

Путь к чистому воздуху

**Доклад о результатах научной оценки от 2016 г.
Резюме для политиков**

Цитаты: Maas¹, R., P. Grennfelt² (eds), 2016, Towards Cleaner Air: Scientific Assessment Report 2016. EMEP Steering Body and Working Group on Effects of the Convention on Long-Range Transboundary Air Pollution, Oslo. 70pp.

¹ RIVM, Нидерландский Институт охраны здоровья населения и окружающей среды
Э-почта: rob.maas@rivm.nl

² IVL, Шведский научно-исследовательский институт охраны окружающей среды
Э-почта: peringe.grennfelt@ivl.se

Электронная версия - см:

www.unece.org/environmental-policy/conventions/envlirtapwelcome/publications.html

Текст переведен Helena Isaksson и Mikael Granlof и основан на документе ECE.
EB.AIR.2016.3 в редакции Amy Edgar и Sadaf Shamsie, секретариат ЕЭК ООН.

Редактирование перевода – Svetlana Tsyro (MET.Norway) и Katarina Yaramenka (IVL).

Технический редактор

Carolyn Symon (carolyn.symon@btinternet.com)

Верстка и техническое оформление

Burnthebook, United Kingdom (www.burnthebook.co.uk)

Печать

Narayana Press, Gylling, DK-8300 Odder, Denmark (www.narayanapress.dk).



Примечание об ограничении ответственности

Официальные наименования и изложение материала в данной публикации не являются выражением какой-либо позиции Секретариата Организации Объединенных Наций относительно, в частности, правового статуса государств, территорий, городов или районов, либо относительно их органов управления или установления их границ.

Предисловие

Настоящий доклад подготовлен при поддержке Руководящего органа Совместной Программы мониторинга и оценки дальнего атмосферного переноса загрязняющих веществ в Европе (ЕМЕП) и Рабочей группы по оценке воздействия. Доклад составлен по просьбе Исполнительного органа Европейской экономической комиссии Организации Объединенных Наций (ЕЭК) по Конвенции о трансграничном загрязнении воздуха на большие расстояния. Руководящий орган ЕМЕП и Рабочая группа по оценке воздействия координируют работу сети научно-исследовательских организаций в регионе ЕЭК, основанной 35 лет назад в целях обеспечения научной поддержки в вопросах по разработкам экономически эффективных ориентированных на воздействия методов борьбы с загрязнением воздуха, основанных на последних достижениях науки.

В докладе кратко изложены современные научные знания по вопросам трансграничного загрязнения воздуха в регионе действия Европейской экономической комиссии Организации Объединенных Наций, а так же представлена эффективность мер по борьбе с загрязнением воздуха в целях предотвращения вредных крупномасштабных воздействий на леса и озера в целях защиты здоровья человека и предотвращения прочих последствий загрязнения воздуха, таких как утрата биоразнообразия и ущерб, наносимый сельскохозяйственным культурам, антропогенной среде и культурному наследию.

Оценка достижений по сокращению выбросов подготовлена на основе результатов, представленных в Докладе о тенденциях в области загрязнения воздуха и его вредного воздействия под координацией Рабочей группы по оценке воздействияⁱ и Докладе о трендах загрязнения воздуха в период между 1990 и 2012 годами, подготовленном Целевой группой ЕМЕП по измерениям и моделированиюⁱⁱ, а оценка для Северной Америки проведена Агентством Окружающей Среды Соединенных Штатов (EPA) и Агентством по Охране Окружающей Среды и Климатическим Изменениям Канадыⁱⁱⁱ.

Выявленные в данном документе возможности для решения сохраняющихся проблем основаны главным образом на работах Целевой группы ЕМЕП по переносу загрязнения воздуха в масштабах полушария, Метеорологического Синтезирующего Центра-Запад, Метеорологического Синтезирующего Центра-Восток и Центра Разработки Моделей для Комплексной Оценки.

Настоящая оценка подготовлена с целью создания основы для рассмотрения новых направлений при разработке стратегий и выявления политически значимых предметов исследования. Подход международного сотрудничества, установленный в рамках Конвенции, предполагает взаимодействие между наукой и политикой и обеспечивает положительную основу для изучения синергетических эффектов между загрязнением воздуха и изменением климата, сельским хозяйством и биоразнообразием, а так же между энергетикой и политикой в области охраны здоровья населения в городском, национальном, континентальном масштабе и в масштабе полушария.

Мы глубоко благодарны редакционному совету Доклада о результатах научной оценки в составе: Маркуса Аманна, Хилды Фагерли, Давида Фоулера, Лоренс Роул и Мартина Вильямса, а также Секретариату Программы Арктического Мониторинга и Оценки за техническую редакцию и составление данного доклада. Мы выражаем благодарность Совету Министров Северных Стран и правительствам Германии, Нидерландов, Норвегии, Швеции и Швейцарии за оказанную финансовую поддержку, а также CCE, CEH, CEIP, IIASA, INERIS, IVL, JRC-IES, MSC-E, MSC-W, RIVM и WHO за их вклад в подготовку данного доклада.

Роб Маас и Перинге Греннфелт, редакторы



Основные выводы

1 Меры по сокращению выбросов, принятые в рамках Конвенции 1979 г. о трансграничном загрязнении воздуха на большие расстояния и ее протоколов, привели к значительным успехам. Объемы выбросов значительно снижены, в особенности выбросов серы; постепенно была устранена прямая зависимость между экономическим ростом и загрязнением воздуха.

2 Несмотря на достигнутые успехи - меры по снижению загрязнения окружающей среды привели к увеличению средней продолжительности жизни в Европе на год, к прекращению подкисления почв в большинстве регионов Европы, снижению подкисления вод в озерах и восстановлению популяции рыб в регионах их практически полного исчезновения - проблемы все еще существуют.

3 Значительная часть городского населения Европы и Северной Америки подвержена воздействию мелких частиц и озона, концентрации которых близки или превышают уровни, рекомендованные Всемирной организацией здравоохранения (ВОЗ); несмотря

на восстановление подкисленных озер и почв во многих регионах Европы, уровни осаждения азота в ряде частей Европы все еще превышают допустимый уровень, ограничивающий его вредное воздействие.

4 Трансграничные источники часто являются основными факторами загрязнения воздуха в городах; поэтому представляется невозможным обеспечение соблюдения рекомендованных ВОЗ уровней загрязнения воздуха во многих европейских городах исключительно при помощи локальных мероприятий. Даже принятые на государственном и общеевропейском уровне меры могут оказаться недостаточными.

5 В странах ЕЭК все еще отмечаются многолетние ущербы, связанные с загрязнением озоном, тяжелыми металлами и стойкими органическими загрязнителями. Наряду с выполнением протоколов Конвенции, для снижения фоновых уровней и вредного воздействия этих загрязнителей необходимо расширение сотрудничества за пределы Европы и Северной Америки, а также координация



действий с другими международными форумами, в том числе, в рамках Конвенции Минамата по ртути и Стокгольмской Конвенции по стойким органическим загрязнителям.

6 В большинстве стран Европы и Северной Америки в настоящее время существуют технические возможности для снижения концентрации мелких частиц и озона до уровней ниже рекомендованных ВОЗ и для предотвращения избыточного азота на многих природных территориях. Имеются также успешные примеры здорового образа жизни, способствующего снижению загрязнения воздуха.

7 Затраты, связанные с контролем загрязнения воздуха, как правило, значительно ниже затрат, связанных с ущербом, наносимым окружающей среде и здоровью населения. В большинстве стран ожидается нулевой нетто-эффект на государственный доход и занятость в результате принятых мер по снижению загрязнения, т.к. производство новых технологий приведет к созданию новых рабочих мест.

8 Комплексный подход к вопросам изменения климата и загрязнения воздуха может принести значительные дополнительные преимущества, а также снизить риск отрицательного воздействия на качество воздуха

в результате мер по снижению климатических изменений.

