



**ЭКОНОМИЧЕСКИЙ  
И СОЦИАЛЬНЫЙ СОВЕТ**

Distr.  
GENERAL

EB.AIR/WG.1/2004/14/Rev.1  
21 September 2004

RUSSIAN  
Original: ENGLISH

**ЕВРОПЕЙСКАЯ ЭКОНОМИЧЕСКАЯ КОМИССИЯ**

ИСПОЛНИТЕЛЬНЫЙ ОРГАН ПО КОНВЕНЦИИ  
О ТРАНСГРАНИЧНОМ ЗАГРЯЗНЕНИИ ВОЗДУХА  
НА БОЛЬШИЕ РАССТОЯНИЯ

Рабочая группа по воздействию  
(Двадцать третья сессия, Женева, 1-3 сентября 2004 года)  
Пункт 6 предварительной повестки дня

**РЕЗЮМЕ ОСНОВНОГО ДОКЛАДА ПО ОБЗОРУ И ОЦЕНКЕ ВОЗДЕЙСТВИЯ  
ЗАГРЯЗНЕНИЯ ВОЗДУХА И ЕГО ЗАРЕГИСТРИРОВАННЫХ ТЕНДЕНЦИЙ  
ЗА 2004 ГОД**

Доклад Президиума Рабочей группы по воздействию, подготовленный  
при помощи консультанта и в сотрудничестве с секретариатом

**Введение**

1. На своей восемнадцатой сессии Исполнительный орган постановил начать подготовку основного доклада по обзору и оценке нынешнего воздействия загрязнения воздуха и его зарегистрированных тенденций за 2004 год (ECE/EB.AIR/71, приложение IV, раздел 3.1.2). На своей двадцатой сессии Рабочая группа по воздействию утвердила в принципе проект плана этого доклада (EB.AIR/WG.1/2001/3, приложение VIII

Документы, подготовленные под руководством или по просьбе Исполнительного органа по Конвенции о трансграничном загрязнении воздуха на большие расстояния и предназначенные для ОБЩЕГО распространения, следует рассматривать в качестве предварительных до их УТВЕРЖДЕНИЯ Исполнительным органом.

с поправками). На своей двадцать первой сессии Рабочая группа утвердила аннотированный план основного доклада (EB.AIR/WG.1/2002/5 с поправками) и просила свой Президиум продолжить организацию этой деятельности (EB.AIR/WG.1/2002/2, пункт 54). В соответствии с планом работы по осуществлению Конвенции на 2003 год, принятым Исполнительным органом на его двадцатой сессии, проект основного доклада за 2004 год должен был быть представлен Рабочей группе по воздействию на ее двадцать второй сессии (ECE/EB.AIR/77/Add.2, раздел 3.1.2). На своей двадцать второй сессии Рабочая группа по воздействию (EB.AIR/WG.1/2003/2, пункт 51) утвердила проект основного доклада за 2004 год, кратко изложенный в документе EB.AIR/WG.1/2003/3/Add.1, с учетом предложенных поправок и постановила представить его Исполнительному органу в целях его информирования. Она также постановила, что Президиуму в сотрудничестве с секретариатом следует принять необходимые меры для обеспечения того, чтобы этот доклад был подготовлен и опубликован до двадцать третьей сессии Рабочей группы и наступления двадцать пятой годовщины со дня принятия Конвенции.

2. Президиум Рабочей группы по воздействию координировал заключительный этап подготовки основного доклада и его резюме, представленного ниже, в тесном сотрудничестве с Международными совместными программами (МСП) и Целевой группой по аспектам воздействия загрязнения воздуха на здоровье человека и при содействии со стороны консультанта г-на Дж. Фенека и секретариата.

3. На своей двадцать третьей сессии Рабочая группа по воздействию утвердила основной доклад по обзору и оценке воздействия загрязнения воздуха и его зарегистрированных тенденций за 2004 год с внесенными поправками и просила представить его Исполнительному органу (только на английском языке). Она также внесла поправки в резюме доклада, утвердила его и решила представить пересмотренный вариант Исполнительному органу.

## **I. ИНФОРМАЦИЯ ОБЩЕГО ХАРАКТЕРА**

4. История событий, которые привели к принятию Конвенции о трансграничном загрязнении воздуха на большие расстояния, началась в 60-х годах, когда впервые ученые высказали предположение о наличии связей между выбросами серы на территории Европы и подкислением скандинавских озер. Эти связи стали более отчетливо проявляться в 1970-х годах, когда имеющиеся данные во все большей степени свидетельствовали о том, что загрязнители могут переноситься за сотни километров от места их выброса и воздействовать на качество воздуха и экосистемы вдали от своего источника выбросов. Конвенция стала первым многосторонним договором,

направленным на защиту окружающей среды от все возрастающей угрозы, которую несут с собой кислотное осаждение и фотохимический смог. Она была принята в 1979 году и вступила в силу 1983 году. Затем были приняты восемь протоколов, в которых конкретно оговариваются дальнейшие обязательства правительств в области ограничения уровней загрязнения воздуха.

