



Социально-экономический анализ сокращения выбросов загрязняющих веществ в атмосферу и климатических факторов в странах-членах Арктического совета

**Аналитическая записка по проекту
АВС-іСАР, финансируемому ЕС**

Данная аналитическая записка была подготовлена в качестве одного из результатов в рамках проекта "Арктический черный углерод, влияющий на климат и загрязнение воздуха" (ABC-iCAP), финансируемого Европейским Союзом.

Мы оценили выгоды для здоровья населения, климата и экономики при сценарии, в котором страны-члены Арктического совета инвестируют в максимальные технически осуществимые меры по ограничению выбросов загрязняющих веществ в атмосферу и короткоживущих климатических факторов в течение ближайших десятилетий.

Мы также включили сценарий по переходу к устойчивому развитию с постепенным отказом от ископаемых видов топлива, что примерно соответствует цели по глобальному потеплению на 2 °C, заявленной в Парижском соглашении.

Мнения, выраженные в этом аналитическом обзоре, являются ответственностью его авторов и не обязательно отражают точку зрения дочерних агентств или стран.

Данная аналитическая записка также доступна на русском языке. В случае каких-либо расхождений английская версия является оригинальным текстом.

Авторы: Дженни фон Бар, Онгот Ватне, Хелена Ларссон, Шилпа Рао-Скирбекк, Лена Хёглунд-Исакссон, Збигнев Климонт, Анастасия Исаенко, Улас Им, Йорген Брандт, Пэм Пирсон, Петри Райсанен, Ристо Макконен, Стефан Острём, Катарина Яраменко, Пер Стрёмберг, Рассел Ширер, Саймон Уилсон и Понтус Ролдин

Фотографии: Istock, Mostphotos, Pixabay

Макет: Хелена Ларссон, Шведский исследовательский институт окружающей среды IVL

Цитата: Дж. в Бахр и П. Ролдин и др., 2023. Социально-экономический анализ сокращения выбросов загрязняющих веществ в атмосферу и климатических факторов в странах-членах Арктического совета с особым акцентом на выбросы черного углерода и метана. Технический отчет № 4 проекта "Арктический черный углерод, влияющий на климат и загрязнение воздуха" (ABC-iCAP). Декабрь 2023 г.



**Funded by
the European Union**





Основные результаты

- Инвестиции в максимально технически осуществимые технологии сокращения выбросов и одновременный постепенный отказ от использования ископаемого топлива приводят к огромным социально-экономическим выгодам для здоровья и климата.
- К секторам с самыми большими выбросами, оказывающими наибольшее воздействие на климат и обладающими потенциалом для смягчения последствий изменения климата, относятся электростанции и тепловые станции, транспорт, промышленность и бытовое сжигание топлива.
- Инвестиции в максимальное технически возможное сокращение выбросов (MFR) загрязняющих воздух веществ и метана без существенного сокращения использования ископаемого топлива недостаточны в качестве варианта смягчения последствий изменения климата.
- При постепенном отказе от ископаемого топлива, как это предусмотрено сценарием MFR&SDS, влияние выбросов климатических факторов на глобальную температуру поверхности Земли в 2050 году может быть снижено на 49-58%, через 10-30 лет после того, как выбросы произойдут.
- Выгоды от мер по снижению воздействия на окружающую среду неравномерно распределяются между странами.
- Выгоды от мер по снижению воздействия на окружающую среду неравномерно распределяются между странами.

Рекомендации к политике

Для достижения сценария MFR&SD, примерно соответствующего цели глобального потепления на 2 °С, установленной Парижским соглашением:

- Страны-члены Арктического совета должны взять на себя инициативу по быстрому отказу от использования ископаемого топлива во всех отраслях.
- Страны-члены Арктического совета должны внедрить все необходимые нормативные акты по выбросам загрязняющих веществ в атмосферу и короткоживущих климатических факторов в соответствии со сценарием MFR&SDS.

Мы предлагаем следующее:

- Можно было бы рассмотреть возможность включения большего числа секторов и факторов, оказывающих воздействие на климат, в систему торговли выбросами ЕС.
- Сфера применения корректировок климатических границ должна быть расширена за счет включения большего количества товаров.
- США и Канада должны как можно скорее ввести национальные системы торговли квотами на выбросы и присоединить их к системе торговли квотами ЕС.
- Страны-члены Арктического совета должны изучить, как выбросы от лесных пожаров могут быть включены в национальную отчетность о климатических выбросах, и оценить, как новые политические меры могут сократить эти выбросы.

Введение

Исследование выгод от принятия мер

В 2023 году в странах-членах Арктического совета проживало 6,8 % населения планеты (540 миллионов человек). В то же время на их долю приходилось ~30 % мирового производства ископаемого топлива (нефти, газа, угля) и ~20 % глобальных выбросов климатических факторов, связанных с энергетикой.

Планируется, что ежегодное производство ископаемого топлива в странах-членах Арктического совета будет расти, по крайней мере, до 2030 года.

Сектор добычи ископаемого топлива также является одним из основных источников мощных климатических факторов - метана и черного углерода. Метан выбрасывается в атмосферу в результате вентиляции и непреднамеренной утечки сопутствующего нефтяного газа (APG), а черный углерод образуется при сжигании APG.

В декабре 2023 года на встрече COP28 в Дубае Соединенные Штаты Америки обязались сократить выбросы метана в секторе добычи нефти и газа на 80% до 2030 года, аналогичное решение было принято Канадой на COP27, однако никаких обязательных соглашений о том, как сократить производство ископаемого топлива, так и не было принято.

