Арктического совета по активизации сокращения выбросов черного углерода и метана. Подробнее об информации, используемой в процессе оценки АМАП, см. «Оценка воздействия КВВК».

ПОЖАРЫ И ИЗМЕНЕНИЕ КЛИМАТА

Важным источником черного углерода и органического углерода в атмосферу являются лесные пожары и преднамеренное сжигание сельскохозяйственных полей, пастбищ и лесов. Текущие оценки показывают, что 12-15% общего объема выпадения черного углерода в Арктике происходит из-за пожаров в бореальных лесах Сибири, Канады и Аляски по сравнению с глобальными антропогенными выбросами и выбросами от сжигания биомассы от всех типов пожаров. Вклад КВВК в атмосферную концентрацию может изменяться по мере изменения климата. Синхронизация выбросов от пожаров с наличием снега и льда являются важным фактором в связи с их воздействием на климат в Арктике. Изменение сезонности и мест пожаров может привести к большему отложению сажи (ранее, режимы северных пожаров в сочетании с открытым сельскохозяйственным сжиганием) или меньшему отложению сажи (летние и осенние пожары в северных и умеренных ландшафтах) на снегу и морском льду в Арктике. Выполненные для АМАП 2021 оценки КВВК, обзор литературы и сравнение опубликованных моделей выбросов пожаров, дополненных конкретной моделью пожаров АМАП, дают представление о текущих выбросах и будущих режимах пожаров и выбросах от них.

Хотя пожары являются естественной частью некоторых арктических экосистем, ожидается, что изменение климата еще больше увеличит продолжительность пожарного сезона, возможно, создаст более сухие условия и увеличит риск того, что молнии вызовут пожары из-за потенциального увеличения количества грозных разрядов. Другие факторы также играют роль, в том числе повышенная активность человека в районах дикой природы и высокое количество топлива из-за борьбы с пожарами и из-за растущего количества вредителей. Глобальные базы данных по выбросам от пожаров указывают на растущую тенденцию к увеличению пожаров к северу от 60° с.ш. с 2005 по 2018 год, в большей степени, чем активность пожаров между 50° и 60° с.ш., для которых есть оценки снижения выбросов от пожаров в одной из моделей. Специально созданная модель выбросов текущей пожарной активности, разработанная для оценки КВВК АМАП 2021, показывает, что большая часть пожарной активности и выбросов от пожаров происходит между 50° и 60° с.ш., что соответствует южной части бореального региона. За тот же период между 70° и 80° с.ш. наблюдалось очень мало открытых выбросов от сжигания биомассы. Выше 80° с.ш. пожаров не наблюдалось из-за ограничений спутникового покрытия.

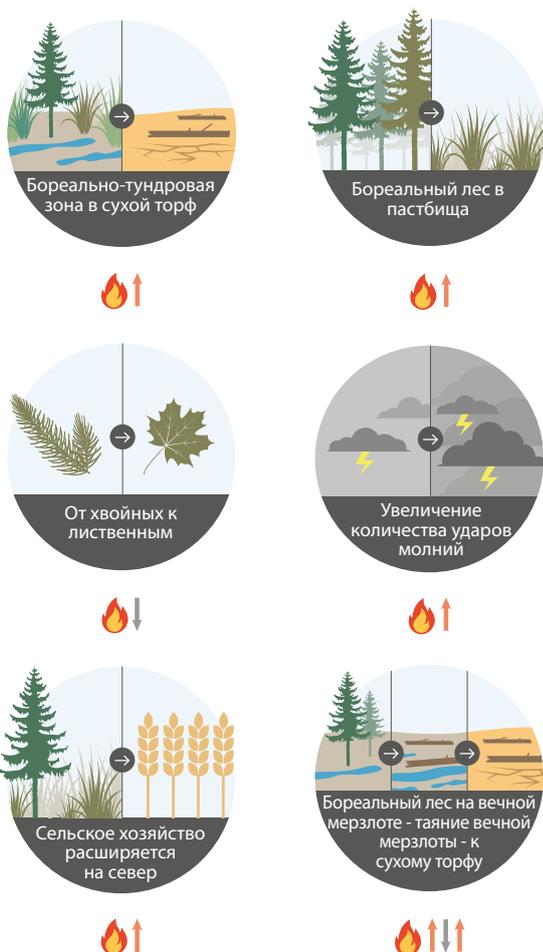
Появляется все больше свидетельств того, что изменение климата сыграло свою роль в возникновении крупных неконтролируемых пожаров в начале сезона в удаленных бореальных лесах. Это также способствовало раннему началу сезона пожаров в арктической тундре с сильными лесными пожарами в более густонаселенных районах. Пожары в западной Гренландии в конце лета 2017 и 2019 годов после периодов теплой, сухой и солнечной погоды - новое явление. Несмотря на то, что в глобальном масштабе оно все еще относительно невелико, будущее потепление Арктики может привести к увеличению числа и масштабов пожаров в ландшафтах, где лесные пожары раньше были редкостью.

