

**Европейская экономическая комиссия**

Исполнительный орган по Конвенции
о трансграничном загрязнении воздуха
на большие расстояния

**Руководящий орган Совместной программы
наблюдения и оценки распространения
загрязнителей воздуха на большие
расстояния в Европе**

Рабочая группа по воздействию

Пятая совместная сессия

Женева, 9–13 сентября 2019 года

Пункт 3 предварительной повестки дня

**Ход осуществления деятельности по линии Совместной
программы наблюдения и оценки распространения
загрязнителей воздуха на большие расстояния в Европе
в 2019 году и будущая работа**

**Совместный промежуточный доклад о политически
значимых научных выводах 2019 года***

**Записка, подготовленная председателями Руководящего органа
Совместной программы наблюдения и оценки распространения
загрязнителей воздуха на большие расстояния в Европе и Рабочей
группы по воздействию в сотрудничестве с секретариатом**

Резюме

Настоящий доклад был подготовлен Президиумом расширенного состава Рабочей группы по воздействию¹ и Президиумом расширенного состава Руководящего органа Совместной программы наблюдения и оценки распространения загрязнителей воздуха на большие расстояния в Европе (ЕМЕП)² в сотрудничестве с секретариатом Конвенции о трансграничном загрязнении воздуха на большие расстояния. Обзор последних результатов научных исследований, подготовленный на основе информации, которая была представлена странами-руководителями и программными центрами международных совместных программ, представляется в соответствии с планом работы по осуществлению Конвенции на 2018–2019 годы (ЕСЕ/ЕВ.АИР/140/Add.1).

* Настоящий документ выпускается без официального редактирования.

¹ Включает в себя Президиум Рабочей группы; председателей целевых групп международных совместных программ, Совместной целевой группы по аспектам воздействия загрязнения воздуха на здоровье человека и Объединенной группы экспертов по разработке динамических моделей; а также представителей программных центров международных совместных программ.

² Включает в себя Президиум Руководящего органа, председателей целевых групп ЕМЕП и представителей центров ЕМЕП.



Содержание

	<i>Стр.</i>
I. Введение	3
II. Воздействие загрязнения воздуха на здоровье человека	3
III. Воздействие загрязнения воздуха на материалы	4
IV. Воздействие загрязнения воздуха на экосистемы суши	5
A. Леса: загрязнение воздуха по-прежнему угрожает чувствительным элементам	5
B. Лесные водосборы	6
C. Временные тенденции концентраций тяжелых металлов и азота во мхах	7
V. Воздействие загрязнения воздуха на водные экосистемы	7
VI. Критические нагрузки и уровни	9
A. Критические нагрузки: динамическое моделирование	9
B. Критические уровни: воздействие озона на растительность	10
VII. Выбросы	11
A. Совершенствование кадастров выбросов	11
B. Заявки на внесение коррективов в кадастры выбросов	15
VIII. Стратегия мониторинга	15
IX. Увязывание масштабов	16
A. Проект по «спаренным участкам»	16
B. Перенос загрязнения воздуха в масштабах полушария	17

I. Введение

1. Настоящий доклад был подготовлен председателями Руководящего органа Совместной программы для наблюдения и оценки распространения загрязнителей воздуха на большие расстояния в Европе (ЕМЕП) и Рабочей группы по воздействию в соответствии с планом работы по осуществлению Конвенции о трансграничном загрязнении воздуха на большие расстояния на 2018–2019 годы (ECE/EB.AIR/140/Add.1). В докладе отражены результаты, полученные в 2018–2019 годах; его подготовка проходила при поддержке научных вспомогательных органов. Данный доклад является четвертым общим докладом о работе в рамках ЕМЕП и Рабочей группы по воздействию, отражающим новый порядок работы этих двух органов, которые теперь проводят совместные объединенные сессии на основе общей повестки дня. Эти совместные доклады отражают дальнейшую интеграцию научной работы в рамках Конвенции и должны рассматриваться как вклад в укрепление научной базы для разработки политики, проводимой в рамках Конвенции.

II. Воздействие загрязнения воздуха на здоровье человека

2. Целевая группа по аспектам воздействия загрязнения воздуха на здоровье человека является совместным органом Исполнительного органа и Всемирной организации здравоохранения (ВОЗ), деятельностью которого руководит Европейский центр ВОЗ по окружающей среде и охране здоровья (Бонн, Германия) и который отвечает за оценку и анализ воздействия трансграничного загрязнения воздуха на большие расстояния на здоровье человека и обеспечение необходимой информацией в этой области.

3. Начатый в 2016 году процесс обновления глобальных руководящих принципов ВОЗ по качеству воздуха продолжается. Его целью является разработка обновленных числовых значений концентраций и, по возможности, указание формы функциональной зависимости «концентрация–реакция» для ряда загрязнителей наружного воздуха в привязке к соответствующему времени усреднения и в отношении опасного воздействия на здоровье человека. К числу включенных в них загрязнителей воздуха относятся: дисперсное вещество (PM_{2,5}, PM₁₀), диоксид азота (NO₂), озон (O₃), диоксид серы (SO₂) и окись углерода (CO). Завершена работа по заказанным в 2017 году основным систематическим обзорам фактологической информации о воздействии загрязнения воздуха на здоровье человека, которые на настоящий момент представлены независимым экспертам для рассмотрения; эти обзоры посвящены следующим темам:

а) корреляции между долгосрочной экспозицией к PM, O₃ и NO₂ и общими показателями смертности и показателями смертности в разбивке по причинам смерти;

б) корреляции между краткосрочной экспозицией к O₃, NO₂ и SO₂ и количеством больных, поступающих в отделение неотложной помощи и подвергаемых госпитализации в связи с астмой;

в) корреляции между краткосрочной экспозицией к PM, NO₂, O₃ и смертностью в целом и смертностью в разбивке по причинам смерти;

г) корреляции между краткосрочной экспозицией к CO и количеством больных, поступающих в отделение неотложной помощи и подвергаемых госпитализации в связи с ишемической болезнью сердца.

4. Систематический обзор фактологической информации и обновление методологий в целом завершены, поэтому вскоре начнется второй этап обновления руководства ВОЗ по качеству воздуха, в ходе которого будут определены численные значения контрольных значений экспозиции, установлены промежуточные целевые показатели и разработаны рекомендации. В ходе третьего совещания Группы по разработке руководящих принципов, которое состоялось в июне 2019 года, предоставилась возможность оценить систематические обзоры и обсудить

методологию получения значений экспозиции, используемых в руководящих принципах, и закрепления промежуточных целевых показателей.

5. В 2019 году Европейское региональное бюро ВОЗ созвало совещание экспертов в целях укрепления базы знаний о важнейших вопросах, касающихся оценки воздействия на здоровье NO_2 в европейском контексте, с учетом новых научных исследований и соответствующего опыта государств-членов, расположенных в европейском регионе. Эксперты обсудили эти вопросы в более широком контексте обновления методологии расчета воздействия загрязнения воздуха на здоровье и учета NO_2 в последующих оценках воздействия на здоровье. Результаты этой встречи будут использованы в дальнейшей работе по пересмотру функций зависимости «концентрация–реакция» и методов оценки воздействия на здоровье в Европе.