В ABC-iCAP были изучены выгоды от реализации максимальных технически осуществимых мер по ограничению выбросов загрязняющих веществ в атмосферу и краткосрочных климатических факторов (SLCF) в ближайшие десятилетия. В исследование мы также включили сценарий более устойчивого развития (MFR&SDS) с постепенным отказом от ископаемого топлива в соответствии с целью

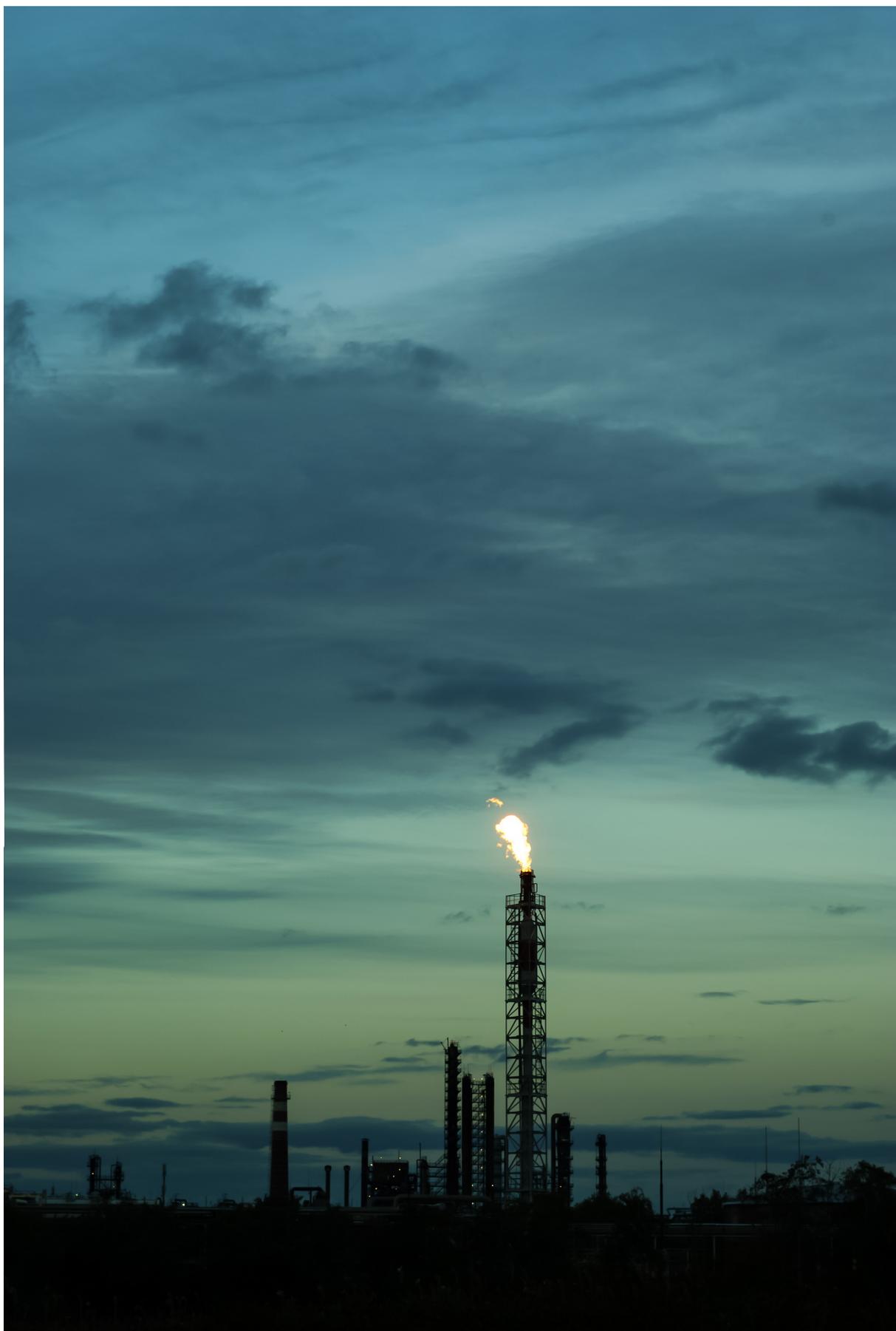
глобального потепления на 2 °C, установленной Парижским соглашением.

На основе полученных результатов даны рекомендации для формирования соответствующей политики. Согласно сценарию MFR&SDS, чистые выбросы CO₂-экв стран-членов Арктического совета сократятся на 26 % в 2030 году и на 52 % в 2050 году по сравнению с 2020 годом, а также на 27 % и 53 % по сравнению с 2010 годом.

Выбросы метана от сектора производства и распределения топлива в Канаде и США, составлявшие ~50% от общего объема антропогенных выбросов метана в этих странах в 2020 году, будут сокращены на 45% до 2030 года и на 59% до 2050 года в сценарии MFR&SDS.

Следует отметить, что сценарий MFR&SDS не является достаточно амбициозным, для того чтобы удержать глобальное потепление на уровне 1,5°C или ниже.

Следует отметить, что сценарий MFR&SDS не является достаточно амбициозным, чтобы удержать глобальное потепление на уровне 1,5°C или ниже, как это предусмотрено Парижским соглашением. Это потребует сокращения глобальных выбросов CO₂-экв. на 45% по сравнению с уровнем 2010 года уже в 2030 году и достижения нулевого уровня выбросов в 2050 году. Это также соответствует цели по достижению нулевого уровня выбросов CO₂ к 2050 году, установленной Канадой, США и Европейским союзом.



Социально-экономические результаты

Быстрое сокращение использования ископаемого топлива выгодно

Наш анализ показывает, что странам-членам Арктического совета с социально-экономической точки зрения выгодно инвестировать в наиболее доступные технологии сокращения выбросов загрязняющих веществ в атмосферу и климатических факторов в сочетании с постепенным отказом от ископаемого топлива.

Инвестиции в максимально технически осуществимые технологии сокращения выбросов приводят к огромным социально-экономическим выгодам для здоровья (рис. 1).