5. Необходимость надежного научного обоснования будущих решений в области ограничения уровней загрязнения воздуха была полностью признана в момент принятия Конвенции. В результате:

а) Совместная программа наблюдения и оценки распространения загрязнителей воздуха на большие расстояния в Европе (ЕМЕП) была признана в рамках текста самой Конвенции; и

б) в апреле 1983 года была учреждена Рабочая группа по воздействию с целью изучения воздействия соединений серы и других основных загрязнителей воздуха на здоровье человека и окружающую среду.

6. В начальный период после принятия Конвенции обсуждения вопросов, касающихся ущерба, наносимого загрязнением воздуха лесам и пресным водам, а также вредного воздействия на материалы и здоровье человека, выступали в качестве движущей силы для дальнейших действий и разработки первых протоколов. Под эгидой Рабочей группы по воздействию были учреждены Международные совместные программы (МСП) с целью проведения более подробных исследований и организации долгосрочного мониторинга затронутых воздействием экосистем и материалов. В настоящее время действуют шесть МСП, каждая из которых возглавляется конкретной страной и деятельность которых организуется целевой группой и обслуживается международным программным центром, а также Целевая группа по аспектам воздействия загрязнения воздуха на здоровье человека, совместно учрежденная Всемирной организацией здравоохранения (ВОЗ) и Исполнительным органом по Конвенции. Их научная деятельность осуществляется параллельно с работой ЕМЕП в области атмосферных наук и деятельностью Рабочей группы по стратегиям и обзору, касающейся потенциальных потребностей в отношении обзора и пересмотра существующих протоколов или подготовки новых протоколов.

7. Цель настоящего доклада заключается в представлении оценки нынешнего воздействия загрязнения воздуха и его зарегистрированных тенденций на основе, преимущественно, долгосрочных результатов деятельности МСП и Целевой группы по аспектам воздействия на здоровье человека, действующей под эгидой Рабочей группы по воздействию. Данный доклад имеет своей целью представить Исполнительному органу

краткие и оцененные данные и информацию, основывающиеся на воздействии и необходимые для предстоящего обзора протоколов к Конвенции.

## **II. ЭВОЛЮЦИЯ СВЯЗАННОЙ С ВОЗДЕЙСТВИЕМ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ПО КОНВЕНЦИИ**

8. Хотя воздействие загрязнения воздуха всегда являлось главным соображением в ходе разработки протоколов, первые протоколы не основывались на использовании параметров воздействия для определения обязательств Сторон в области сокращения уровней выбросов. Например, в рамках Протокола по сере 1985 года был принят единообразный подход: он предусматривает обязательства Сторон по сокращению их годовых выбросов серы на 30%. В рамках Протокола по окислам азота 1988 года предусматривается использование широкого круга различных мер. Стороны будут ограничивать свои выбросы оксидов азота и применять наилучшие имеющиеся методы в отношении крупных новых источников.

9. В середине 80-х годов МСП на основе существовавших национальных программ создали широкомасштабные совместные сети мониторинга, которые обеспечили возможность для получения на систематической основе данных наблюдений и позволили изучать особенности воздействия загрязнения воздуха на различные рецепторы.

10. Наличие возможностей в отношении более непосредственного использования параметров воздействия для установления целевых показателей выбросов впервые было признано в Протоколе по окислам азота 1988 года. В статье 2 Протокола говорится, что дальнейшие меры "по сокращению национальных годовых выбросов окислов азота" должны приниматься с учетом "международно признанных величин критических нагрузок", т.е. таких уровней осадения, ниже которых вредное воздействие на различные экосистемы не наблюдается согласно нынешней совокупности знаний.

11. Для установления критических нагрузок потребовались значительные усилия. В конце 80-х и 90-х годах было проведено большое число научных рабочих совещаний и других совещаний экспертов, в ходе которых устанавливались рецепторы и пороговые уровни загрязнения. Было разработано справочное руководство, которое Стороны использовали в ходе согласованного применения рекомендованных методов расчета и составления карт критических нагрузок. Каждая Сторона несла ответственность за сбор данных по своим странам.

12. В конечном итоге были определены значения критических нагрузок кислотности для лесных почв и поверхностных вод и были составлены их карты и карты их превышения (т.е. карты осадения, превышающего критические нагрузки). На основе моделей для

комплексной оценки целевая группа, действовавшая под эгидой Рабочей группы по стратегиям, оценила результаты, полученные с помощью моделей для комплексной оценки, путем использования данных о критических нагрузках в сочетании с метеорологической информацией, данными о выбросах и данными о расходах, связанных с борьбой с выбросами. Она подготовила ряд сценариев сокращения выбросов в целях содействия проведению переговоров по Протоколу относительно дальнейшего сокращения выбросов серы 1994 года.