III. Воздействие загрязнения воздуха на материалы

6. Мероприятия Международной совместной программы по воздействию загрязнения воздуха на материалы, включая памятники истории и культуры (МСП по материалам), в настоящее время осуществляются в рамках призыва к предоставлению данных о кадастрах и состоянии материальных ценностей на объектах всемирного культурного наследия Организации Объединенных Наций по вопросам образования, науки и культуры (ЮНЕСКО), который был распространен в 2015 году и охватывает объекты в Германии, Италии, Норвегии, Хорватии, Швейцарии и Швеции. Первые результаты были отражены в докладе МСП по материалам № 83³.

7. Основные факторы риска (загрязняющие вещества) для различных видов воздействия (коррозия/загрязнение поверхности) изложены в таблице 1. Дисперсное вещество (PM_{10}) было признано в качестве фактора риска с точки зрения как коррозии, так и загрязнения поверхности известняка, в то время как азотная кислота (HNO_3) была отнесена к факторам риска только в плане коррозии. Негативное кумулятивное воздействие SO_2 и O_3 является фактором риска для меди, а негативное кумулятивное воздействие PM_{10} и NO_2 – для стекла (загрязнение поверхности стекла). SO_2 остается одним из основных факторов разрушения некоторых материалов, используемых в объектах культурного наследия, но он перестал быть доминирующим фактором. Кроме того, в существующих сегодня условиях небольшую деградацию материалов, как представляется, вызывает кислотность осадков.

Таблица 1

Факторы риска (загрязнители) в разбивке по виду воздействия на материалы, из которых состоят объекты («+» – низкий уровень воздействия; «++» – средний уровень воздействия; «+++» – высокий уровень воздействия). Отсутствие отметки указывает на то, что данная комбинация риска/загрязнителя не была включена в используемую функцию «доза–реакция». Ввиду этого невозможно было оценить уровень воздействия.

Вид воздействия	SO_2	NO_2	HNO_3	$\text{SO}_2 * \text{O}_3$	PM_{10}	pH
Окисление известняка	+/++		++/+++		++	+
Окисление песчаника	+/++					+
Коррозия меди				++/+++		+
Коррозия бронзы	+				++	+
Загрязнение поверхности известняка					+++	
Загрязнение поверхности стекла	+/++	++/+++			++/+++	

³ Доклад МСП по материалам № 83: «Призыв к предоставлению данных о кадастрах и состоянии материальных ценностей на объектах всемирного культурного наследия ЮНЕСКО, 2015–2017 годы». Часть II. Оценка риска.

8. При нынешних концентрациях загрязнителей воздуха ряд памятников истории и культуры может столкнуться с проблемой разрушения известняка, коррозии меди и загрязнения поверхности как непрозрачных (известняковых), так и прозрачных (стеклянных) объектов. Оценочные темпы разрушения известняка и коррозии меди после одногодичного воздействия оказались значительно выше фоновых темпов коррозии (3,2 мкм/год для известняка и 0,32 мкм/год для меди) и в целом ближе к целевому показателю, установленному в МСП по материалам на 2050 год (вдвое выше фоновых темпов коррозии), и даже выше. В некоторых случаях эти значения близки к целевым показателям, установленным для 2020 года (в 2,5 выше фоновых темпов коррозии). Темпы загрязнения поверхности объектов из известняка и стекла представляются недопустимо высокими.

9. На тридцать пятом совещании Целевой группы МСП по материалам (Париж, Франция, 24–26 апреля 2019 года) обсуждалась оценка предполагаемого ущерба, вызванного загрязнением воздуха. На основе предварительных данных в зависимости от уровня загрязнения и погодно-климатических условий для 21 объекта культуры был подсчитан годовой ущерб, вызванный загрязнением воздуха: он оценивается в диапазоне от 3,1 до 20 евро на квадратный метр поверхности (евро/м² в год) для разрушения известняка, от 5,1 до 9,8 евро/м² в год для коррозии меди, от 0 до 52,1 евро/м² в год для загрязнения известняковых поверхностей и от 0 до 11,7 евро/м² в год для загрязнения стеклянных поверхностей. Этот ущерб следует прибавить к ущербу внутренних поверхностей, который оценивается в 4,4 евро/м² в год, 3,5 евро/м² в год, 25 евро/м² в год и 6,8 евро/м² в год соответственно для разрушения известняка, коррозии меди, загрязнения поверхности известняка и загрязнения поверхности стекла.

IV. Воздействие загрязнения воздуха на экосистемы суши

A. Леса: загрязнение воздуха по-прежнему угрожает чувствительным элементам

10. В период с 2000 по 2014 год концентрации озона на контрольных участках Международной совместной программы по оценке и мониторингу воздействия загрязнения воздуха на леса (МСП по лесам) существенно сократились: на 0,63 млрд⁻¹ в год. Долгосрочная средняя концентрация озона в вегетационный период (с апреля по сентябрь) в эти годы составила 36,2 млрд⁻¹. Значения колебались от 14,5 до 70,1 млрд⁻¹, демонстрируя ярко выраженный градиент, пересекающий Европу с севера на юг; наибольшие концентрации были зафиксированы в Италии, Южной Швейцарии, Чехии, Словакии, Румынии и Греции. Несмотря на снижение концентраций озона, уровни озона по-прежнему превышают пороговое значение для неблагоприятных последствий в 13 из 15 стран. Прямые последствия воздействия озона отчетливо проявляются в видимых глазу симптомах, заметных в листве, а также в реакции видов древесных растений по всей Европе. Однако связь между воздействием озона и видимыми симптомами не является прямой, а зависит от видовых особенностей в плане чувствительности, питания, от обеспеченности водой и климата.

11. Пространственное распределение годового осаждения под пологом леса нитратов и аммония, зарегистрированное в 2017 году на 248 участках уровня II МСП по лесам и 49 участках SWETHRO (Шведской сети мониторинга под пологом леса), расположенных по всей Европе, свидетельствует о заметной пространственной вариации атмосферных осадков. Однако при анализе более широкого набора данных в осаждении под пологом леса выявляются региональные закономерности. Что касается нитратов, то высокие показатели осаждения под пологом леса наблюдались в первую очередь в Центральной Европе (Германия, Швейцария, Чехия, Австрия и Фландрия), в то время как значения ниже 4 кг N/га в год в основном наблюдались в Финляндии, Швеции, Норвегии, Венгрии, Болгарии, Румынии, Латвии и Эстонии. Центральноевропейская зона значительного осаждения под пологом леса аммиака шире и включает в себя также северную Италию, юго-западную часть

Соединенного Королевства, южную Румынию и западную Польшу. И снова, значения ниже 4 кг N/га в год были обнаружены в Норвегии, Швеции, Финляндии, Болгарии, Латвии и Эстонии, а также в некоторых районах Франции, Австрии и Словакии. Следует учитывать, что общее осаждение нитратов и аммиака на лес может быть выше показателя осаждения под пологом леса по причине процессов обмена в пологе и между пологом и деревом. Соединения азота (N) оказывают на экосистемы двойственное воздействие: с одной стороны, они являются необходимыми для растений питательными веществами, оказывающими сильное воздействие на их метаболизм, все лесные процессы и биоразнообразие, а с другой стороны, они могут одновременно усиливать подкисление почв. Хорошо известно, что повышенное выпадение азота, обогащение атмосферы диоксидом углерода (CO₂), а также более высокие температуры и более длительный вегетационный период стимулируют рост деревьев во многих частях Европы. Такой ускоренный рост деревьев ведет к повышенному потреблению питательных веществ. В настоящее время изучается вопрос о том, вызывает ли избыток азота нарушение баланса питательных веществ и если да, то в какой степени. С этой целью анализируется набор данных МСП по лесам (469 участков в 26 странах) на предмет содержания питательных веществ в листе деревьев.