Реализация сценария MFR&SDS в странах-членах Арктического совета приведет к сокращению числа преждевременных смертей на 70 000 -135000 случаев в 2030 г. и 85 000 - 180 000 случаев в 2050 г. по сравнению со сценарием CLE. Диапазон оценок абсолютного числа спасенных жизней в основном отражает различные функции реагирования на воздействие, применяемые в разных системах моделирования. Число спасенных жизней больше всего в России и США, где проживает наибольшее количество населения среди стран-членов Арктического совета.

Инвестиции в максимальное технически возможное сокращение выбросов (MFR) для загрязнителей воздуха и метана без существенного сокращения использования ископаемого топлива недостаточны в качестве варианта смягчения климата. Это видно при сравнении воздействия на климат прогнозируемых выбросов по сценариям CLE и MFR.

Реализация сценария MFR в странах-членах Арктического совета, по оценкам, приведет к снижению воздействия выбросов климатических факторов на глобальную температуру поверхности Земли на 3,2-7,0% в 2050 году, через 10-30 лет после осуществления выбросов (рис. 3А).

Однако при поэтапном отказе от ископаемого топлива, как представлено в сценарии MFR&SDS, воздействие на глобальную температуру поверхности Земли от выбросов климатических факторов в 2050 году может быть снижено на 49-58 % через 10-30 лет после осуществления выбросов (рис. 3В).

Хотя мы рассматриваем социальные издержки только для четырех отраслей, наносящих ущерб климату, расчетные чистые социально-экономические выгоды от постепенного отказа от ископаемого топлива имеют такую же величину, как и выгоды для здоровья от снижения уровня загрязнения воздуха (рис. 1).

Инвестиционные меры взяты из сценария устойчивого развития Международного энергетического агентства World Energy Outlook 2018.

Инвестиционные затраты для удержания глобального потепления ниже целевого уровня в 2 °С будут огромными (рис. 1).

Крупнейшие выбросы климатических факторов среди стран-членов Арктического совета приходится на США, Россию и Канаду (рис. 4). С точки зрения последствий потепления климата, по нашим оценкам, антропогенные выбросы климатических факторов странами-членами Арктического совета за один год, начиная с 2020 г. приводят к социальным издержкам

в размере 1,4 трлн. евро (0,3-3,2 трлн. евро, в диапазоне от 5 до 95%), включающим ближайшие десятилетия и столетия. Из этих затрат, связанных с потеплением климата, ~85% приходится на углекислый газ, ~9% - на метан, ~4% - на закись азота и ~2% - на черный углерод.

К секторам с самыми большими выбросами, оказывающими наибольшее воздействие на климат и обладающими потенциалом для смягчения последствий изменения климата, относятся электростанции и тепловые станции, транспорт, промышленность и бытовое сжигание топлива.

В сценарии MFR&SDS наибольшее абсолютное сокращение выбросов климатических факторов, по сравнению со сценарием CLE, будет достигнуто в секторе электростанций и тепловых станций, за которым следует транспорт (в первую очередь легковые автомобили), а также производство и распределение топлива (рис. 5). Дополнительные сокращения выбросов климатических факторов в сценарии

MFR&SDS по сравнению со сценарием CLE для промышленности и грузовых автомобилей будут относительно скромными, -10% и -15% в 2050 году. Выбросы CO₂-экв. от грузовых автомобилей в сценарии MFR&SDS даже увеличатся на +6% по сравнению с базовым 2020 годом.

Важно сокращать выбросы во всех случаях, когда их сокращение является наиболее экономически эффективным

Выводы нашего социально-экономического анализа показывают, что совокупный чистый эффект будет положительным для сценария MFR&SDS в 2030 и 2050 годах.

Среди стран-членов Арктического совета наибольшие социально-экономические выгоды могут быть достигнуты в странах с наибольшим населением, выбросами и экономикой - США, России и Канаде. Важно сокращать выбросы там, где их сокращение окажется наиболее экономически эффективным, однако если политика будет проводиться в странах с большими показателями выбросов, это, естественно, окажет большее влияние на общие социально-экономические выгоды от политических мер.

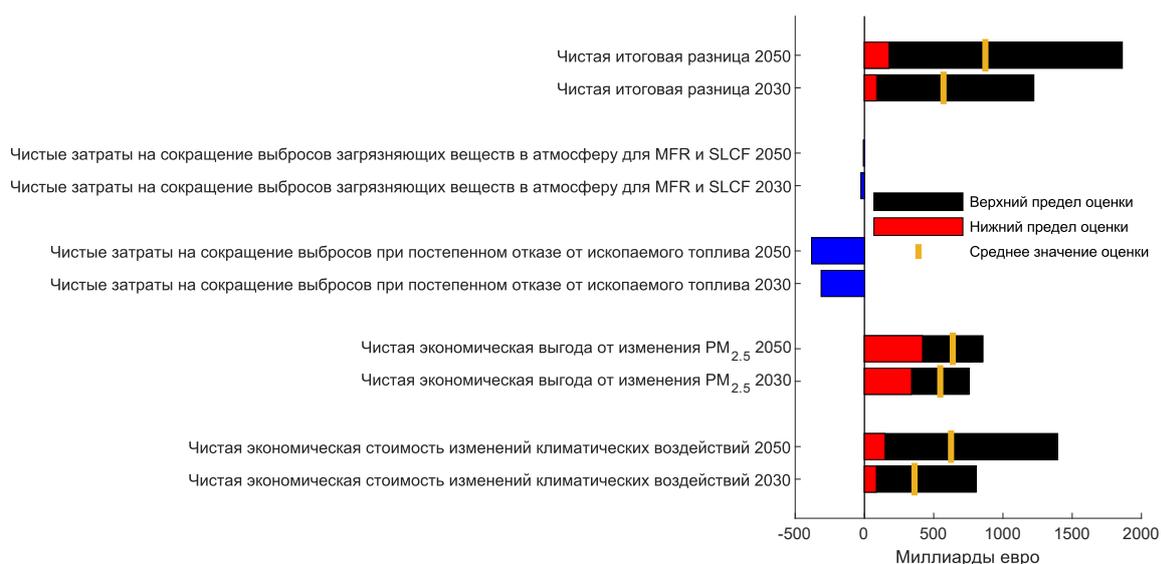


Рисунок 1. Максимально технически возможное сокращение выбросов загрязняющих веществ в атмосферу и постепенный отказ от ископаемого топлива выгодны с социально-экономической точки зрения. На рисунке показаны затраты на борьбу с загрязнением и социально-экономические выгоды, достигаемые, если все страны-члены Арктического совета будут следовать прогнозируемому сценарию выбросов MFR&SDS, а не сценарию CLE.