9 Ратификация и внедрение изменений 2012 г. к Протоколу о борьбе с подкислением, эвтрофикацией и приземным озоном (Гётеборгский Протокол) могут привести к снижению выбросов диоксида серы, оксидов азота и взвешенных частиц на 40-45 процентов в период с 2005 по 2020 г., согласно оценке от 2011 г. Выброса аммиака могут быть снижены на 17 процентов. Ратификация обеспечит равные условия для всех предприятий и, таким образом, предотвратит межгосударственную конкуренцию в ущерб окружающей среде и здоровью населения. Изучение синергии между стратегиями контроля загрязнения воздуха на местном и региональном уровнях и на уровне полушария и политикой в области энергетики, транспорта, и сельского хозяйства поможет выявить дополнительные экономически эффективные меры.

10 Международное сотрудничество и координация в области исследования загрязнения воздуха имеют ключевое значение для гармонизации методов оценки выбросов, мониторинга качества воздуха и его воздействий, а также для определения дальнейших экономически эффективных действий.

Введение

В 1950-х и 1960-х годах загрязнение воздуха считалось вопросом местного характера, однако в 1970-е и 1980-е годы была признана широкомасштабность проблемы загрязнения воздуха. Тогда же стало ясно, что широко распространенное в Северной Европе подкисление могло быть вызвано только загрязнителями, приносимыми воздушными массами, перемещающимися из промышленных районов удаленных от этого региона стран. Осознание широкомасштабности воздействия загрязнения явилось основным фактором развития совместных усилий в области науки и мониторинга и основой стратегических переговоров в рамках Конвенции.

Со дня своего принятия в 1979 г. Конвенция о трансграничном загрязнении воздуха на большие расстояния, созданная в первую очередь для решения проблем загрязнения воздуха в широких региональных рамках, способствовала взаимному обмену информацией между учеными и государственными деятелями. В сочетании с тесным межправительственным сотрудничеством это способствовало резкому снижению выбросов, прежде всего диоксида серы. Подкисление почв было приостановлено в большинстве регионов Европы, а снижение подкисления вод способствовало восстановлению популяции рыб в регионах их практически полного исчезновения.

Несмотря на достигнутые в рамках Конвенции успехи в странах Северного полушария, результаты научных исследований демонстрируют, что загрязнители воздуха (включая мелкие частицы (PM_{2.5}), озон, азот, тяжелые

металлы, стойкие органические загрязнители) все еще оказывают отрицательные воздействия на состояние здоровья населения и экосистем в регионе ЕЭК.

Меры по снижению загрязнения

Принятые в рамках Конвенции меры по снижению загрязнения серой противодействовали удвоению ее выбросов в Европе в течение последних 30-и лет. Фактически благодаря таким мерам, как обессеривание дымового газа и использование топлива с низким содержанием серы странам удалось достичь суммарного снижения выбросов серы на 80 процентов, начиная с 1990 года. Меры по сокращению выбросов оксидов азота, в том числе очистка дымового газа и оснащение транспортных средств каталитическими преобразователями, позволили уменьшить выбросы почти наполовину за тот же период. По мере расширения использования чистых технологий в промышленности и транспорте в регионе ЕЭК произошло снижение стоимости этих технологий. Концентрация взвешенных частиц на станциях измерения ЕМЕП снизилась на треть в течение периода с 2000 по 2012 гг. Количество дней с концентрацией озона, превышающей [рекомендации ВОЗ](#), снизилось на 20 процентов по сравнению с 1990 г. Фоновые уровни мелких частиц [PM_{2.5}](#) снизились так же и в Северной Америке. В период с 2000 по 2012 г. среднегодовая по стране концентрация снизилась на 33 процента в США и на 4 процента в Канаде. Снижение выбросов мелких частиц было достигнуто в основном благодаря гармонизации контроля дизельных транспортных средств и двигателей. Средний уровень

ПОДКИСЛЕНИЕ — ПОКАЗАТЕЛЬНЫЙ ПРИМЕР

Подход к решению проблемы, связанной с воздействием взвешенных частиц на здоровье населения, сравним с подходом к проблеме подкисления в 1970-х годах, т.к. частицы, оказывающие ощутимое воздействие на окружающую среду, выбрасываются, главным образом, удаленными источниками. Успешным ответом международного сообщества на очевидный ущерб, наносимый озерам, лесам и зданиям в результате подкисления явилось одновременное решение вопросов, связанных как с источниками сжигания топлива, так и с рецепторами загрязнения – окружающей средой и населением.

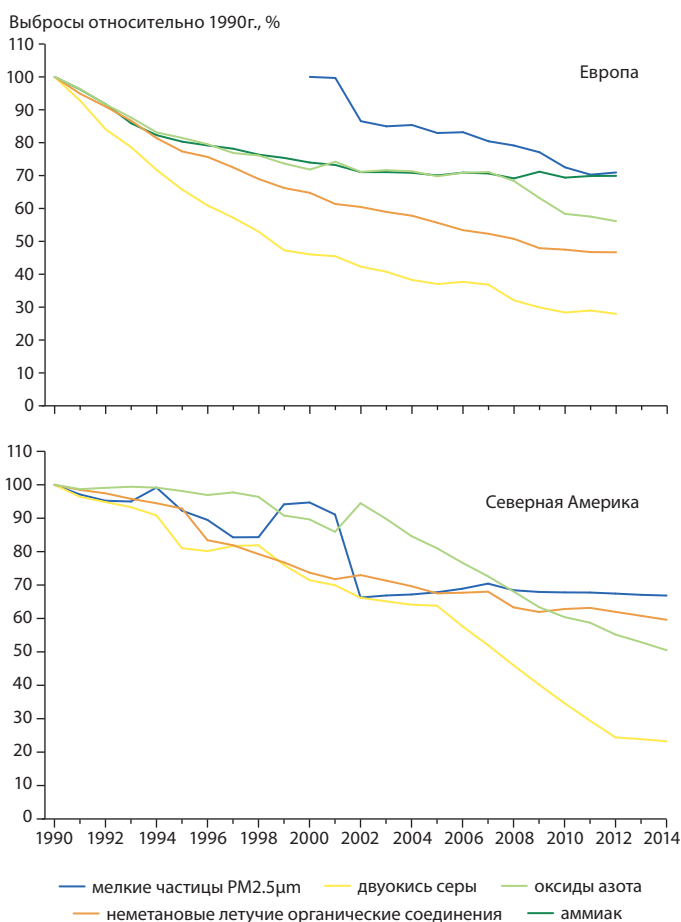
В результате было установлено, что большинство источников сжигания топлива выделяют соединения, воздействующие как на здоровье населения, так и на экосистемы. Таким образом, стратегия уменьшения подкисления посредством снижения доли серы в топливе (приводящая к улучшению состояния экосистем) привела также и к снижению выбросов твердых частиц (что положительно отразилось на здоровье населения). Другой пример касается нормативов по снижению содержания оксида азота и летучих органических соединений в выхлопных газах транспортных

средств: внедрение неэтилированного бензина, необходимого для каталитического преобразователя (первоначально предложенного для улучшения состояния экосистем), привело к снижению выбросов свинца (что в свою очередь положительно сказалось на здоровье населения). Осознание того, что меры по снижению выбросов азота от источников сжигания топлива привели к ряду положительных эффектов, положило начало многостороннему подходу к борьбе с загрязнением воздуха в рамках Конвенции.

озона в США и Канаде в настоящее время (на 2014 г.) соответственно на 23 и 15 процентов ниже по сравнению с 1990 г.

Постепенно устранена прямая зависимость между экономическим ростом (рост производства и потребления) и тенденциями загрязнения воздуха (рост уровне выбросов). Около трети этого успеха в Западной Европе было обусловлено проведением экологических мероприятий. Проводимая в области энергетики политика и общий технологический прогресс также сыграли важную роль. Экологические меры и политика в области энергетики будут и в дальнейшем являться движущей силой в улучшении качества воздуха.