В. Лесные водосборы

12. Давно принято считать, что на всех этапах сукцессии лес представляет собой динамическую систему, нарушение любого из элементов которой в различных масштабах может сыграть определяющую роль в его развитии. Ввиду ожидаемого повышения периодичности поступления и концентрации факторов естественных нарушений нормального состояния в условиях глобальных изменений существует неотложная потребность в более глубоком изучении того, как кумулятивное воздействие фоновых антропогенных нарушений нормального состояния и естественных циклов нарушений нормального состояния может повлиять на экосистемы, которые до сегодняшнего дня характеризовались устойчивостью к внешнему воздействию. В этой связи Международная совместная программа по комплексному мониторингу воздействия загрязнения воздуха на экосистемы (МСП по комплексному мониторингу) провела обзор литературы, посвященной устойчивости лесных экосистем к различным факторам нарушения нормального состояния⁴.

13. Все леса, даже нерегулируемые полуприродные леса, подвержены диффузным антропогенным нарушениям, таким как эвтрофикация и подкисление в результате атмосферного осаждения азота (N) и серы (S), а также изменение климата, которые могут привести к утрате биоразнообразия, изменениям в видовом составе флоры⁵ и негативно повлиять на устойчивость лесов к нарушениям в будущем. Несмотря на большие успехи, достигнутые в деле сокращения выбросов S, приводящих к разрушительным «кислотным дождям», уровни осаждения азота по-прежнему остаются высокими и вызывают все большую обеспокоенность среди экологов. Таким образом, остается открытым вопрос о том, смогут ли леса и далее демонстрировать устойчивость к естественным нарушениям нормального состояния в условиях дополнительного стресса в виде диффузных антропогенных нарушений, и если да, то как долго.

14. По итогам этого обширного обзора литературы был сделан вывод о том, что режимы нарушений и связанные с ними модели регенерации и сукцессии являются важными элементами динамики изменений в лесах и могут способствовать

⁴ James Weldon «Post disturbance vegetation succession and resilience in forest ecosystems – a literature review», in Sirpa Kleemola and Martin Forsius, eds., 27th Annual Report 2018: *Convention on Long-range Transboundary Air Pollution. International Cooperative Programme on Integrated Monitoring of Air Pollution Effects on Ecosystems*, Reports of the Finnish Environment Institute, No. 20 (Helsinki, 2018), pp. 39–52, размещено по адресу <http://hdl.handle.net/10138/238583>.

⁵ Thomas Dirnböck and others, «Forest floor vegetation response to nitrogen deposition in Europe», в *Global Change Biology* 20 (2014): 429–440. <https://doi.org/10.1111/gcb.12440>.

сохранению биоразнообразия лесов и их устойчивости к внешнему воздействию. Однако дополнительная нагрузка на лесные экосистемы, создаваемая диффузным антропогенным воздействием, приводит к снижению их устойчивости к внешнему воздействию. Многочисленные исследования показали, что поступления азота могут вызвать значительные изменения в видовом составе лесной флоры, а в результате некоторых недавних исследований были получены свидетельства того, что происходящее осаждение азота действительно приводит к изменениям в видовом составе подлеска и влияет на развитие полога. Следовательно, высока вероятность того, что совокупное воздействие осаждения азота приведет к снижению устойчивости лесных экосистем к внешнему воздействию, поскольку они подвержены одновременно более частым и/или интенсивным естественным нарушениям нормального состояния, включая повреждения в результате ураганов и нашествия жуков-короедов. Такое взаимодействие факторов нарушения нормального состояния может иметь непредсказуемые и неожиданные последствия, которые пока еще недостаточно изучены, а участки, испытавшие на себе сильное негативное комбинированное воздействие, могут демонстрировать признаки изменения режима. В связи с этим требуются долгосрочный мониторинг и научные исследования, с тем чтобы зафиксировать эти сложные закономерности.

С. Временные тенденции концентраций тяжелых металлов и азота во мхах

15. Согласно данным мониторинга, проведенного в рамках Международной программы сотрудничества по воздействию загрязнения воздуха на естественную растительность и сельскохозяйственные культуры (МСП по воздействию загрязнения воздуха на естественную растительность), в период с 1990 по 2015 годы концентрации свинца и кадмия во мхах снизились на 81% и 64% соответственно. Снизились также концентрации других тяжелых металлов (мышьяка, хрома, меди, железа, никеля, ванадия и цинка): понижение составило от 9% (для хрома) до 58% (для ванадия). При этом концентрация ртути во мхах по сравнению с 1995 годом не изменилась. Концентрация азота во мхах тоже существенно не изменилась в период с 2005 по 2015 год. В 2015 году в целом наивысшие концентрации тяжелых металлов во мхах наблюдались в Восточной и Юго-Восточной Европе; самые высокие концентрации азота во мхах наблюдались в основном в Центральной Европе, в том числе в Германии, Румынии и Словакии.

V. Воздействие загрязнения воздуха на водные экосистемы

16. Предварительные результаты доклада о тенденциях в химическом составе поверхностных вод, который будет опубликован в 2019 году, показали, что на многих участках в период с 1990 года концентрации сульфатов и катионов оснований снизились, а уровни кислотонейтрализующей способности (КНС), pH и растворенного органического углерода (РОУ) возросли. Данные по нитратам не позволяют прийти к столь же однозначным выводам. Полученные данные показывают, что основные изменения в сульфатах, катионах оснований и КНС в Европе произошли незадолго до 2000 года, в то время как для РОУ – спустя почти десять лет. В упомянутый доклад будет также включена информация о тенденциях с точки зрения воздействия землепользования на восстановление экосистем. Такие регулярные доклады о существующих тенденциях важны для определения того, где и по каким параметрам восстановление после подкисления является удовлетворительным или не является таковым.

17. Исследование двух соседних озер, расположенных в Озерном округе (Соединенное Королевство), показало, что большое значение для восстановления после подкисления имеет буферная емкость. На долгосрочные тенденции в химическом составе воды в небольших таежных озерах на юге Финляндии влияет лесоводство, а также жизнедеятельность бобров. В Чехии данные долгосрочного мониторинга и динамическое моделирование показали, что, несмотря на

кратковременную задержку в восстановлении после подкисления, вызванную крупным нашествием жуков-короедов, в долгосрочной перспективе разложение биомассы и восстановление растительного покрова ускорили восстановление нормального уровня кислотности как почвы, так и воды. Таким образом, землепользование и экстремальные явления могут иметь противоположные и неожиданные последствия, и важно расширить понимание того, как такие смешанные факторы влияют на процесс восстановления нормального уровня кислотности.