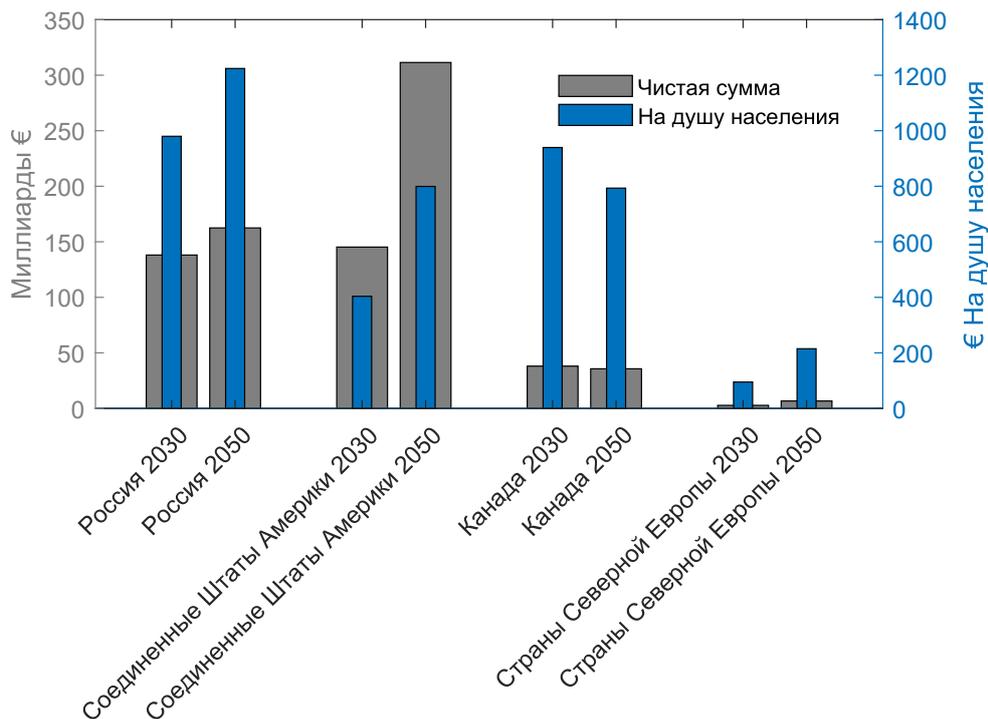


Рисунок 2. Расчетные чистые социально-экономические выгоды для США, Канады, России и стран Северной Европы. Максимально возможное с технической точки зрения сокращение выбросов загрязняющих веществ в атмосферу и постепенный отказ от ископаемого топлива выгодны с социально-экономической точки зрения для всех стран (регионов). В расчете на душу населения наибольшие выгоды наблюдаются в России и наименьшие - в странах Северной Европы

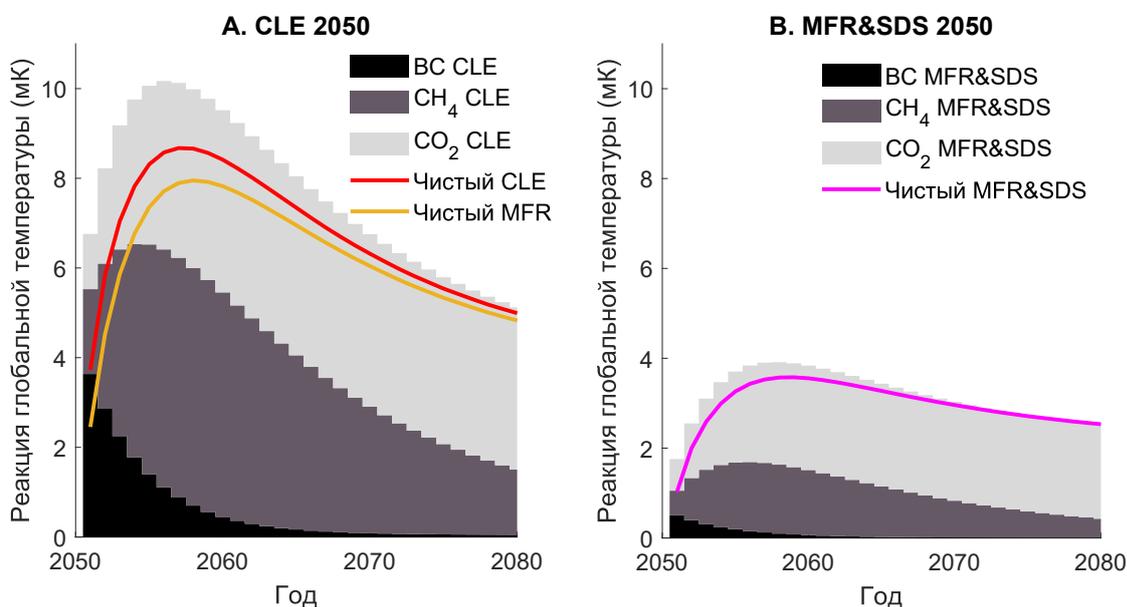


Рисунок 3. Рассчитанные реакции глобальной температуры поверхности Земли, в милликельвинах (мК), через 1-30 лет (2051-2080 гг.) после полного года (0 год, 2050 г.) выбросов антропогенных климатических факторов (за исключением лесных пожаров) всеми странами-членами Арктического совета, согласно прогнозам сценариев выбросов CLE, MFR и MFR&SDS. Температурная реакция, вызванная отдельными климатическими факторами - черным углеродом (BC), метаном (CH₄) и углекислым газом (CO₂), - показана заштрихованными областями. Общий показатель чистой температурной реакции от 10 основных климатических факторов (CO₂, CH₄, BC, N₂O, OC, CO, NO_x, SO₂, NMVOC и NH₃) показан цветными линиями.