ПЕРСПЕКТИВЫ НА БУДУЩЕЕ

Дальнейшее изменение климата повлияет на риски возникновения пожаров в будущем. В некоторых случаях пожар может стать достаточно сильным, чтобы вызвать сдвиги в экосистемах, увеличивающие вероятность будущих пожаров. В дополнение к возможности большего количества возгораний от молний и более продолжительного периода пожаров, деградация вечной мерзлоты может увеличить количество сухой растительности и высокоуглеродистого торфяного топлива. Торфяные пожары могут долго тлеть, что приводит к большим выбросам дыма. Эти пожары также чрезвычайно трудно потушить, они могут гореть под землей всю зиму и снова возникать весной. Иногда их называют «зомби-пожарами» или «отложенными пожарами». Общий размер выбросов от торфяных пожаров сложно оценить и спрогнозировать. Например, таяние прерывистой вечной мерзлоты может увеличить количество торфяного топлива, доступного для подпитки пожаров, но может также повторно заболачивать почвы, ограничивая возгорание и распространение пожаров. Торф в северных и арктических регионах является огромным естественным поглотителем углерода, а пожары на торфяниках могут выделять гораздо больше углекислого газа, чем типичные лесные пожары на единицу выгоревшей площади, в дополнение к КВВК.

Еще одним фактором является изменение человеческой деятельности, в том числе рост туристической активности, рост лесозаготовок и потенциала для развития сельского хозяйства на севере. Расширение сельского хозяйства на север и связанные с ним методы сжигания также могут привести к увеличению выбросов в Арктике или вблизи нее. Человеческая деятельность остается основным источником возгорания даже в Арктике.

Изменение климата повлияет на леса и лесное хозяйство с прямым воздействием на рост лесов и ущербом, связанным изменением количества насекомых и погодой. Общая оценка КВВК в отчете АМАП 2021 заключается в том, что будущие климатические условия будут благоприятными для лесных пожаров в бореальной зоне, даже для лесов, где есть высокий уровень контроля. Возрастет вероятность пожаров высокой интенсивности, которые трудно контролировать, в том числе сильных мегапожаров. В будущем пожары в регионе Арктического совета останутся источниками черного углерода, метана и углекислого газа в Арктике и вокруг Арктики, и, согласно прогнозам, их число будет расти.



Изменения пожарного риска в связи с ожидаемыми изменениями в экосистемах и погодных условиях к середине и концу 21 века в связи с изменением климата; «Стрелки вверх» указывают на увеличение риска возгорания, а «стрелки вниз» указывают на уменьшение риска возгорания. При переходе от бореального леса к вечной мерзлоте риски возникновения пожаров могут сначала увеличиваться, затем уменьшаться, а затем снова возрастать по мере изменения экосистемы, при этом влажность почвы является основным фактором приземных торфяных пожаров в Арктике, а также в бореальных системах. Большинство исследований изменений пожарного риска основано на сценариях больших выбросов.