18. В докладе за 2018 год, посвященном нынешним масштабам подкисления вод в Европе и Северной Америке⁶, подчеркивается отсутствие, в том числе в Рамочной директиве Европейского союза по воде, единого подхода к оценке статуса химического подкисления. Результаты проведенного в странах Северной Европы проекта по классификации участков в Финляндии, Норвегии и Швеции в соответствии с различными национальными системами показали существенный разброс, особенно для прибрежных и внутренних окрашенных вод. Аналогичное исследование, в рамках которого были сопоставлены параметры подкисления с данными по бентосным беспозвоночным, показало, что коррекция КНС для органических кислот представляется наиболее надежным показателем для оценки подкисления. Приведение к общему знаменателю национальных систем оценки подкисления поверхностных вод сделает возможной более единообразную оценку этого параметра, однако необходимо проявлять осторожность для сохранения точности отдельных систем оценки.

19. В настоящее время во многих пресных водоемах Европы происходит восстановление популяций бентосных беспозвоночных, которое объясняется уменьшением кислотных осадений. Изменение видового состава может привести к изменениям в составе функциональных особенностей биоценозов. Функциональные особенности оказывают непосредственное воздействие на здоровье экосистемы и оказание ею экосистемных услуг, таких как разложение детрита, фильтрация воды и круговорот питательных веществ в речной экосистеме.

20. База данных по содержанию ртути (Hg) в рыбе, сведенная воедино в рамках Международной программы сотрудничества по оценке и мониторингу воздействия загрязнения воздуха на реки и озера (МСП по воде), представляет собой ценный источник информации для непрерывного мониторинга воздействия ртути на окружающую среду. В частности, озера, которые в первую очередь испытывают на себе влияние со стороны атмосферных источников ртути, будут важным источником данных для документального подтверждения воздействия на рыбу загрязнения воздуха ртутью. В озерах, в которые Hg проникла главным образом в результате трансграничного загрязнения воздуха на большие расстояния, констатировано последовательное снижение концентрации ртути (на 3–7% в год) в окуне и щуке как в таежных, так и в субарктических районах Фенноскандии, что свидетельствует о наличии общих экологических факторов. В дальнейшем отбор проб Hg для мониторинга воздействия на рыбу должен включать повторный отбор проб и сбор данных по истории загрязнения, химическому составу воды, возрасту рыбы и стабильным изотопам, что позволит оценить результативность политики сокращения выбросов^{7, 8}.

21. Сеть по мониторингу озер и рек расширяет Грузия, которая недавно создала новую лабораторию для химического анализа состава воды. Основным фактором давления на поверхностные воды являются неочищенные сточные воды, однако негативное воздействие на водные ресурсы Грузии оказывают также сельское хозяйство и промышленность. Исследование, проведенное в Валдайском районе Российской Федерации, показало более высокую концентрацию тяжелых металлов в осадках в лесных районах, чем на открытых пространствах.

⁶ Austnes et al 2018. Regional assessment of the current extent of acidification of surface waters in Europe and North America. NIVA report SNO 7268-2018. ICP Waters report 135/2018.

⁷ Braaten et al 2019. Improved Environmental Status: 50 Years of Declining Fish Mercury Levels in Boreal and Subarctic Fennoscandia. *Environmental Science & Technology*, 53, (4), 1834-1843.

⁸ UN Environment, 2019. Global Mercury Assessment - 2018. UN Environment Programme Chemicals and Health Branch Geneva Switzerland. ISBN 978-92-807-3744-8.

VI. Критические нагрузки и уровни

22. 2018 год стал переходным периодом для Международной совместной программы по разработке моделей и составлению карт критических уровней и нагрузок и воздействия, рисков и тенденций, связанных с загрязнением воздуха (МСП по разработке моделей и составлению карт) ввиду переезда Координационного центра по воздействию (КЦВ) в другую страну и смены председателя. В настоящее время КЦВ располагается в Германии. Страной – председателем МСП по разработке моделей и составлению карт по-прежнему является Франция.

23. Срок действия призыва о представлении данных о критических нагрузках по подкислению и эвтрофикации и биоразнообразию (с 2015 по 2017 год) был продлен до февраля 2019 года. Этот призыв позволил Сторонам обновить свои данные в европейской базе данных о критических нагрузках. Обновленные данные о критических нагрузках по подкислению и эвтрофикации представили 14 Сторон Конвенции, все из которых являются государствами – членами Европейского союза, а 6 Сторон приступили к расчету и представлению данных о критических нагрузках на биоразнообразии. Национальные координационные центры (НКЦ) представили большую часть данных для класса «Лесистая местность и леса» (класс G Европейской системы информации о природной среде), а также, в меньшей степени, для класса «Лугопастбищные угодья, разнотравье, мхи и лишайники» (класс E Европейской системы информации о природной среде). Процесс преобразования и обновления европейской справочной базы данных начал также и КЦВ. Набор данных о критической нагрузке в Европе за 2015–2017 годы, который может быть использован странами Европы при разработке политики по борьбе с загрязнением воздуха, будет оставаться актуальным и доступным для дальнейшей работы до тех пор, пока не будет завершена работа над новой базой данных (на основе вкладов НКЦ за 2019 год) и пока использование новой базы данных не будет официально разрешено МСП по разработке моделей и составлению карт, а также Рабочей группой по воздействию. Помимо этого, КЦВ занимается разработкой веб-сервиса для доступа к картам критической нагрузки, ссылку на которые можно будет найти на его домашней странице. Уже запущен новый веб-сайт, на котором размещены общая информация о МСП по разработке моделей и составлению карт, базы данных, модели, публикации, а также исходная и последняя версии Руководства по составлению карт. Сайт доступен по адресу https://www.umweltbundesamt.de/en/Coordination_Centre_for_Effects.

24. На тридцать пятом совещании Целевой группы была представлена появившаяся в последние годы новая научная информация о последствиях воздействия азота. Она позволяет МСП по разработке моделей и составлению карт продолжить обновление моделей устойчивого состояния и критических нагрузок в рамках методологий оценки биоразнообразия. Будет начат процесс рассмотрения эмпирических данных по критическим нагрузкам. Совместно с Объединенной группой экспертов по динамическому моделированию, другими МСП, ЕМЕП, экспертами и группами мониторинга за пределами Конвенции будет продолжена разработка методологий. График мероприятий МСП по разработке моделей и составлению карт будет в максимально возможной степени адаптирован к графику проведения обзора пересмотренного Протокола о борьбе с подкислением, эвтрофикацией и приземным озоном (Гётеборгский протокол; 2022 год).

A. Критические нагрузки: динамическое моделирование

25. Европейские базы данных и карты критических нагрузок сыграли важную роль в обсуждении протоколов к Конвенции, основанных на воздействии. Однако, поскольку понятие критических нагрузок основано на концепции устойчивого состояния, для оценки временных масштабов воздействий и восстановления после изменений, возникших в результате выбросов загрязнителей воздуха, необходимы динамические модели. Кроме того, ключевое значение имеет взаимодействие с меняющимися переменными климатических факторов. Ожидается, что наблюдающееся в настоящий момент потепление климата продолжится и в

ближайшие десятилетия, и если осадения N могут стабилизироваться на наблюдаемых высоких уровнях, то по осадениям S наблюдается очевидное снижение. Однако временные рамки, в течение которых эти положительные изменения повлияют на экосистемы, не ясны. Эти факторы давления по-разному проявляются в различных регионах, а их воздействие на экосистемы варьируется в зависимости от локальных характеристик конкретного участка.