Благодаря закону о чистом воздухе в США выбросы оксида углерода, оксидов азота, свинца, летучих органических соединений, взвешенных частиц и диоксида серы снижены на 69 процентов в период с 1970 по 2014 г. Это произошло несмотря на значительный рост ВВП (на 238 процентов), увеличение километража, пройденного автотранспортом (на 172 процентов), потребления энергии (на 45 процентов)



▲ среди рассматриваемых загрязнителей как в европейской части ОЭК (верхняя диаграмма), так и Северной Америке (нижняя диаграмма) наиболее значительное за последние десятилетия снижение выбросов отмечается для серы.^{vi}

Рекомендации Всемирной организации здравоохранения по качеству воздуха

В 2005 г. ВОЗ в целях обеспечения защиты здоровья населения сформулировала научно обоснованные рекомендации по уровням загрязнения воздуха, которые могут использоваться странами в качестве долгосрочных целей. На основании новейших научных знаний и опираясь на рекомендации ВОЗ, Канада, Евросоюз, США и другие страны разработали и внедрили стандарты качества воздуха, учитывающие также и ряд дополнительных факторов. Стандарты качества воздуха подлежат регулярному пересмотру и при необходимости обновлению.

и роста населения (на 56 процентов). В Канаде в период с 1970 по 2014 г. отмечено заметное снижение выбросов мелких частиц PM_{2.5} (на 57 процентов, кроме выбросов от открытых источников), диоксида серы (на 63 процента) и оксидов азота (на 33 процента) при значительном увеличении ВВП (на 75 процентов) и населения (на 28 процентов).^{iv}

Если бы прямая зависимость между экономическим ростом и загрязнением воздуха не была устранена, превышение **критических нагрузок** по подкислению в Европе превысило бы современные уровни в 30 раз, а уровни азота были бы в три раза выше. Средние уровни мелких частиц (PM_{2.5}) были бы сравнимы с их современными уровнями в горячих точках Европы, оказывая трехкратное вредное воздействие на здоровье населения и приводя к 600 000 дополнительным преждевременным смертям по сравнению с существующей ситуацией. Воздействие озона на здоровье населения было бы на 70 процентов выше, а причиненный сельскохозяйственным культурам ущерб был бы на 30 процентов больше. В целом, средняя продолжительность жизни сегодня на 12 месяцев больше, чем в гипотетическом мире, где не были приняты меры по предотвращению выбросов.^v

Мелкие частицы PM_{2.5}

PM_{2.5} (или мелкие частицы) – это твердые или жидкие частицы с диаметром менее 2.5 микрон (µm), включающие сажу и аэрозоли, образующиеся из газообразных загрязнителей, таких как диоксид серы, оксиды азота и аммиак. Благодаря своему малому размеру PM_{2.5} могут проникать глубоко в альвеолярные мешочки легких, нанося вред здоровью людей.

Критическая нагрузка

Критическая нагрузка – это количественная оценка предельно допустимых выпадений одного или нескольких загрязнителей, при значениях ниже которой, значительных неблагоприятных воздействий, согласно имеющимся данным, не наблюдается. Превышение критической нагрузки определяется как атмосферное выпадение загрязнителя выше величины критической нагрузки.

Серьезная озабоченность, несмотря на успехи

Несмотря на значительный успех мер по снижению загрязнения окружающей среды, осуществленных в рамках Конвенции, загрязнение воздуха все еще является основной экологической причиной преждевременной смерти в Европе. В состав вредных загрязнителей атмосферного воздуха входят взвешенные частицы, озон и диоксид азота. Выхлопные газы дизельных двигателей (основной источник мелких частиц в городском воздухе) оказывают, согласно Международному агентству по изучению рака при ВОЗ,

канцерогенное воздействие на человека. Количество случаев преждевременной смерти, обусловленных загрязнением атмосферного воздуха и воздуха в помещениях (включая Северную Америку), составило в 2012 г. в регионе ЕЭК соответственно 576 000 и 118 500.

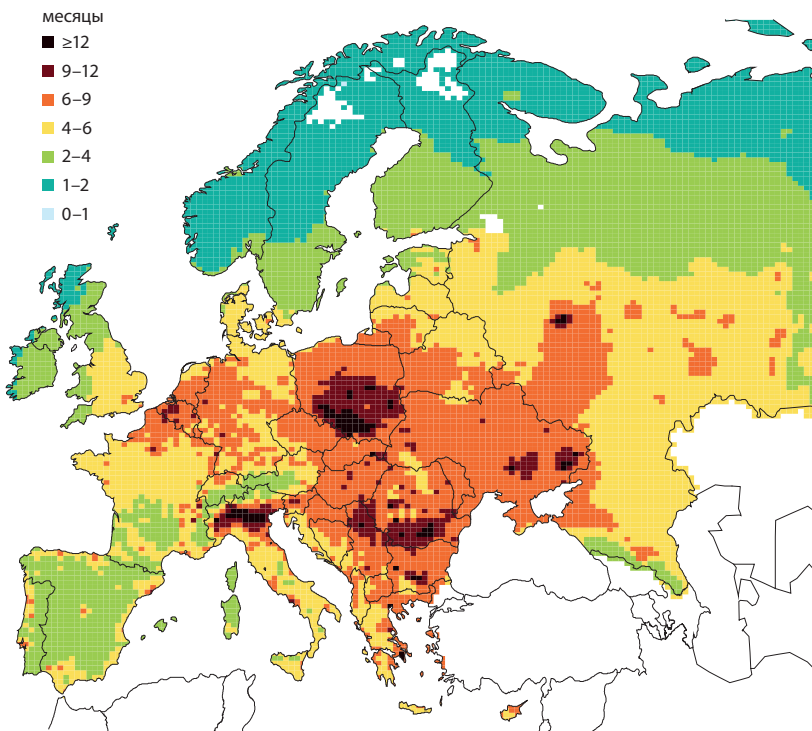
Большинство случаев преждевременной смерти, связанных с загрязнением воздуха, являются результатом сердечно-сосудистых, церебрально-сосудистых и респираторных заболеваний, а также рака легких. Число преждевременных смертей, связанных с загрязнением воздуха в странах Евросоюза превышает в десять раз число смертельных случаев в результате дорожно-транспортных происшествий.^{ix}

Воздействие загрязненного воздуха является причиной каждой 20-й смерти в США. Исследования указывают, что снижение воздействия мелких взвешенных частиц и озона на 33 процента позволило бы избежать 43 000 случаев преждевременной смерти, десятков тысяч случаев госпитализации с нефатальным инфарктом, респираторными и сердечно-сосудистыми заболеваниями и сотен тысяч случаев острых респираторных симптомов. Примерно 57 миллионов жителей США подверглись в 2014 г. загрязнению воздуха, превышающему национальные стандарты качества атмосферного воздуха. Загрязнение воздуха в Канаде ежегодно является причиной 21 000 случаев преждевременной смерти, а более 28 процентов канадцев находятся под воздействием повышенных уровней приземного озона, концентрации которого превышают стандарты качества воздуха, хотя средний уровень озона в Канаде и снизился в период с 1998 по 2012 г. на 15 процентов.

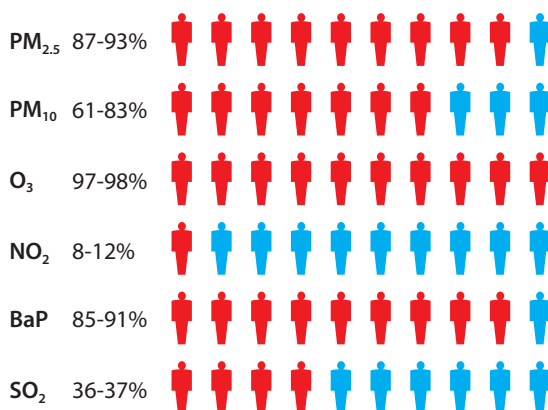
Количество потерянных из-за загрязнения атмосферного воздуха лет человеческой жизни значительно варьирует по регионам: в Западной Европе данное число в два раза выше, чем в Северной Америке, а в странах Восточной Европы, Кавказа, Центральной Азии и Юго-Восточной Европы на 20 процентов выше, чем в Западной Европе. Средний показатель снижения продолжительности жизни из-за воздействия мелких частиц в настоящее время в Европе составляет примерно 5 месяцев, достигая 12-ти месяцев в отдельных городах. Недавно проведенный опрос показал, что среди экологических проблем загрязнение воздуха вызывает наибольшую озабоченность населения.