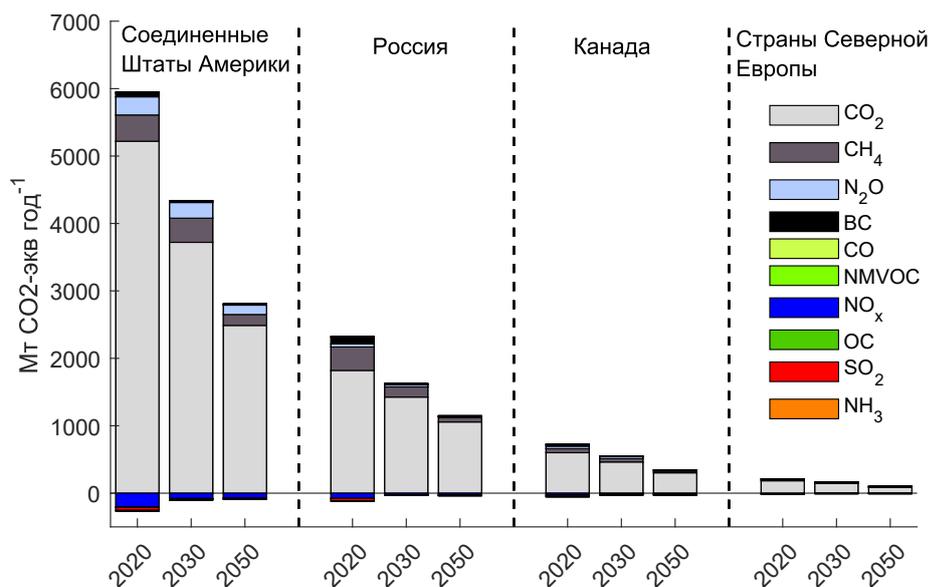


Рисунок 4. Выбросы в эквиваленте диоксида углерода (CO₂-экв) от 10 основных климатических факторов для США, России, Канады и стран Северной Европы для сценария MFR-SDS в 2020, 2030 и 2050 годах. С точки зрения социальных затрат на климат, основными климатическими факторами являются углекислый газ, метан, закись азота и черный углерод. NO_x, SO₂, NH₃ и OC оказывают чистое охлаждающее воздействие на климат, что отражается в их отрицательных выбросах CO₂-экв.

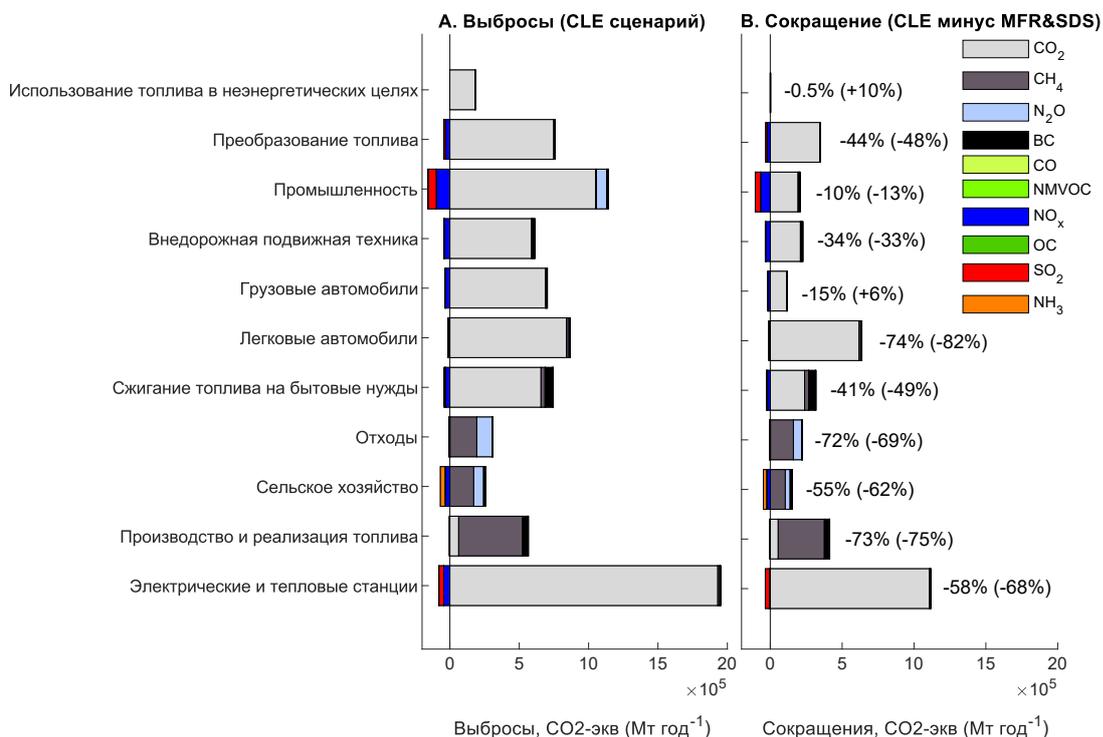


Рисунок 5. Выбросы эквивалента диоксида углерода (CO₂-экв) от 10 основных климатических факторов для ключевых секторов антропогенных выбросов в странах-членах Арктического совета. На графике А показаны прогнозируемые суммарные выбросы в 2050 году в соответствии со сценарием выбросов CLE. На графике В показаны прогнозируемые сокращения выбросов в 2050 году, которые будут достигнуты, если выбросы во всех странах-членах Арктического совета будут соответствовать сценарию MFR&SDS, а не сценарию CLE. Относительные сокращения выбросов по секторам приведены в процентах, числа в скобках - это сокращения по отношению к выбросам в 2020 году.