26. Для оценки выгод от регулирования на законодательном уровне сокращения осадений азота в подлеске на основе высококачественных долгосрочных данных об осадениях, климате, химическом составе почвы и растительности подлеска были изучены 23 лесных участка, относящихся к находящимся на территории Европы сетям МСП по комплексному мониторингу, МСП по лесам и Программе долгосрочных исследований экосистем в Европе (eLTER). Была применена динамическая почвенная модель (VSD+) в сочетании со статистической моделью анализа ниши растительных видов (PROPS) и с учетом климата и осадений на участках⁹. Ожидавшееся уменьшение осадений N в результате реализации принятых на законодательном уровне целей по сокращению выбросов до 2030 года не привело к сокращению масштабов эвтрофикации.

27. Таким образом, можно сделать вывод, что долгосрочные исследования и контрольные участки являются эталонными системами для разработки и подтверждения экологических моделей. При разработке экологической политики можно во все большей степени опираться на такую инфраструктуру, как МСП по комплексному мониторингу и научно-исследовательская инфраструктура eLTER^{10, 11}, а также на создаваемые на их основе интегрированные модели экосистем. Результаты также показали, что, для того чтобы произошло восстановление после продолжительных высоких осадений N, необходимы гораздо более существенные сокращения выбросов окисленного и восстановленного N. Необходимо также принять меры с целью ограничить насыщение N в тех частях мира, где до сих пор удавалось избежать выхода на экстремальные объемы кумулятивных осадений азота, как это произошло на больших территориях в пределах Европы.

В. Критические уровни: воздействие озона на растительность

Воздействие озона на урожайность пшеницы в Европе: тенденции, смоделированные на основе данных за 1990–2010 годы

28. МСП по воздействию загрязнения воздуха на естественную растительность вместе с Европейским тематическим центром по проблемам загрязнения атмосферного воздуха и предотвращению изменения климата Европейского агентства по окружающей среде внесли вклад в оценку тенденций воздействия озона на урожайность пшеницы в Европе в период с 1990 по 2010 год с использованием как концентрации (AOT40¹²), так и данных, основанных на потоках (POD₆SPEC¹³).

⁹ Thomas Dirnböck and others, «Currently legislated decreases in nitrogen deposition will yield only limited plant species recovery in European forests», in *Environmental Research Letters* 13 (2018) 125010. <https://doi.org/10.1088/1748-9326/aaf26b>.

¹⁰ Maria Holmberg and others, «Modelling study of soil C, N and pH response to air pollution and climate warming using European LTER site observations», in *Science of the Total Environment* 640–641 (2018): 387–399. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2018.05.299>.

¹¹ Michael Mirtl and others «Genesis, goals and achievements of Long-Term Ecological Research at the global scale: A critical review of ILTER and future directions», in *Science of the Total Environment* 626 (2018): 1439–1462. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2017.12.001>.

¹² AOT40 – это суммарная разница между среднечасовыми концентрациями (в млрд⁻¹) и пороговым уровнем в 40 млрд⁻¹ в течение светового дня, накопленным за обозначенный период времени.

¹³ POD₆SPEC (фитотоксичная доза озона) – это совокупное поглощение (поток) озона для видов сельскохозяйственных сортов («SPEC») пшеницы, превышающее пороговое значение в 6 нмоль м⁻² с⁻¹ в течение указанного периода роста.

29. Смоделированные расчеты AOT40 показывают существенное сокращение потери урожая пшеницы в период с 1990 по 2000 год – с 18,2% до 10,2%; в то же время данные по потерям урожая, основанные на потоках, не демонстрируют существенного изменения: 14,9% в 1990 году против 13,3% в 2010 году. Сравнение с данными ЕМЕП, полученными в результате замеров, свидетельствует о том, что масштабы снижения AOT40, демонстрируемого моделями (шесть моделей переноса химических веществ «Eurodelta-Trends»), завышено, особенно для данных за десятилетие 1990–2000 годов. Расхождение между смоделированными тенденциями объясняется, в частности, изменением профиля распределения озона в период с 1990 по 2010 год (более низкие пики при более высоких фоновых концентрациях). Как представляется, POD_6SPEC воспроизводится в моделях более точно, чем AOT40.

Воздействие озона на урожайность пшеницы в целом по миру: прогнозы на период до 2030 года, основанные на действующих нормах законодательства

30. В сотрудничестве с ЕМЕП/Метеорологическим синтезирующим центром–Запад (МСЦ–Запад) МСП по воздействию загрязнения воздуха на естественную растительность проанализировала воздействие осуществления в полной мере действующего законодательства о качестве воздуха на урожайность пшеницы в 2010 и 2030 годах. Расчет фитотоксичной дозы озона ($POD3IAM$) и потерь урожая пшеницы под воздействием озона был произведен на основе данных по выбросам за 2010 и 2030 годы, полученных в рамках проекта Европейского союза «ЭКЛИПС», и упрощения, согласно которому за период с 2010 по 2030 год не произойдет изменений в климатических условиях и объеме производимой пшеницы.

31. Годовые потери урожая пшеницы из-за воздействия озона в 2010 и 2030 годах оказались примерно на одном уровне в силу увеличения выбросов метана и стабильности выбросов оксидов азота в период с 2010 по 2030 год. На первом месте по снижению урожайности оказался регион Юго-Восточной Азии (снижение урожайности на 9,2% и 9,0% и объемов – на 28,9 и 28,3 млн т в 2010 и 2030 годах соответственно), а на втором – регион Восточной Европы, Кавказа и Центральной Азии (снижение урожайности на 7,8% и 7,2% и объемов – на 8,2 и 7,5 млн т в 2010 и 2030 годах соответственно). В Европе и Северной Америке снижение урожайности в процентном отношении оказалось примерно на одном уровне (около 6,6% и 5,5% в 2010 и 2030 годах соответственно), однако в Европе сокращение объемов производства оказалось примерно в два раза выше (12,8 и 10,8 млн тонн в 2010 и 2030 годах соответственно).

VII. Выбросы

A. Совершенствование кадастров выбросов

32. Результаты технического обзора были доведены до сведения назначенных национальных экспертов в докладах о положении дел в конкретных странах и об оценке. Краткий анализ выводов, сделанных по итогам обзоров на этапах 1 и 2, представлен в «Обзоре кадастров за 2019 год»¹⁴, который был подготовлен совместно Центром по кадастрам и прогнозам выбросов (ЦКПВ) и Европейским агентством по окружающей среде, и размещен на веб-сайте Центра. В период с апреля по июль был проведен углубленный обзор по шести странам (Албании, Грузии, Норвегии, Российской Федерации, Сербии и Турции). Все страны, за исключением Грузии, взаимодействовали с группами по рассмотрению. Страновые доклады будут размещены на веб-сайте ЦКПВ до начала пятой совместной сессии в сентябре 2019 года.