Тяжелые металлы и стойкие органические загрязнители известны своей токсичностью;

▼ Снижение средней продолжительности жизни в результате воздействия мелких частиц (PM_{2,5}) наиболее значительно в Северо-Западной континентальной Европе, Восточной Европе и в долине реки По.^{vii}



▼ Доля населения, проживающая в регионах с превышением рекомендованных ВОЗ уровней загрязнения воздуха, зависит от вида загрязнителя, при этом более 87 процентов жителей Евросоюза подвергнуты воздействию высоких уровней мелких частиц PM_{2,5} и 98 процентов – высоких уровней озона.^{viii}



даже низкие уровни их концентрации в окружающей среде вызывают значительные ущербы в случае длительного воздействия, т.к. они аккумулируются в пищевых (трофических) цепях. Несмотря на уменьшение выбросов и количества горячих точек вблизи промышленных зон, во многих странах ЕЭК все еще существует долгосрочный риск здоровью населения и окружающей среде. Например, критические нагрузки по ртути (нейротоксин) все еще превышены во многих частях Европы.^x

Подкисление почв, водоемов и экосистем в результате значительных выпадений серы и азота на обширных территориях Европы и восточной части Северной Америки уменьшается или замедляется. Благодаря успешному снижению выбросов диоксида серы от пиковых величин в 1980г. на ряде территорий отмечается восстановление лесов и озер. Хотя подкисление все еще остается проблемой, процесс значительно замедлен.

Превышающие критические нагрузки выпадения азота оказывают влияние на растительные сообщества, вследствие чего большое количество находящихся под охраной видов замещаются доминантными видами растительности. Такое развитие может вызвать цепную реакцию, при которой под угрозой могут оказаться бабочки и другие насекомые, а также и птицы. Это может привести к условиям благоприятным для существования растений и насекомых, вызывающих у людей аллергическую реакцию или другие болезни, а также способствующим цветению водорослей в водных экосистемах.

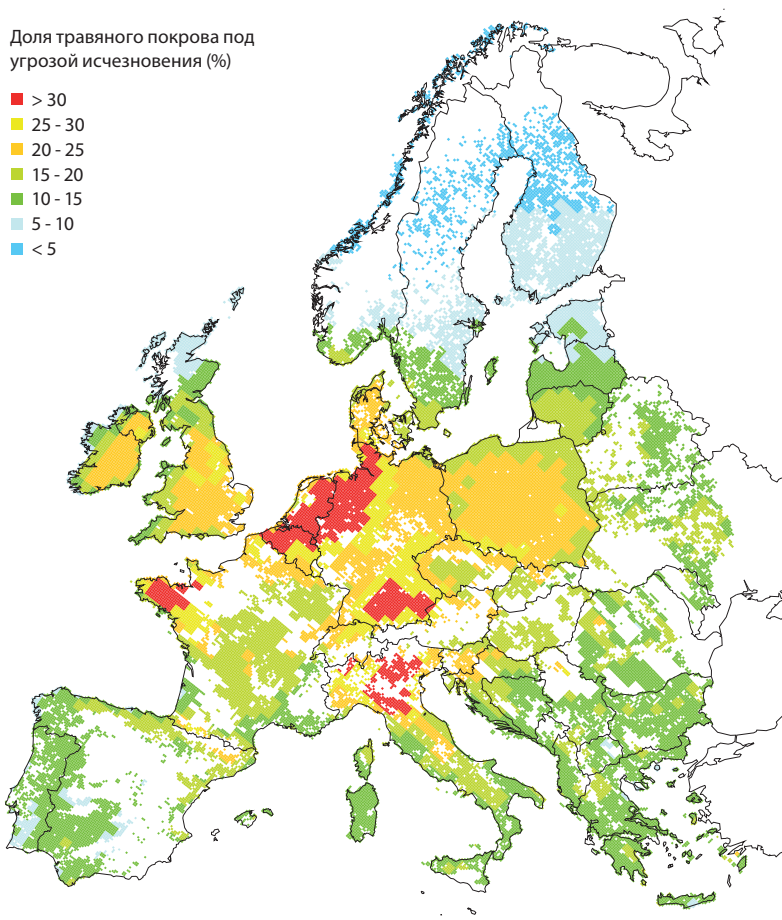
Расплата

Ущерб, наносимый здоровью человека загрязненным воздухом, превышает в денежном выражении все другие виды ущерба (такие, как ущерб зданиям и сельскохозяйственному культурам). Ущерб экосистемам от загрязнения воздуха также приводит к потерям, хотя их трудно представить в денежном выражении.

В европейском регионе ЕЭК ООН общие экономические затраты в результате преждевременных смертей оцениваются в сумму около 1 триллиона евро (ВОЗ, 2015г.). Затраты, связанные с заболеваниями, вызванными загрязнением воздуха (например, на госпитализацию и закупку лекарств), по оценкам прибавляют к этой сумме еще 10 процентов. В половине стран ЕЭК ООН общие медицинские расходы в результате воздействия загрязнения воздуха превышают 10 процентов ВВП.¹ Помимо того, загрязнение воздуха влияет на производительность труда, в т. ч. обуславливая 5-10 процентов случаев отсутствия на работе по болезни. По проведенным в 28 странах - членах Евросоюза оценкам, предложенные Еврокомиссией сокращения выбросов должны привести к сокращению экономических потерь промышленных предприятий вследствие уменьшения количества пропусков по болезни, а сэкономленные средства в сумме превысят расходы на дополнительные меры по снижению загрязнения воздуха.

В Северной Америке 18 процентов населения проживает в районах с загрязнением, превышающим национальные стандарты качества воздуха, а 28 процентов канадцев проживают в местах, где концентрация приземного озона превышает стандарты качества воздуха. Ежегодные издержки, связанные с преждевременной смертью, инфарктом, госпитализацией, посещениями отделения неотложной помощи и пропущенными по болезни школьными занятиями, превышает триллион долларов США. В Канаде ежегодные издержки, обусловленные воздействием загрязненного воздуха, превышают 8 миллиардов канадских долларов.

Повышенные приземные концентрации озона приводят к снижению производства сельскохозяйственной продукции и древесины в Европе на 15 процентов или более, в зависимости от чувствительности видов растительности. Согласно Европейской программе мониторинга и оценки (ЕМЕП), экономический ущерб, причиняемый производству одной лишь пшеницы, ежегодно достигает 4.6 миллиардов евро. Снижая эффективность опыления, озон также может повлиять на будущую производительность сельского хозяйства. Ущерб от загрязнения воздуха, причиняемый материальным объектам и культурному наследию в Европе, оценивается в сумму, превышающую 2 миллиарда евро в год.