Черный углерод

Выбросы черного углерода (BC) странами-членами Арктического совета, включая выбросы от лесных пожаров, продолжают оказывать существенное влияние на среднюю глобальную температуру поверхности Земли, +44 милликельвина, что составляет 16 % от общего глобального воздействия на температуру поверхности Земли в 2015-2020 годах, согласно нашим оценкам.

Однако это влияние быстро снижается с увеличением времени после выбросов (рис. 3), и в перспективе от десятилетия до столетия преобладает климатический эффект от долгоживущих парниковых газов. С другой стороны, если выбросы сохраняются, то BC останется одним из основных климатических факторов в Арктике.

В 2023 году на пожары в Канадской тайге придется почти половина глобальных выбросов BC от лесных пожаров. Если это станет регулярным явлением, глобальное воздействие на климат будет значительным.

Черный углерод и лесные пожары. Тенденция увеличения выбросов от лесных пожаров в Арктике, проявляющаяся в их огромных выбросах в Канадской тайге в 2023 году, заставляет задуматься о том,, что BC будет

продолжать оставаться одним из основных климатических факторов в будущей арктической климатической системе (рис. 6). Если масштабы лесных пожаров в тайге, как в 2023 году, станут нормой в будущем, это может привести к повышению глобальной температуры поверхности Земли на 0,1 Кельвина, вызванные пожарами в тайге. Выбросы от лесных пожаров не учитывались в рамках сценариев политики в отношении выбросов, применяемых в социально-экономической оценке загрязнения воздуха и климатических факторов ABC-iCAP.

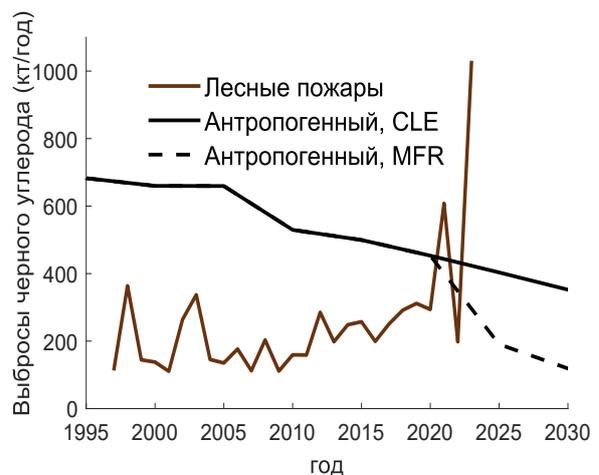


Рисунок 6. Оценка выбросов черного углерода от лесных пожаров и антропогенных источников в пределах границ стран-членов Арктического совета.

От действий выигрывают разные участники

Действия по сокращению выбросов всех долго- и короткоживущих климатических факторов и загрязнителей воздуха оправданы с учетом воздействия на климат и здоровье, а моделирование показывает соответствующие чистые экономические выгоды.

Наше исследование показывает, что реализация сценария MFR&SDS принесет огромные социально-экономические выгоды. Проблема в том, что эффект от сокращения выбросов и их стоимость по-разному влияют

на страны, компании и людей (См. рисунок 7). Инвестиционные затраты непропорционально сильно отразятся на компаниях, в то время как от снижения воздействия на здоровье в результате предотвращения загрязнения воздуха и изменения климата выиграют люди во всех слоях общества и других частях света.

Поэтому такие инвестиции не будут осуществляться спонтанно. Следовательно, потребуется разработка новой или пересмотр существующей политики.

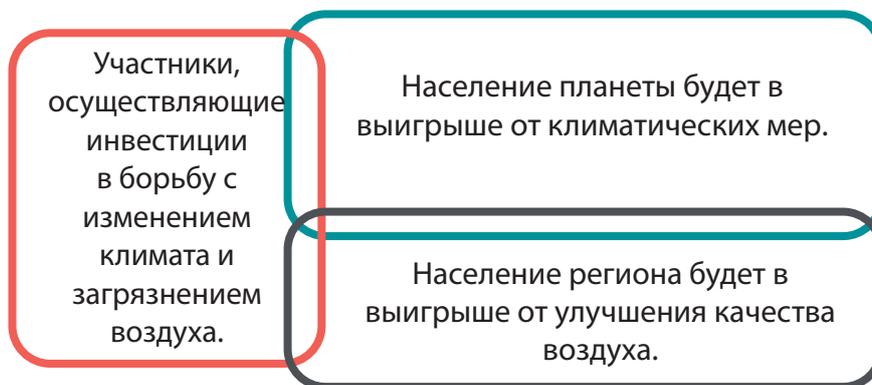


Рисунок 7. Схема, показывающая, что социально-экономические выгоды и затраты на сокращение выбросов не затрагивают одних и тех же участников.



Эффективные инструменты политики

В отчете мы обсуждаем различные варианты политики, такие как системы торговли квотами на выбросы, корректировки углеродных границ, регулирование, налоги, информация, исследования и инвестиционные гранты, и приходим к выводу, что системы торговли квотами на выбросы (ETS) в сочетании с корректировками углеродных границ могут быть наиболее перспективным вариантом политики для смягчения последствий изменения климата. Техническое регулирование, как показано в сценарии MFR, эффективно для снижения уровня загрязнения воздуха.