¹⁴ Marion Pinteris and others, Inventory Review 2019: Review of emission data reported under the LRTAP Convention and NEC Directive – Joint report of CEIP and EEA, Technical Report CEIP 4/2019 (Vienna, Environment Agency Austria, 2019) (готовится к публикации).

33. Важно упомянуть регулярно возникающую проблему, которая заключается в том, что некоторые страны, в которых проводится рассмотрение кадастров, либо вообще не отвечают на вопросы Группы экспертов по рассмотрению, либо предоставляют крайне скудную информацию. Поскольку на процесс рассмотрения затрачиваются существенные ресурсы ЕМЕП (а также в натуральной форме – Сторон), при этом указанные страны, как правило, входят в число основных бенефициаров процесса рассмотрения, призванного укрепить их потенциал, важно понять, почему от них не поступает ответов, и рассмотреть вопрос об изменениях на будущее, с тем чтобы исправить такое положение (с учетом также того, что в дальнейшем в рамках новых процедур в этих странах нужно будет чаще проводить обзоры).

34. Наконец, эксперты Целевой группы по кадастрам и прогнозам выбросов указали на необходимость укрепления механизма в целях предупреждения использования простых методов уровня 1 для ключевых источников выбросов согласно принципам, закрепленным в Руководящих принципах представления данных о выбросах и прогнозах в соответствии с Конвенцией о трансграничном загрязнении воздуха на большие расстояния (Руководящие принципы отчетности – ECE/EB.AIR/125). Было внесено предложение об исключении из Справочного руководства ЕМЕП/ЕАОС по кадастрам выбросов загрязнителей воздуха¹⁵ (Руководство ЕМЕП/ЕАОС) всех методов, относящихся к уровню 1, однако соответствующее решение еще не принято (было, в частности, признано, что следует учитывать тот факт, что Руководство используется также рядом Сторон, которые, возможно, не ратифицировали протокол, но могут тем не менее захотеть провести первую оценку выбросов с использованием методов, относящихся к уровню 1).

35. Большое значение имеет вопрос о качестве кадастров выбросов, поскольку их использование при разработке мер политики весьма вероятно. Для процесса рассмотрения в рамках Гётеборгского протокола может быть использована подготовленная Центром по разработке моделей для комплексной оценки (ЦРМКО) модель взаимодействия и синергии между парниковыми газами и загрязнением воздуха (GAINS), которая позволяет оценить, в какой степени будут достигнуты долгосрочные цели (на 2020–2030–2050 годы), когда будут полностью выполнены технические приложения к пересмотренному Гётеборгскому протоколу. Поскольку официальные данные о выбросах иногда бывают неполными, Целевая группа по разработке моделей для комплексной оценки (ЦРМКО) рекомендует в таких случаях использовать предварительные оценки экспертов, с тем чтобы гарантировать равное отношение к странам.

Данные о выбросах с координатной привязкой, используемые для разработки моделей

36. В последние годы ЦКПВ разработал и усовершенствовал систему координатной привязки за счет повышения пространственного разрешения до $0,1^\circ \times 0,1^\circ$ широты/долготы и использования различных замещающих данных для пространственного разукрупнения восстановленных данных на уровне секторов по Номенклатуре отчетности с координатной привязкой (GNFR14). В 2019 году данные для динамического ряда 1990–2017 годов с координатной привязкой по основным загрязнителям (оксидам азота (NO_x), метановым летучим органическим соединениям (НМЛОС), аммиаку (NH_3), оксидам серы (SO_x), CO) и дисперсному веществу ($\text{PM}_{2,5}$, PM_{10} , $\text{PM}_{\text{coarse}}$) были впервые представлены в новом разрешении. Были подготовлены данные с координатной привязкой по тяжелым металлам (ТМ) за 2017 год – по кадмию (Cd), ртути (Hg) и свинцу (Pb) и стойким органическим загрязнителям (СОЗ) (бензо(а)пирену, бензо(б)флуорантену, бензо(к)флуорантену, индено(1,2,3-*cd*)пирену, диоксином и фуранам (ПХДД/Ф), гексахлорбензолу (ГХБ)). Впервые были подготовлены данные по выбросам черного углерода (ЧУ) (данные за 2017 год) с координатной привязкой в разрешении $0,1^\circ \times 0,1^\circ$ широты/долготы.

37. В тех случаях, когда не было представлено достаточных данных или требовалось заменить данные, для восполнения пробелов были использованы

¹⁵ См. <http://www.eea.europa.eu/publications/emep-eea-guidebook-2016>.

расчетные оценки экспертов (например, данные, полученные с помощью модели GAINS, данные из поддерживаемого Службой мониторинга атмосферы «Коперник» кадастра выбросов TNO-MASS-II, данные по общему формату отчетности (ОФО) в рамках Механизма Европейского союза по мониторингу выбросов парниковых газов (ЕС, 2013 год), данные кадастра CAMS-REG-AP-v2.2 (ECCAD 2019), данные из базы данных о выбросах для исследования мировой атмосферы (EDGAR), данные Глобальной оценки ртути 2013 года, проекта POPCYCLING-Baltic и Глобального кадастра атмосферных выбросов полициклических ароматических углеводородов (ПАУ)). Показатели по выбросам для морских регионов были рассчитаны с использованием поддерживаемой Службой мониторинга атмосферы «Коперник» глобальной базы данных по судоходству за 2000–2017 годы (Финский метеорологический институт, FMI 2019), доступ к которой был предоставлен по линии проекта «Выбросы атмосферных соединений и компиляция вспомогательных данных» (ECCAD) (CAMS_GLOB_SHIP). Такая работа с данными возможна благодаря тому, что ЦКПВ налажил успешное сотрудничество с другими европейскими и международными инициативами по ведению кадастров загрязнителей воздуха.

38. МСЦ–Запад и Метеорологический синтезирующий центр–Восток (МСЦ–Восток) тоже внесли вклад в рассмотрение и оценку данных по выбросам с координатной привязкой, поскольку именно такие данные используются главным образом в моделях переноса химических веществ. Около 30 стран предоставили ЕМЕП данные о выбросах по новой сетке (в разрешении $0,1^\circ \times 0,1^\circ$). Было проведено сравнение расчетов по модели ЕМЕП/МСЦ–Запад, сделанных на основе этих новых данных, с данными наблюдений ЕМЕП и данными воздушных наблюдений, а также с результатами прогона модели с использованием другой популярной базы данных выбросов в Европе, разработанной исследовательским сообществом для программы «Коперник» (CAMS-REG-AP, основанная на замещающих данных по Европе в целом, а не по отдельным странам). Результаты показывают, что для большинства стран использование национальных данных о выбросах с координатной привязкой повышает пространственную корреляцию результатов расчета по модели (особенно для NO_2) относительно данных наблюдений. Надежду вселяет тот факт, что качество представленных данных о выбросах с координатной привязкой оказалось в случае многих стран достаточно высоким по сравнению с качеством данных, представленных в 2017 году.