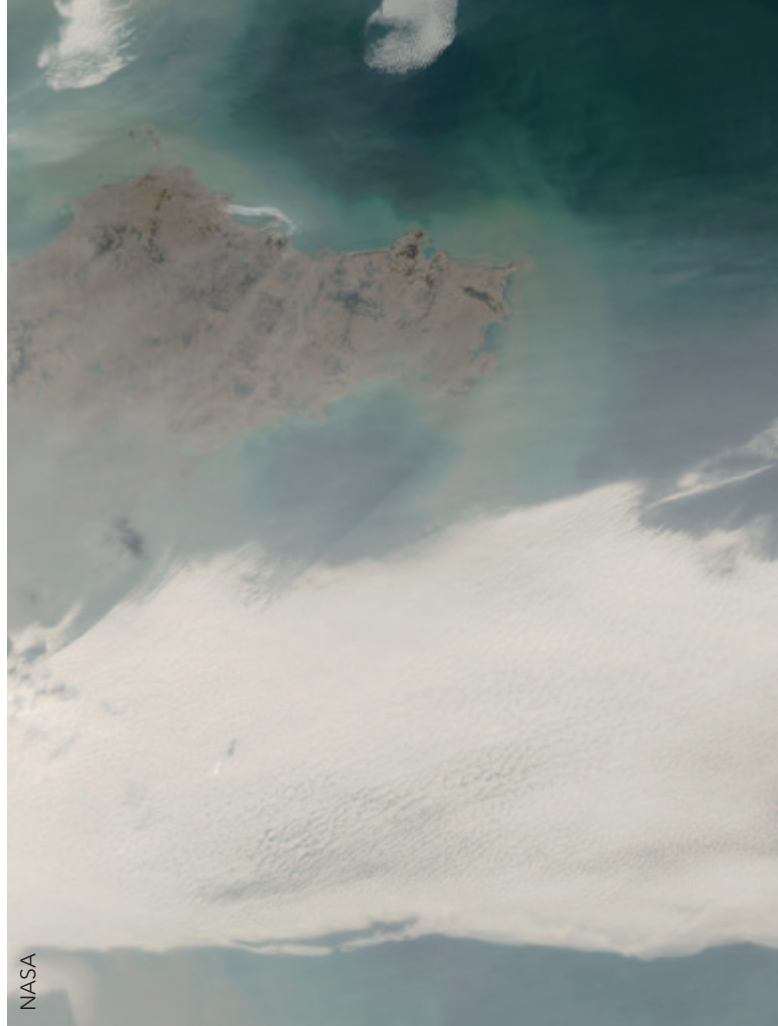
▲ Расчеты по модели демонстрирует, что согласно пересмотренному Гётеборгскому Протоколу области с наибольшей долей травяного покрытия под угрозой исчезновения из-за воздействия выпадений азота в 2020 г. будут располагаться в регионах интенсивного земледелия Северо-Западной Европы.^{xii}

Глобальная проблема

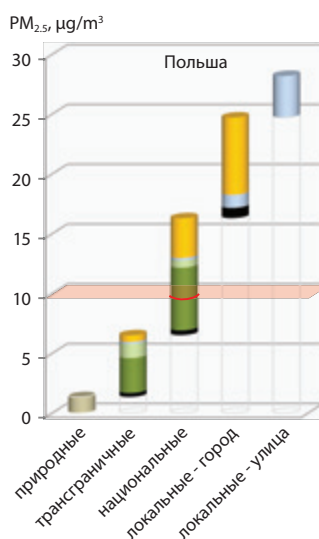
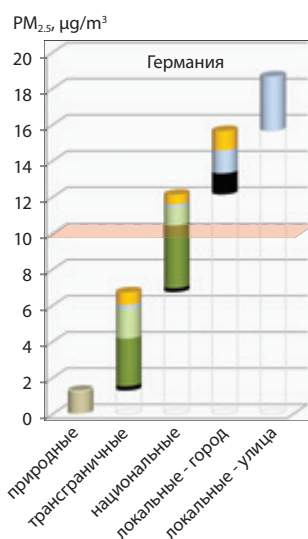
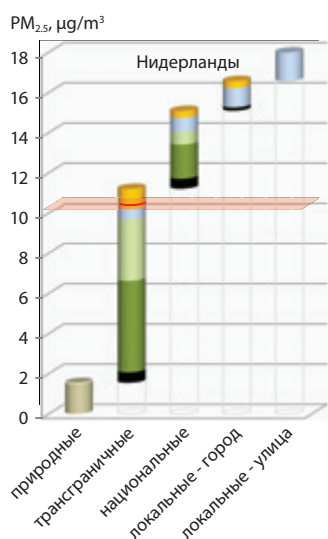
В ряде европейских регионов значительная доля концентраций мелких частиц, воздействующих на население, состоит из нитрата аммония и сульфата аммония (так называемых вторичных частиц, формирующихся в воздухе из выбросов аммиака, серы и оксидов азота), способных переноситься на большие расстояния. Трансграничный, и даже трансконтинентальный перенос озона и его прекурсоров (оксидов азота, летучих органических соединений и метана), в значительной мере определяют местные концентрации озона.

Межконтинентальный перенос также играет все большую роль в проблеме загрязнения ртутью и рядом стойких органических загрязнителей (т. е. вредных химических веществ, сохраняющихся в окружающей среде в течение длительного времени и распространяющихся на значительные расстояния). Несмотря на то, что проблемы загрязнения решены во многих локальных горячих точках, и некоторое улучшение состояния отмечено после значительного снижения выбросов в период до 2005 г., нерешенной все еще остается задача снижения глобального фонового уровня. Осознание глобального аспекта проблемы явилось основной движущей силой разработки и принятия Стокгольмской конвенции по стойким органическим загрязнителям в 2001г. и Конвенции Минамата по ртути в 2013г.

Начиная с 1990-х годов, сокращение выбросов прекурсоров озона привело к снижению подверженности населения воздействию пиковых концентраций озона. Однако уровень числа заболеваний вследствие воздействия озона определяется не только отдельными случаями пиковых загрязнений воздуха, но и результатом долгосрочного воздействия озона. Фоновые концентрации озона не проявляют существенной тенденции к снижению. Выбросы