РЕКОМЕНДАЦИИ

На основе проведенной в 2021 году оценки воздействия короткоживущих веществ на качество воздуха, здоровье человека и климат в Арктике, рабочая группа АМАП рекомендует следующее:

1 **ДЕЙСТВУЮЩЕЕ ЗАКОНОДАТЕЛЬСТВО ДОЛЖНО БЫТЬ ЭФФЕКТИВНО ВНЕДРЕНО, А СВОЕВРЕМЕННОЕ И ЭФФЕКТИВНОЕ ВНЕДРЕНИЕ НАИЛУЧШИХ ДОСТУПНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, НЕ ПРЕДУСМОТРЕННЫХ НАСТОЯЩИМ ЗАКОНОДАТЕЛЬСТВОМ ПО ДАЛЬНЕЙШЕМУ СОКРАЩЕНИЮ ВЫБРОСОВ КВВК ДОЛЖНО ВСЯЧЕСКИ ПОДДЕРЖИВАТЬСЯ**

- Эффективное выполнение действующего национального законодательства и международных соглашений по сокращению загрязнения воздуха принесет существенную пользу здоровью населения в странах-членах Арктического совета и странах-наблюдателях. Дополнительная польза для здоровья населения, наряду с пользой для климата, может быть достигнута за счет более широкого использования наилучших доступных технологий для сокращения выбросов, особенно в странах-наблюдателях Арктического совета.
- Для компенсации дополнительного потепления в Арктике, вызванного сокращением выбросов диоксида серы в сценарии максимально возможных сокращений, потребуется полное внедрение наилучших доступных технологий для сокращения выбросов черного углерода и метана. Снижение выбросов серы хорошо мотивируется проблемами качества воздуха и здоровья. Уменьшение содержания черного углерода и метана особенно важно для уменьшения потепления в краткосрочной перспективе. Для ограничения долгосрочного потепления в Арктике критически важным остается резкое и немедленное сокращение выбросов углекислого газа всеми странами.
- Прогнозы будущих выбросов метана показывают, что действующего законодательства недостаточно для реализации обязательства, сформулированного Арктическим советом в Рамках действий по усиленному сокращению выбросов черного углерода и метана: «... значительно сократить наши общие выбросы метана». Таким образом, необходимо усилить амбиции по сокращению выбросов метана, особенно за счет предотвращения утечек метана при добыче нефти и газа (в Арктике и в других местах).
- Для дальнейшего сокращения выбросов черного углерода членами Арктического совета будет особенно важно сократить показатели выбросов от дизельных двигателей, сжигания попутного газа и сжигания в жилых помещениях (включая дровяные печи).

2 **СТРАНЫ-ЧЛЕНЫ И СТРАНЫ-НАБЛЮДАТЕЛИ АРКТИЧЕСКОГО СОВЕТА ДОЛЖНЫ СОХРАНЯТЬ И УСИЛИВАТЬ ОТЧЕТНОСТЬ И МОНИТОРИНГ ПО ВЫБРОСАМ ДЛЯ ОЦЕНКИ ПРОГРЕССА СНИЖЕНИЯ ВЫБРОСОВ КВВК**

- Отчеты стран о выбросах КВВК в соответствующие международные органы поддерживают разработку надежных сценариев выбросов и смягчения последствий, подчеркивая важность обеспечения того, чтобы своевременная, прозрачная и полная информация о выбросах КВВК предоставлялась соответствующим международным форумам, даже если такая отчетность не является обязательной.
- Существует острая необходимость в продолжении и улучшении отчетности и прогнозов по выбросам черного углерода путем развития науки для поддержания разработки общих методологий, и улучшение отчетности национальных кадастров в соответствии с Конвенцией по воздуху и Межправительственной группой экспертов по изменению климата.



НОВЫЕ
ВЫВОДЫ



ПОДКРЕПЛЯЮЩАЯ
ИНФОРМАЦИЯ



НЕДОСТАТОК
ДАнных

3 **ЛОКАЛЬНЫЕ ИСТОЧНИКИ ВЫБРОСОВ ЧЕРНОГО УГЛЕРОДА В АРКТИКЕ ДОЛЖНЫ БЫТЬ ЛУЧШЕ ИДЕНТИФИЦИРОВАНЫ И ОЦЕНЕНЫ ДЛЯ ВНЕДРЕНИЯ ЭФФЕКТИВНЫХ МЕР ПО СНИЖЕНИЮ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ВОЗДУХА В АРКТИЧЕСКИХ СООБЩЕСТВАХ**

- Использование наилучших доступных технологий и методов эксплуатации могло бы снизить локальные выбросы КВВК возникающие в результате отопления жилых помещений, сжигания отходов и использования дизельных генераторов, и тем самым снизить воздействие на здоровье из-за плохого качества воздуха.