Проблема конденсирующегося компонента

39. Результаты расчетов выбросов дисперсного вещества (ДВ) с помощью моделей и экспертные данные по выбросам первичного ДВ (ПДВ) убедительно свидетельствуют о том, что в настоящее время оценки по выбросам ДВ в Европе занижены, и основная причина тому – конденсирующееся ДВ¹⁶, выделяющееся в результате бытового сжигания, в частности сжигания древесного топлива. В настоящее время подход к включению данных по конденсирующемуся ДВ в рассматриваемые кадастры выбросов ЕМЕП разнится от страны к стране и зависит от источника выбросов, но конденсирующийся компонент в расчетных оценках выбросов в целом не учитывается. Это приводит не только к занижению моделируемых выбросов ДВ, но может также сильно исказить карты концентрации загрязняющих веществ в воздухе и матрицы «источник-рецептор», используемые при моделировании комплексной оценки.

40. В прошлом году Руководящий орган ЕМЕП просил Стороны указать в своих информационных докладах о кадастрах (ИДК), как они решают проблему конденсирующейся части выбросов ДВ в представляемых ими данных по выбросам в разбивке по секторам. ЦКПВ обновил шаблон ИДК, с тем чтобы упростить представление этих докладов. 17 Сторон (Австрия, Бельгия, Германия, Испания, Латвия, Нидерланды, Португалия, Румыния, Словакия, Словения, Соединенное

¹⁶ Конденсирующийся компонент дисперсного вещества выделяется в форме газа, но при взаимодействии с водой и охлаждении образует частицы.

Королевство, Финляндия, Франция, Хорватия, Швейцария, Швеция, Эстония)¹⁷ в 2019 году впервые представили информацию о включении конденсирующегося компонента ДВ в коэффициенты выбросов PM_{10} и $PM_{2,5}$. Такая отчетность является первым шагом на пути к более полному пониманию включаемых в отчетность данных о ДВ. Однако доклады за 2019 год показали, что нередко Стороны не располагают сведениями о том, включен ли конденсирующийся компонент в данные о выбросах ДВ по конкретным источникам. Чаще всего Стороны оказываются осведомлены об этом тогда, когда речь идет о выбросах в секторе автомобильного транспорта. Ожидается, что в ближайшие годы все больше Сторон начнут представлять эти сведения, при этом повысится качество получаемой информации, в результате чего в целом улучшится качество отчетности по данной теме.

41. С целью проиллюстрировать возможные количественные последствия в случае включения и исключения данных о конденсирующемся компоненте МСЦ–Запад осуществил серию прогонов модели с использованием экспертных данных о выбросах (в качестве эксперимента – для пяти стран: Бельгии, Италии, Нидерландов, Норвегии и Польши). Последствия включения в набор данных конденсирующегося компонента различаются от страны к стране (в зависимости, например, от количества конденсирующегося ДВ в этой стране). Самую существенную разницу среди пяти контрольных примеров показала Польша, где при включении данных по конденсирующемуся компоненту снижение концентрации ДВ оказалось приблизительно на 40% более заметно для абсолютной концентрации $PM_{2,5}$ (включение конденсирующегося компонента увеличивает вклад первичного ДВ в $PM_{2,5}$ в Польше примерно на 40%). Для других стран эффект был меньше, а в некоторых случаях был почти незаметен. Таким образом, для разных стран учет конденсирующегося компонента, вероятно, окажет разное влияние на матрицы «источник–рецептор».

Выбросы черного углерода

42. ЦКПВ продолжил вносить вклад в реализацию *Плана действий Европейского союза по сокращению выбросов черного углерода в Арктике на 2018–2020 годы (EUA-BCA)*¹⁸. Этот проект осуществляется под руководством секретариата Программы мониторинга и оценки Арктики и является инициативой Европейского союза по оказанию поддержки в реализации мер по сокращению выбросов черного углерода на международном уровне. Весной 2019 года был завершен технический доклад «Обзор систем отчетности для национальных кадастров выбросов черного углерода», в работу над которым ЦКПВ внес значительный вклад, предоставив данные о выбросах, а также подготовив обзор рекомендуемых в Руководстве ЕМЕП/ЕАОС методов учета черного углерода и требуемой на сегодняшний день отчетности по выбросам черного углерода согласно Конвенции.

43. Сбор данных Сторон о выбросах черного углерода производится на добровольной основе в рамках процесса представления отчетности. Несмотря на то что многие Стороны добровольно сообщают о выбросах черного углерода, в результате обзора был выявлен ряд недостатков, по которым были вынесены соответствующие рекомендации, включая совершенствование в плане доступности приведенных в Руководстве ЕМЕП/ЕАОС методов учета черного углерода более высокого уровня и введение обязательной отчетности по черному углероду. В Интернете уже размещена предварительная версия доклада¹⁹, а окончательный текст будет опубликован на веб-сайте Плана действий летом 2019 года.

¹⁷ По состоянию на 30 апреля 2019 года.

¹⁸ <https://eua-bca.amap.no/>.

¹⁹ <https://eua-bca.amap.no/news/2019/eua-bca-technical-report-review-of-reporting-systems-for-national-black-carbon-emissions-inventories>.

В. Заявки на внесение коррективов в кадастры выбросов

44. Группа экспертов по рассмотрению (ГЭР) изучила все представленные заявки на внесение коррективов – как новые, так и одобренные ранее. В 2019 году Нидерланды подали новые заявки на внесение коррективов, а семь Сторон (Бельгия, Венгрия, Германия, Дания, Испания, Люксембург, Соединенное Королевство, Финляндия и Франция) представили для использования уже одобренное приложение VII. В докладе о положении дел с внесением коррективов содержатся рекомендации для Руководящего органа ЕМЕП²⁰. Утвержденные коррективы, сообщенные в приложении VII, были загружены в веб-приложение²¹, где можно легко просматривать и сопоставлять всю информацию.

VIII. Стратегия мониторинга

Пересмотр стратегии мониторинга

45. Координационный химический центр (КХЦ) совместно с экспертами Целевой группы по измерениям и разработке моделей подготовил в срок пересмотренную версию стратегии мониторинга ЕМЕП. Предложение о ее пересмотре было разработано с учетом последних изменений в рамках других соответствующих инициатив, в частности Арктической программы мониторинга и оценки, Глобальной службы атмосферы ВМО, Директивы Европейского союза, Минаматской и Стокгольмской конвенций. Национальные эксперты завершили работу над текстом в ходе ежегодного совещания Целевой группы по измерениям и моделированию.

46. Вместе с тем речь не идет о внесении в предыдущую стратегию мониторинга существенных изменений. Она по-прежнему будет структурирована по трем уровням, при этом уровень 1 будет обязательным для Сторон, а уровень 3 – добровольным (на основе международных или национальных научных программ). Например, предлагается отнести элементарный и органический углерод к РМ₁₀, а почасовые измерения двуокси азота перенести с уровня 2 на уровень 1. Предлагается также обеспечить согласованность с Глобальной службой атмосферы и исследовательским проектом Европейского союза ASTRIS. Окончательный текст будет рассмотрен в целях утверждения на пятой совместной сессии Руководящего органа ЕМЕП и Рабочей группы по воздействию в сентябре 2019 года.