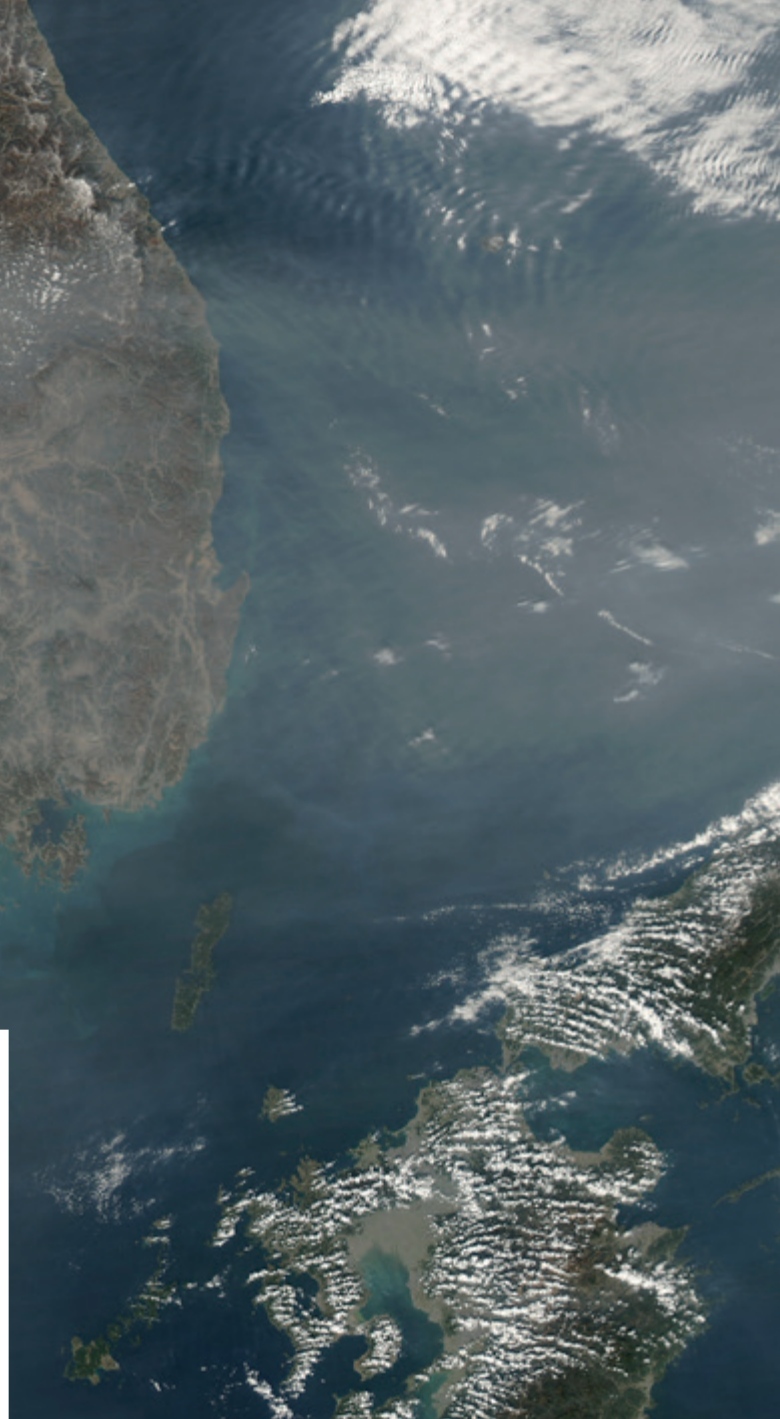
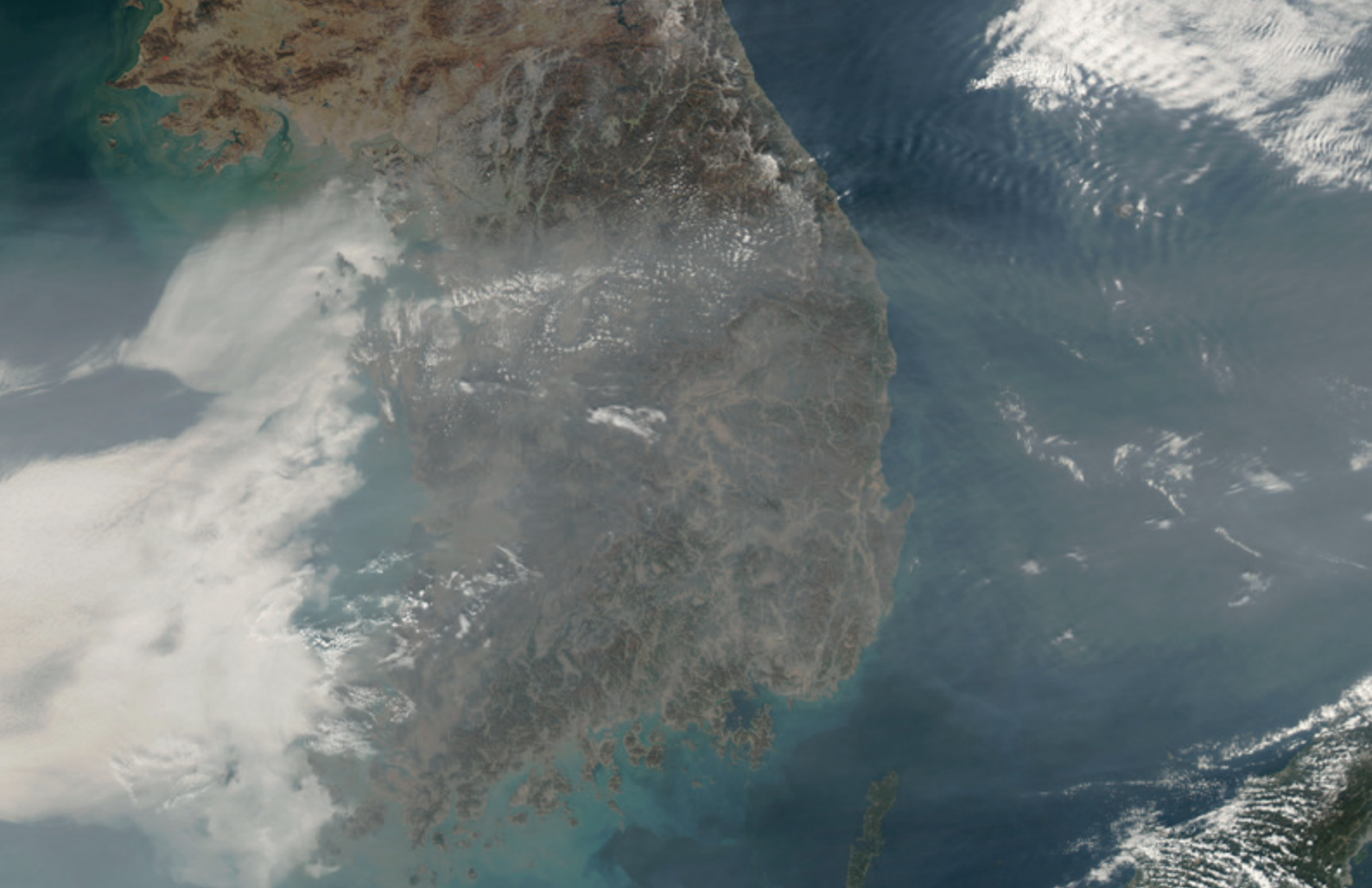


от источников как в Европе, так и в Северной Америке, определяют уровни концентраций озона на обоих этих континентах. Это означает, что снижение концентрации потребует международного сотрудничества в еще более широком масштабе, а не только лишь в рамках одной изолированной Европы или Северной Америки. Это относится и к принятию мер по снижению выбросов некоторых стойких органических загрязнителей (например, таких как гексахлорбензол, диоксины и полихлорированные бифенилы) и ртути.



■ жилищный ■ первичные PM: транспорт ■ вторичные PM: транспорт + сельское х-во
■ вторичные PM: промышленность + сельское х-во ■ первичные PM: промышленность ■ природные

◀ Сравнение вкладов различных источников в приземные уровни мелких частиц показывает, что местные концентрации PM_{2.5} находятся под значительным воздействием вторичных частиц от трансграничных источников. Представленные данные основаны на осредненных измерениях, проведенных в ряде городов.^{xiii}



Доступные решения

В прошлом, сокращение загрязнения воздуха в значительной мере было достигнуто сочетанием мероприятий по снижению выбросов “на конце трубы” и структурными изменениями в энергетических, транспортных и сельскохозяйственных системах. Согласованные сценарии стратегий в области изменения климата и качества воздуха показывают, что и в будущем на тренды загрязнения воздуха будут оказывать значительное позитивное воздействие мероприятия в области климата и энергетики, а также экологическая политика в транспортной и сельскохозяйственной областях. Существуют доступные и эффективные технические меры по снижению уровня выбросов (от установок по сжиганию, транспортных средств, судов и ферм), позволяющие достичь рекомендованных ВОЗ показателей (или сопоставимых стандартов качества воздуха) по мелким частицам и озону на большинстве территорий Европы, а также избежать излишнего количества азота на большей части природных территорий Европы. Изменение привычек в областях потребления энергии, использования транспортных средств и питания могут также сыграть значительную роль. Что касается выбросов тяжелых металлов и стойких органических загрязнителей, то существует множество доступных мер по их снижению; координация с другими международными соглашениями и политическими структурами также может предоставить возможности для решения данных проблем.

Социально-экономические выгоды превышают затраты

Экономические модели показывают, что прямые затраты на дополнительные мероприятия, необходимые для ратификации Гётеборгского Протокола будут незначительными: для стран Евросоюза они составят менее 0.01 процента европейского ВВП. Несмотря на потерю рабочих мест в отдельных секторах (в т.ч. в секторе ископаемых видов топлива), количество рабочих мест возрастет в других секторах (например, в строительном и машиностроительном). В целом же общее воздействие на занятость населения будет незначительным. Анализ затрат-выгод для стратегий снижения загрязнения воздуха последовательно указывает на то, что выгоды в денежном выражении значительно превышают затраты в некоторых отраслях. В долгосрочной перспективе, экологическая политика окажет положительное влияние на экономику путем эффективизации использования ресурсов. Некоторые экономические выгоды будут ощутимы сразу, например, влияние мер по снижению выбросов на количество дней отсутствия на работе по причине болезни.^{xiv, xv}

Растущий рынок чистых технологий приведет к снижению затрат на производство требуемого оборудования, что, в свою очередь, снизит расходы на мероприятия по снижению выбросов. Страны, которые первыми смогут освоить этот рынок, расширят свои возможности роста в области развивающейся промышленности чистых технологий.

В целом, затраты на снижение загрязнения воздуха будут значительно ниже, чем положительный эффект, достигнутый в результате улучшения здоровья населения и состояния экосистем.