Системы торговли квотами на выбросы

Системы торговли квотами на выбросы (ETS) являются весьма экономически эффективными для смягчения воздействия климатических факторов в многостороннем контексте, особенно

если они разработаны правильно. Причина в том, что они создают ситуацию, при которой все климатические меры, стоимость которых в расчете на единицу выбросов CO₂-экв. меньше, чем цена ETS, будут выгодными. ETS также гарантирует, что выбросы будут ограничены на определенном уровне (в то время как, например, при введении налога уровень выбросов остается неопределенным). В настоящее время уже существует амбициозная ETS, включающая все страны ЕС, Норвегию, Исландию, Лихтенштейн и Северную Ирландию. С 2026 года в торговлю будут включены выбросы метана и N₂O для судоходного сектора. Планов по включению в систему черного углерода пока нет. Россия не имеет никакой ETS, а США и Канада имеют только региональные ETS.

Пограничные корректировки на выбросы углекислого газа

Пограничные корректировки на выбросы углекислого газа устанавливают тарифы на импорт в зависимости от его углеродного следа, приводя стоимость в соответствие с внутренними стандартами выбросов. Такая

политика направлена на предотвращение переезда предприятий в регионы со слабым экологическим регулированием, что способствует глобальному сокращению выбросов. Пограничные корректировки на выбросы углерода могут способствовать экономически эффективному распределению мер по смягчению последствий изменения климата между странами и решению проблемы выбросов, основанных на потреблении, в странах с низким уровнем национальных выбросов.

Смягчение воздействия загрязняющих веществ на атмосферу

В отчете мы обсуждаем различные варианты политики по снижению выбросов загрязняющих веществ в атмосферу и приходим к выводу, что технологическое регулирование различного рода является эффективным инструментом политики. Примерами технологического регулирования выбросов, включенного в сценарии MFR и MFR&SDS, являются:

- Полное соответствие стандартам выбросов Евро-6 для всех легковых и грузовых автомобилей в 2050 году по сравнению с 77% в сценарии CLE.
- Увеличение доли печей на пеллетах для бытового отопления до 65% от топлива используемого в 2050 году. В сценарии CLE печи на пеллетах сжигают менее 1 % биотоплива, используемого для бытового отопления в 2050 году.
- Полное извлечение и использование сопутствующего нефтяного газа (APG) при добыче сырой нефти во всех странах-членах Арктического совета, реализованное до 2030 года. В сценарии CLE 31 % и 6 % APG, образующийся при добыче нефти в России и Канаде, будет по-прежнему сжигаться или выбрасываться в атмосферу.

Лесные пожары

Поскольку лесные пожары вносят значительный и, по всей видимости, растущий вклад в выбросы климатических факторов в странах-членах Арктического совета, мы считаем важным, чтобы Арктический совет поднял вопрос о включении выбросов от лесных пожаров в климатическую отчетность и разработку климатической политики.

Рекомендации в области политики

Мы пришли к выводу, что реализация эффективной и действенной политики по смягчению последствий изменения климата и загрязнения воздуха может принести значительные социально-экономические выгоды. Наше исследование также показывает, что выгоды распределяются между странами неравномерно и что нам необходимы политические инструменты, которые позволят более экономически эффективно распределять меры по смягчению последствий между странами. Было бы особенно полезно, если бы США и Канада внедрили более жесткие инструменты климатической политики, поскольку в Канаде выбросы CO₂ на душу населения одни из самых высоких в мире, а США занимают второе место в мире по абсолютным выбросам CO₂ на душу населения.

Резюме наших рекомендаций в отношении политики для стран-членов Арктического совета:

- Государства-члены Арктического совета должны взять на себя инициативу по быстрому сокращению использования ископаемого топлива во всех секторах, поскольку это является необходимым условием для эффективного смягчения климата.
- Страны-члены Арктического совета следует поощрять к внедрению всех необходимых норм выбросов загрязняющих веществ в атмосферу и короткоживущих климатических факторов в соответствии со сценарием MFR&SD.
- США и Канада могут рассмотреть возможность скорейшего внедрения национальных систем торговли квотами на выбросы и приведения их в соответствие с ETS ЕС.
- Необходимо включить в систему торговли квотами ЕС больше секторов, видов деятельности и климатических факторов, а также расширить сферу применения климатических пограничных корректировок, включив в нее больше товаров.
- Страны-члены Арктического совета должны изучить, как выбросы от лесных пожаров могут быть включены в национальную отчетность о климатических выбросах, и оценить, как новые политические меры могут сократить эти выбросы.

Метод

Мы сравнили эффект от максимального технически осуществимого сокращения выбросов загрязняющих веществ в атмосферу и смягчения последствий для климата (сценарий MFR&SDS) со сценарием базовых выбросов по действующему законодательству (CLE). При сравнении мы проанализировали затраты и выгоды среди всех стран-членов Арктического совета, используя 2020 год в качестве базового года. Эффекты рассчитаны для 2030 и 2050 годов. Исследование охватывает социально-экономические эффекты преждевременной смертности и заболеваемости из-за PM2.5, а также ущерб от изменения климата, который включает четыре сферы: сельское хозяйство, смертность, связанную с климатом, энергозатраты на строительство и повышение уровня моря. Ущерб сопоставляется с затратами на борьбу с выбросами при принятии максимальных технически осуществимых мер по ограничению выбросов и поэтапному сокращению использования ископаемого топлива. Более подробная информация о методах, использованных для расчета социально-экономических затрат, связанных с воздействием климатических факторов и загрязнением воздуха, представлена в справочных материалах и в полном тексте отчета.

Как мы оценивали социально-экономические издержки от загрязнения воздуха?

На основе сценариев выбросов CLE, MFR и MFR&SDS мы рассчитали концентрации PM2.5 в масштабе мировой координатной сетки $0,1^\circ \times 0,1^\circ$ с помощью модели взаимодействия и синергии парниковых газов и загрязнения воздуха (GAINS), которая учитывает рассеивание выбросов между регионами. Полученные карты среднегодовой концентрации PM2.5 были использованы для расчета взвешенного по численности населения воздействия PM2.5. Количество преждевременных смертей, связанных с загрязнением воздуха, оценивалось либо непосредственно с помощью модели GAINS, либо с помощью модели экономической оценки загрязнения воздуха (EVA). В этих моделях

применяются как линейные, так и нелинейные функции реакции на воздействие PM2.5.