47. Следует напомнить, что последняя полевая кампания ЕМЕП была посвящена улучшению знаний об углеродистых соединениях (и черном углероде), дисперсном веществе и их источниках с применением онлайн-устройств с высоким временным разрешением, таких как многоволновые эталометры. Химический анализ таких удобных для наблюдения индикаторов, как левоглюкозан, явился ее завершающим этапом. Работа в зимний период (с декабря 2017 года по март 2018 года) была направлена на выявление роли сжигания биомассы в повышении концентрации дисперсного вещества в условиях зимы. В полевой кампании приняли участие 22 страны; мониторинг проводился на 57 участках. КХЦ собрал все данные, которые теперь будут использоваться группами МСЦ–Запад, МСЦ–Восток и национальными экспертами для оценки эффективности существующих моделей в плане оценки концентраций углеродистых соединений в Европе. В продолжение инициатив «Евродельта» под эгидой Целевой группы по измерению и моделированию будет начат новый проект по сопоставительному анализу моделей.

²⁰ См. http://www.ceip.at/adjustments_gp/adj_country_data/.

²¹ См. http://webdab1.umweltbundesamt.at/adjustments_GP/.

IX. Увязывание масштабов

48. Согласно результатам анализа, проведенного ЦГРМКО, сравнение национальных планов по качеству воздуха показало, что страны оценивают воздействие своих планов только на национальном уровне, не принимая во внимание трансграничные выгоды (при этом выгоды, связанные с мерами, принимаемыми другими странами, они учитывают). Большинство стран даже не включают в национальную методологию анализа затрат и результатов проектов или политических мер трансграничное воздействие. ЦГРМКО рекомендует использовать при анализе затрат и результатов все внешние издержки, а также сообщать о трансграничном вреде для здоровья человека и экосистем (и его снижении).

49. Когда на уровне городов в центре внимания находится превышение на отдельных улицах предельных значений, то принимаемые решения отличаются от решений, направленных прежде всего на снижение среднего уровня воздействия и достижение максимального улучшения здоровья горожан. Второй подход более эффективен с точки зрения затрат, но требует более тесного сотрудничества на региональном, международном и национальном уровне. ЦГРМКО рекомендует принимать во внимание оба подхода и стремиться к балансу между эффективностью и равенством.

А. Проект по «спаренным участкам»

50. Для получения научных доказательств наличия взаимосвязей между загрязнением воздуха на местном и региональном уровнях и описания их характеристик Целевая группа по измерениям и моделированию в 2017 году утвердила новый проект – проект «спаренных участков». Его целью является анализ данных, полученных на станциях мониторинга и с помощью экспериментального моделирования.

51. Проведение мониторинга координируется национальными экспертами из Испании; в нем задействованы объединенные в «тройки» городские/пригородные/фоновые станции мониторинга в Германии, Испании, Нидерландах, Франции и Швейцарии.

52. Есть несколько средств моделирования и ряд различных подходов к нему. Разработанная Центром по разработке моделей для комплексной оценки методология для модели взаимодействия и синергии между парниковыми газами и загрязнением воздуха (GAINS) может использоваться для оценки местного/неместного вклада в загрязнение воздуха. Кроме того, французские эксперты исследовали возможность определять наблюдаемые городские/сельские градиенты общей концентрации PM_{10} и отдельных химических веществ, анализируемых в рамках проекта по «спаренным участкам» с помощью модели ЕМЕП и применимых к разным масштабам моделей переноса химических веществ.

53. Эксперты из Испании провели оценку вклада местных/неместных источников загрязнения в качество воздуха в городах, опираясь на наблюдения по «спаренным участкам» и соответствующую методологию. Данный подход основан на использовании инкрементального метода (так называемого подхода Леншоу) для факторизации положительных матриц (PMF) химического состава вещества аэрозольных частиц. Этот подход был применен к данным наблюдений, произведенных на сдвоенных или строенных станциях в Германии, Испании, Нидерландах, Франции и Швейцарии. В целом увеличение загрязнения в городах колеблется в пределах 18–35%, что свидетельствует о значительном вкладе загрязнения воздуха на большие расстояния в загрязнение воздуха даже в городских районах. Выводы, сделанные по итогам проекта «спаренных участков», будут опубликованы в 2019 году.

54. МСЦ–Восток на основе моделей произвел оценку загрязнения тяжелыми металлами и CO_3 в странах ЕМЕП. В результате оперативного моделирования была получена информация о концентрациях, осаждении и трансграничном переносе Pb,

Cd, Hg, ПАУ, ПХДД/Ф, ПХД и ГХБ. Кроме того, в качестве поддержки Рабочей группы по воздействию были подготовлены дополнительные информационные материалы, в том числе об осадениях в конкретных экосистемах, атмосферных нагрузках на водосборные бассейны и т. д.

55. Исследовательские мероприятия были проведены в соответствии с приоритетами, определенными в долгосрочной стратегии для Конвенции. В частности, были проведены тестирование и оценка нового механизма фоторедукции Hg в атмосфере. Кроме того, в рамках странового исследования для Германии был начат процесс перевода данных о загрязнении тяжелыми металлами в более мелкий масштаб – с регионального на национальный уровень. В тесном сотрудничестве с национальными экспертами из Испании и Франции продолжилось проведение оценки основных процессов, связанных с бензо(а)пиреном, – разложения и разделения газовых частиц. Был начат анализ погрешностей, возникающих при моделировании и связанных с накоплением ГХБ в средах и его реэмиграцией в атмосферу.

56. МСЦ–Восток внес вклад также в работу Целевой группы по технико-экономическим вопросам, направленную на содействие ратификации протоколов к Конвенции странами Восточной Европы, Кавказа и Центральной Азии. Особое внимание было уделено сотрудничеству с международными организациями, в том числе АМАП, Стокгольмской конвенцией, Минаматской конвенцией, ХЕЛКОМ и другие.

В. Перенос загрязнения воздуха в масштабах полушария

57. Целевая группа по переносу загрязнения воздуха в масштабах полушария опубликовала специальный выпуск журнала «Атмосферик кемистри энд физикс»²², в который вошло 48 статей, основанных на результатах недавних глобальных и региональных модельных экспериментов по озону и тонкодисперсным частицам, которые были проведены при взаимодействии с Международной инициативой по оценке моделей качества воздуха и Исследованием по взаимному сопоставлению моделей для Азии. Авторами статей стали специалисты из государств – Сторон Конвенции, а также из Индии, Китая, Южной Кореи и Японии.

58. Выводы, недавно полученные Целевой группой по переносу загрязнения воздуха в масштабах полушария, подтверждают результаты проведенного ранее анализа, который показал, что чувствительность годовых уровней озона в Европе к изменениям в выбросах, происходящим за пределами Европы, равна или превышает чувствительность к изменениям выбросов, происходящим внутри Европы. Вместе с тем самые последние результаты свидетельствуют о том, что чувствительность к озону варьируется от метрики к метрике: так, данные по суммарным часовым концентрациям свыше 35 млрд⁻¹ (SOMO35), имеющие значение для оценки воздействия на здоровье человека, показывают меньшую, чем среднегодовые показатели, чувствительность к выбросам за пределами Европы. Кроме того, чувствительность концентраций озона в региональных моделях зависит от пограничных условий, используемых для оценки переноса озона в региональную область в свободной тропосфере (т. е. выше смешанного слоя). Для совершенствования оценки глобальных моделей необходимы дальнейшие исследования, которые позволят определить пограничные условия региональных моделей.

²² https://www.atmos-chem-phys.net/special_issue390.html.