Мероприятия на различных уровнях

Здоровье населения является на сегодняшний день важнейшей движущей силой в разработке политики улучшения качества воздуха – как на уровне городских администраций, так и на международных форумах.

Эпизоды высокого уровня загрязнения воздуха («дни смога») вызывают беспокойство населения, являются причиной заболеваний, а также делают загрязнение воздуха в буквальном смысле «видимым». Предпринимаются многочисленные инициативы по созданию «здоровых» городов. Однако многие европейские города не смогут снизить уровни загрязнения воздуха до рекомендованных ВОЗ величин исключительно собственными усилиями. В некоторых случаях (например, в целях предотвращения ущерба от воздействия озона) даже проведение мероприятий на национальном и континентальном уровнях может оказаться недостаточным.

Учитывая тот факт, что мероприятий в пределах зоны действия Конвенции может быть недостаточно для снижения фоновых уровней многих загрязнителей воздуха, развитие научно-исследовательского сотрудничества в данной области в масштабе северного полушария активно поощряется в рамках Целевой группы по переносу загрязнений в масштабах полушария. Работа данной Целевой группы показала, что для защиты здоровья и экосистем потребуется снижение выбросов всех прекурсоров озона, включая метан.

В настоящее время происходит рост синергии и сотрудничества с другими международными организациями и соглашениями – Стокгольмской Конвенцией, Конвенцией Минамата, Программой Арктического Мониторинга и Оценки, региональными морскими конвенциями (такими как Конвенция по защите морской среды района Балтийского моря и Международная Конвенция по защите морской среды северо-восточной части Атлантического океана) и Коалицией за сохранение климата и чистоты воздуха.

ДОСТИЖЕНИЕ РЕКОМЕНДОВАННОГО ВОЗ УРОВНЯ КОНЦЕНТРАЦИЙ МЕЛКИХ ЧАСТИЦ $PM_{2.5}$

В рамках Конвенции о трансграничном загрязнении воздуха на большие расстояния (КТЗВБР) задаются целевые уровни снижения выбросов и технические стандарты по выбросам, направленные на уменьшение ущерба, наносимого здоровью человека и экосистемам. Руководство ВОЗ по качеству воздуха предоставляет основу для дальнейшей формулировки будущих целей. Снижение прекурсоров взвешенных частиц необходимо для достижения рекомендованного ВОЗ уровня по мелким частицам - 10 мкг/м^3 . Достижение этого уровня снизит потери средней продолжительности жизни в Европе почти на 6 месяцев по сравнению с уровнем 2005г.

При условии внедрения мер в области климата и энергетики, предложенных Евросоюзом в контексте Рамочной Конвенции ООН об изменении климата, и при реализации технически доступных мер по снижению загрязнения воздуха, достижение рекомендуемых ВОЗ уровней по мелким частицам станет возможным в большинстве регионов Европы в ближайшие десятилетия. Ниже приведены возможные мероприятия для достижения уровня рекомендуемого ВОЗ по мелким частицам $PM_{2.5}$. Меры необходимо принимать на различных уровнях.

► прогнозная концентрация мелких частиц $PM_{2.5}$ при условии осуществления странами Евросоюза намеченной политики в области энергетики и климата с целью достижения 2-градусной цели согласно Рамочной Конвенции ООН об изменении климата, и перехода на диету с низким потреблением мяса. Только в отдельных регионах Европы с интенсивным транспортом или сжиганием твердого топлива в жилищном секторе предполагаются уровни, слегка превышающие уровни рекомендованные ВОЗ.^{xvi}

На уровне Конвенции:

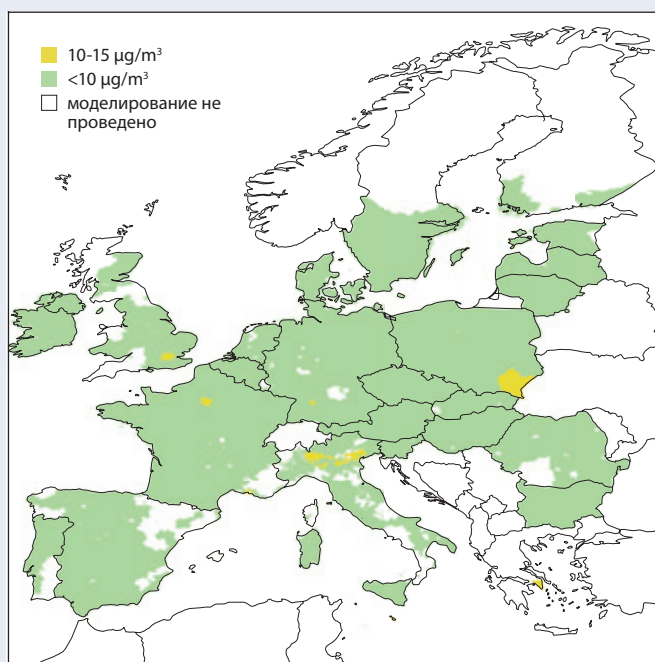
- Осуществлять цели в области климата и энергетики.
- Обеспечивать соблюдение на практике стандартов выбросов для транспортных средств.
- Внедрять стандарты выбросов для внедорожных транспортных средств и подвижного машинного оборудования, домашних печей и установок для сжигания биомассы.
- Разрабатывать стандарты выбросов аммиака для крупных животноводческих ферм.

На национальном уровне:

- Ратифицировать и осуществлять протоколы Конвенции.
- Осуществлять эффективную политику в области климата и энергетики.
- Внедрять эффективный контроль регламента техобслуживания транспортных средств.
- Внедрять программы по утилизации старых автомобилей и мотоциклов.
- Вводить в действие стандарты выбросов для ферм и домашних печей.

На локальном уровне (уровне городов):

- Внедрять зоны низких выбросов с целью поощрения досрочной утилизации старых транспортных средств.
- Вводить ограничения скорости на магистралях вблизи городов.
- Стимулировать использование электрических транспортных средств.
- Улучшать инфраструктуру общественного транспорта, велосипедной езды и пешеходных дорожек.
- Предоставлять населению информацию о загрязнении воздуха в результате сжигания древесины и о способах его снижения.



Роль комплексного подхода

Стратегии снижения загрязнения воздуха тесно связаны со стратегиями в области энергетики и климата, транспорта и торговли, сельского хозяйства и биоразнообразия и потому не могут рассматриваться в изоляции, отдельно от этих отраслей. Комплексный подход позволяет учитывать дополнительные преимущества, возникающие в результате согласования политики в области климата с политикой в области качества воздуха, а также потенциальное воздействие мер, принятых в одной области, на другую.

Большинство мероприятий в области климата способствуют повышению качества воздуха и приводят к улучшению здоровья и состояния экосистем. Такие загрязнители как диоксид серы, оксиды азота, летучие органические соединения и мелкие частицы $PM_{2,5}$ в основном выделяются в результате использования ископаемого топлива. Как и в прошлые десятилетия, будущие изменения в структуре топлива и меры по повышению энергоэффективности приведут не только к снижению выбросов диоксида углерода, но и к снижению выбросов диоксида серы, оксидов азота, летучих органических соединений и мелких частиц $PM_{2,5}$. Дополнительным преимуществом от снижения первичных выбросов мелких частиц $PM_{2,5}$ является снижение подверженности некоторым тяжелым металлам и стойким органическим загрязнителям. Выбросы ртути и стойких органических загрязнителей также снизятся, если уменьшится использование угля.

Меры, направленные на решение климатических проблем без учета целей политики в области загрязнения воздуха, могут привести к дополнительному загрязнению воздуха. Например, фокус на снижении выбросов диоксида углерода посредством стимулирования использования древесных печей, дизельных автомобилей или биотоплива может привести к сопутствующему ухудшению качества воздуха в результате большей подверженности воздействию мелких частиц.