В экономике окружающей среды и здоровья часто используется денежная оценка статистической жизни для проведения социально-экономического анализа затрат и выгод. Однако использование денежной оценки статистической жизни является важным при оценке стоимости воздействия окружающей среды на здоровье. Мы использовали стоимость статистической жизни в 2020 году в размере 6,03 млн евро при расчете социально-экономических затрат связанных со смертностью от загрязнения воздуха.

Мы также оценили затраты на заболеваемость, включая основные болезни, связанные с загрязнением воздуха, госпитализацию и дни ограниченной активности с помощью системы моделей EVA. Число преждевременных смертей является основным фактором, определяющим социально-экономические затраты на загрязнение воздуха (~93% от общих затрат связанных со здоровьем, согласно системе моделей EVA).

Как мы оценивали социально-экономические издержки на выбросы климатических факторов?

Социально-экономические издержки выбросов климатических факторов оценивались с использованием концепции социальных издержек климатических факторов, обозначаемых SC_X , где X представляет климатический фактор X, например CO_2 $SC_{(CO_2)}$. Значения SC_X оценивались с помощью функций дисконтирования предельного ущерба от выбросов CO_2 ($SC(CO_2)^1$) и рассчитанных глобальных температурных потенциалов (GTPx).

Мы приняли значение социальной стоимости выбросов диоксида углерода $SC(CO_2)$ в размере 162 евро за тонну выбросов CO_2 -экв, для выбросов, приходящихся на 2020 год. Это значение $SC(CO_2)$ и соответствующие значения $SC(CO_2)^1$, применяемые в уравнении 3, были взяты в качестве предпочтительных значений среднего из недавней публикации с использованием интегрированной модели оценки GIVE. Значение $SC(CO_2)$, а также SC_X всех других климатических факторов, были увеличены с учетом прогнозируемого роста мирового внутреннего

валового продукта (ВВП) на 30% и 100% в 2030 и 2050 годах ($SC(CO_2)$ (2030) = 211 € и $SC(CO_2)$ (2050) = 324 €). Показатель $SC(CO_2)$, полученный с помощью модели GIVE, учитывает затраты, связанные со смертностью от температуры, влиянием на сельское хозяйство, повышением уровня моря, а также затраты на электроэнергию для жилых и коммерческих зданий (например, кондиционирование воздуха).

Используя соотношение между рассчитанными социальными издержками климатических факторов X и социальными издержками CO_2 ($SC_X/SC(CO_2)$) в качестве метрики выбросов, мы можем перевести расчетные результаты воздействия на глобальную температуру поверхности Земли любого климатического фактора (рис. 3) в эквивалентные выбросы CO_2 (рис. 4 и рис. 5). Эти CO_2 -эквивалентные выбросы должны, по крайней мере, теоретически учитывать воздействие на климат и связанные с ним социальные издержки, интегрированные с первого года и до нескольких столетий после выбросов. Полученное нами значение $SC(CH_4)/SC(CO_2)$ становится равным 15 при применении предпочтительной средней $SC(CO_2)$, функции из модели GIVE.

Основные неопределенности при социально-экономической оценке загрязнения воздуха и выбросов климатических факторов

Все этапы метода, приводящие к окончательным социально-экономическим затратам и выгодам от жесткой политики в области загрязнения воздуха и климата, сопровождаются неопределенностями. Ниже мы перечислили несколько основных неопределенностей, способных оказать значительное влияние на результаты, и способы их устранения.

1. Комплексное воздействие на климат и связанные с ним социально-экономические издержки всех климатических факторов оценивались с использованием концепции социальных издержек климатических факторов. За основу были взяты расчетные значения социальной стоимости CO_2 ($SC(CO_2)$) из модели GIVE. По умолчанию значение $SC(CO_2)$ использовалось как предпочтительное среднее значение из 10 000 индивидуальных симуляций Монте-Карло. Однако мы также использовали нижнюю (5%) и верхнюю (95%)

оценки $SC(CO_2)$ в размере 40 € и 360 € в 2020 году. Это отражено в верхней и нижней оценках чистой экономической ценности изменения климатических воздействий на рисунке 1.

2. Для оценки смертности, связанной с загрязнением воздуха, мы использовали модельные системы GAINS и EVA, чтобы оценить количество преждевременных смертей, связанных с загрязнением воздуха. Мы протестировали различные функции реакции на воздействие $PM_{2.5}$ с помощью модельной системы EVA. Верхняя и нижняя оценка чистой экономической ценности изменения уровня $PM_{2.5}$, представленная на рисунке 1, отражает диапазон оценок преждевременной смертности, полученных с помощью модельной системы GAINS и EVA.

3. Для черного углерода мы вывели новые региональные и отраслевые потенциалы глобальной температуры (GTP), чтобы лучше учесть, как на реакцию температуры поверхности планеты влияет регион, в котором происходит выброс BC. Полученные значения сравнивались с предыдущими оценками GTP, встречающимися в литературе. Более подробную информацию о применяемых оценках GTP для всех климатических факторов см. в полном тексте отчета.

Таким образом, можно сделать вывод, что социально-экономический анализ, проведенный в рамках проекта ABC-iCAP, скорее всего, недооценивает все последствия воздействия загрязнителей воздуха и климатических факторов на климат и здоровье людей, а также связанные с этим экономические затраты. Это связано с тем, что многие последствия для климата и здоровья исключены, поскольку они слишком неопределенны, чтобы их можно было монетизировать.

Тем не менее, наши результаты неопровержимо свидетельствуют о том, что с социально-экономической точки зрения выгодно инвестировать в максимально возможное с технической точки зрения сокращение выбросов загрязняющих веществ в атмосферу и короткоживущих климатических факторов в сочетании с быстрым постепенным отказом от ископаемого топлива в странах-членах Арктического совета.



abc-icap.amap.no



**Funded by
the European Union**