4 **СЛЕДУЕТ РЕАЛИЗОВАТЬ ЭФФЕКТИВНЫЕ СТРАТЕГИИ ПО ОГРАНИЧЕНИЮ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ И ЛЕСНЫХ ПОЖАРОВ, ЧТОБЫ СНИЗИТЬ ВЫБРОСЫ ОТ ПОЖАРОВ И СВЯЗАННОЕ С НИМИ ЗАГРЯЗНЕНИЕ ВОЗДУХА И ПОТЕПЛЕНИЕ КЛИМАТА**

- Пожары на природных территориях и преднамеренное сжигание в Арктике и вблизи нее являются растущим источником черного углерода в Арктике, что оказывает негативное воздействие как на здоровье, так и на климат. Изменение климата, вероятно, увеличит риск более крупных и частых пожаров на неосвоенных землях.
- Человеческая деятельность и сообщества в Арктике должны будут адаптироваться к возрастающему риску пожаров. Необходимо лучше понимать, насколько методы управления пожарами могут снизить выбросы черного углерода, чтобы поддержать разработку стратегий управления пожарами при широком участии коренных жителей Арктики и местных сообществ.

5 **НЕОБХОДИМО СОХРАНИТЬ И УЛУЧШИТЬ БАЗУ ЗНАНИЙ ДЛЯ ОЦЕНКИ ВОЗДЕЙСТВИЯ ВЫБРОСОВ НА ЗДОРОВЬЕ И КЛИМАТ, А ТАКЖЕ МЕР ПО СНИЖЕНИЮ ВЫБРОСОВ, В ЧАСТНОСТИ ПО СЛЕДУЮЩИМ ПУНКТАМ:**

- Мониторинг: Крайне важно, чтобы системы наблюдений поддерживались и расширялись, чтобы предоставлять данные для оценки эффективности управления выбросами, моделирования воздействия выбросов КВВК на климат и здоровье, а также для наблюдения за окружающей средой и здоровьем населения, где последнее особенно важно в густонаселенных регионах Арктики. Кроме того, спутниковый мониторинг и картографирование пожаров является важным дополнением к официальной отчетности о выбросах КВВК в результате пожаров.
- Исследования: необходимы дальнейшие исследования воздействия изменения климата на выбросы КВВК из природных источников, таких как метан из водно-болотных угодий и таяния вечной мерзлоты, и сульфатные аэрозоли от морских брызг.
- Воздействие на здоровье: несмотря на то, что имеется устойчивое научное понимание воздействия загрязнения воздуха на здоровье, необходимы дополнительные исследования для количественной оценки местных выбросов и связанных с ними рисков для здоровья в арктических сообществах, а также для проведения различия между воздействием выбросов из местных и региональных источников загрязнения, которые влияют на качество местного воздуха. Также необходимы дополнительные исследования, чтобы лучше понять уровни воздействия и связанные с ними последствия для здоровья от сжигания твердого топлива в жилых помещениях, например, для отопления домов.
- Моделирование: для надежных оценок воздействий как на климат, так и на качество воздуха, необходимо лучше интегрировать модели глобального климата и модели атмосферной дисперсии.
- Анализ экономической эффективности: Основываясь на работе, проделанной ОЭСР, существует потребность в дальнейшем анализе экономических затрат и выгод от конкретных мер по сокращению выбросов КВВК.

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.

Основа для этого резюме, **Оценочный отчет АМАП 2021: Воздействие короткоживущих веществ на климат, качество воздуха и здоровье человека в Арктике**, является одним из нескольких отчетов и оценок, опубликованных АМАП в 2021 году. Читателям предлагается ознакомиться с этим отчетом и отчетами ниже, для получения более подробной информации 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: Здоровье человека в Арктике*
- *Обновленный отчет АМАП 2021: Изменение климата в Арктике: основные тенденции и воздействия*

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