Загрязнение воздуха может оказывать краткосрочное региональное воздействие на климат. Некоторые загрязнители действуют как охладители (например, сульфаты), тогда

как другие усиливают потепление (например, черный углерод, озон и его прекурсоры). Для минимизации разогревающего эффекта необходимы меры по снижению выбросов черного углерода, например от дизельных двигателей. Стандарты Euro-6 и меры контроля выбросов от дизельных источников в Северной Америке включают именно такой подход. Использование биомассы или меры по снижению выбросов метана в сельском хозяйстве также являются примерами отраслей, где вопросы загрязнения воздуха и воздействия на климат тесно связаны и где для ограничения вредного воздействия на здоровье следует принимать во внимание оба аспекта.

Согласно имеющимся данным, более теплый климат способствует увеличению концентраций озона. Во избежание такой ситуации, необходимо приложить больше усилий по сокращению выбросов прекурсоров озона в Северном полушарии. Для этого потребуются координированный подход, выходящий за рамки Конвенции и включающий основные источники загрязнения в Южной и Юго-Восточной Азии. В целях снижения концентрации озона в течение будущих десятилетий особенно важным мероприятием является ограничение выбросов метана.

Будущие выбросы аммиака в Европе связаны с изменениями в сельском хозяйстве и развитием животноводства, а также с изменениями в рационе питания. Согласно имеющимся данным, выбросы аммиака увеличиваются при потеплении. Проблемы, связанные с аммиаком, такие как подверженность воздействию вторичных частиц (формирование которых, возможно, будет играть более важную роль в будущем, когда леса будут выделять больший объем биогенных аэрозоль в связи с глобальным потеплением) и потеря биоразнообразия, не уменьшатся благодаря политике в области климата. Некоторые меры по снижению выбросов аммиака в Европе будут экономически выгодными, т.к. они предполагают более эффективное использование питательных веществ в сельском хозяйстве. Существует значительный потенциал для технологических решений по снижению выбросов аммиака, однако он

более ограничен, чем для диоксида серы или оксидов азота. Решения нетехнологического характера для снижения выбросов аммиака включают уменьшение плотности поголовья скота вблизи экологически уязвимых природных территорий, уменьшение объема отходов пищевых продуктов и стимулирование снижения потребления мясных продуктов. Снижение потребления мясных продуктов приведет к уменьшению количества навоза и выбросов аммиака при производстве мяса.

Шаги в рамках дальнейшего сотрудничества

Выполняя свои обязательства посредством ратификации и осуществления протоколов Конвенции, многие Стороны смогут увидеть более экономически эффективное снижение негативного воздействия на здоровье населения и окружающую среду, чем в случае проведения мероприятий только на своей территории. Чем больше Сторон ратифицируют протоколы, тем быстрее будет расти рынок чистых технологий и тем дешевле они станут. Выполнение протоколов обеспечит равные условия в промышленности и предотвратит нежелательную конкуренцию в ущерб здоровью человека и окружающей среде.

Неполные и неточные данные по выбросам могут помешать ратификации пересмотренного Гётеборгского Протокола. Это особенно актуально для стран Восточной Европы, Кавказа и Центральной Азии (ВЕКЦА), т.к. национальные потолки выбросов и/или обязательства по снижению выбросов сложно определить, когда отсутствуют данные об источниках выбросов или информация об уже принятых

мерах по снижению выбросов. Даже в странах Евросоюза неопределенности, связанные с практическим внедрением законодательства, могут затруднять соблюдение национальных потолков выбросов.

Несмотря на то, что фактические затраты на снижение воздействия на здоровье населения, как правило, намного ниже в странах ВЕКЦА, чем в Евросоюзе или Северной Америке, при выражении в долях ВВП затраты, необходимые для достижения сопоставимого уровня амбиций по защите здоровья населения, значительно выше в странах ВЕКЦА.^{xvii}

Конвенция о трансграничном загрязнении воздуха на большие расстояния предоставляет рамки для взаимного обмена знаниями и поиска общих решений. Дальнейшее улучшение инвентаризаций выбросов, разработка прогнозов и гармонизация мониторинга качества воздуха и воздействия на здоровье и экосистемы будут способствовать росту потенциала в области оценки и моделирования, необходимого для поддержки развития стратегий. Изучение синергии между политикой контроля загрязнения воздуха на местном, региональном уровне и на уровне полушария и политикой в области энергетики, транспорта и сельского хозяйства поможет выявить дополнительные экономически эффективные меры.



СНОСКИ

- i De Wit, H., J.P. Hettelingh and H. Harmens, 2015. Trends in Ecosystem and Health Responses to Long-range Transported Atmospheric Pollutants. ICP Waters report 125/2015. NIVA report 6946-2015
- ii TFMM, 2016. Air Pollution Trends in the EMEP region between 1990 and 2012, Task Force on Measurement and Modelling (TFMM), European Monitoring and Evaluation Programme (EMEP), CLRTAP
- iii US EPA and Environment and Climate Change Canada, Scientific Assessment Report 2016 : North America
- iv US EPA and Environment and Climate Change Canada, Scientific Assessment Report 2016 : North America
- v Rafaj, P., M. Amann, J. Siri and H. Wuester, 2014. Changes in European greenhouse gas and air pollutant emissions 1960-2010: decomposition of determining factors. *Climatic Change*, 24:477-504
- vi Centre on Emissions Inventories and Projections (European data), U.S. Environmental Protection Agency and Environment and Climate Change Canada (North American data)
- vii Amann, M. (Ed.), 2012. TSAP-2012 Baseline: Health and Environmental Impacts. TSAP Report #6, International Institute for Applied Systems Analysis (IIASA)
- viii EEA, 2015. Air Quality in Europe: 2015 Report. EEA Report 5/2015. European Environment Agency (EEA), Copenhagen
- ix Eurostat, http://ec.europa.eu/transport/road_safety/specialist/statistics/index_en.htm
- x Meteorological Synthesizing Centre East, see also chapter 5 in the scientific assessment report
- xi WHO Regional Office for Europe, OECD, 2015. Economic cost of the health impact of air pollution in Europe: Clean air, health and wealth. WHO Regional Office for Europe
- xii Hettelingh, J.-P., M. Posch, J. Slootweg, G.J. Reinds, W. de Vries, A.-C. Le Gall and R. Maas, 2015. Effects-based integrated assessment modelling for the support of European air pollution abatement policies. In: W. de Vries, J.-P. Hettelingh & M. Posch (Eds), *Critical Loads and Dynamic Risk Assessments: Nitrogen, Acidity and Metals in Terrestrial and Aquatic Ecosystems*. Springer, pp. 613-635
- xiii Kieseewetter, G. and M. Amann, 2014. Urban PM2.5 levels under the EU Clean Air Policy Package. TSAP Report #12, International Institute for Applied Systems Analysis (IIASA)
- xiv European Commission, 2013. Commission staff working document impact assessment Accompanying the communication 'a Clean Air Programme for Europe Proposal for a Directive of the European Parliament and of the Council on the reduction of national emissions of certain atmospheric pollutants and amending Directive 2003/35/EC Proposal for a Council Decision on the acceptance of the Amendment to the 1999 Protocol to the 1979 Convention on Long-Range Transboundary Air Pollution to Abate Acidification, Eutrophication and Ground-level Ozone, Brussels, SWD(2013)531 p 55-57
- xv Bollen, J., C. Brink and P. Veenendaal, 2011. Macro-economic Impacts of Air Pollution Policies in the EU. Working paper PBL/CPB
- xvi Amann, M. (Ed.), 2012. Future emissions of air pollutants in Europe - Current legislation baseline and the scope for further reductions. TSAP Report #1, International Institute for Applied Systems Analysis (IIASA)
- xvii Amann, M., I. Bertok, J. Borken-Kleefeld, J. Cofala, C. Heyes, L. Höglund-Isaksson, Z. Klimont, P. Rafaj, W. Schöpp and F. Wagner, 2011. Cost-effective emission reductions to improve air quality in Europe in 2020: Scenarios for the negotiations on the revision of the Gothenburg Protocol under the Convention on Long-range Transboundary Air Pollution. Background paper for the 48th Session of the Working Group on Strategies and Review. Geneva, 11-14 April 2011. Centre for Integrated Assessment Modelling (CIAM) International Institute for Applied Systems Analysis (IIASA)