13. Протокол по сере 1994 года стал первым основывающимся на воздействии правовым документом, в котором устанавливались уровни ограничения выбросов загрязнителей воздуха в интересах достижения требуемой степени защиты окружающей среды при наименьших затратах для соответствующих стран. В отличие от предыдущих протоколов в нем учитывается способность окружающей среды выдерживать воздействие определенных уровней загрязнения, а для каждой страны устанавливались различные целевые показатели сокращения выбросов в форме пороговых уровней выбросов.

14. В дальнейшем было составлено соответствующее описание превышения критических уровней кислотности (избыточное осаждение свыше критических нагрузок), которое позволило сочетать уровни осаждения серы и азота. Были также определены критические нагрузки для эвтрофицирующего воздействия азота на экосистемы суши. Таким образом, с помощью концепции критических нагрузок обеспечивался одновременный учет подкисляющего и эвтрофицирующего воздействия. Кроме того, были установлены критические уровни озона для защиты здоровья человека и растений.

15. Впоследствии основывающийся на воздействии подход использовался в отношении Гётеборгского протокола 1999 года, т.е. протокола, учитывающего многообразие загрязнителей и видов их воздействия. В этом протоколе обеспечивается одновременный учет таких аспектов, как подкисление, эвтрофикация и приземной озон, путем установления потолочных значений выбросов для четырех загрязнителей: серы, оксидов азота ( $\text{NO}_x$ ), аммиака и летучих органических соединений (ЛОС).

16. В 1998 году были приняты два протокола к Конвенции, в которых рассматривались загрязнители воздуха, не охваченные предыдущими протоколами. В Протоколе по тяжелым металлам 1998 года рассматриваются экологические соображения, связанные с переносом тяжелых металлов на большие расстояния. В его рамках основное внимание на первоначальном этапе уделяется кадмию, свинцу и ртути, однако в нем также содержатся положения относительно будущего включения, если это окажется необходимым, других металлов. Данный протокол имеет своей целью ограничить выбросы трех приоритетных металлов из промышленных источников, а также их выбросов, образующихся в процессах

горения и при сжигании отходов. Протокол по стойким органическим загрязнителям (СОЗ) 1998 года имеет своей целью ограничить выбросы в окружающую среду ряда пестицидов, промышленных химических продуктов (таких, как ПХД) или веществ (таких, как диоксины), естественно образующихся при сжигании отходов и в процессах горения. В Протоколе перечисляются 16 веществ и содержатся положения, предусматривающие возможность добавления соответствующих веществ или изменения нынешних обязательств по мере получения новой информации. Ни в одном из этих двух протоколов не используется основывающийся на воздействии подход, однако в настоящее время проводится соответствующая деятельность по определению возможности использования подхода на основе критических нагрузок в отношении некоторых тяжелых металлов.

### **III. НЫНЕШНЕЕ ПОЛОЖЕНИЕ ДЕЛ И ТЕНДЕНЦИИ**

#### **A. Воздействие загрязнения воздуха на здоровье человека**

17. Имеется значительная совокупность данных, свидетельствующих о том, что воздействие загрязнения воздуха даже при уровнях, обычно отмечаемых в настоящее время в европейских странах, приводит к возникновению неблагоприятных последствий для здоровья человека. В частности, было установлено, что воздействие таких загрязнителей, как твердые частицы (ТЧ) и озон, приводит к увеличению числа случаев госпитализации пациентов с сердечно-сосудистыми и респираторными заболеваниями и смертных случаев во многих городах Европы и на других континентах. Согласно оценкам ВОЗ, сделанным в 2002 году, около 100 000 человек ежегодно умирают в результате долгосрочного воздействия загрязнения воздуха в Европе.

##### **1. Твердые частицы**

18. Существуют веские доказательства, позволяющие сделать вывод о том, что тонкодисперсные частицы (обычно определяемые как твердые частицы с размером <2,5 мкм, ТЧ<sub>2,5</sub>) являются более опасными по сравнению с крупными (крупнодисперсными частицами) с точки зрения смертности и возникновения сердечно-сосудистых и респираторных заболеваний. Существуют тесные связи между воздействием тонкодисперсных частиц и смертностью и другими последствиями, такими, как госпитализация в связи с сердечно-легочными заболеваниями. В связи с последствиями воздействия крупнодисперсных частиц на здоровье человека также выражается серьезная озабоченность, оправдывающая необходимость установления контроля за ними.

19. Эпидемиологические исследования крупных групп населения не позволили идентифицировать пороговый уровень, ниже которого концентрации ТЧ в атмосферном

воздухе являлись бы безвредными для здоровья человека. Даже на самом низком пределе наблюдаемого диапазона концентраций ТЧ<sub>2,5</sub> некоторые наиболее восприимчивые к воздействию лица будут находиться под угрозой риска.

20. Было установлено, что к числу характеристик, повышающих степень токсичности частиц, относятся содержание металлов, присутствие полиароматических углеводородов (ПАУ), других органических компонентов и размерных фракций частиц - как тонкодисперсных (<2,5 мкм), так и экстремально мелких (<0,1 мкм). Однако Целевая группа по аспектам воздействия на здоровье человека сделала вывод о невозможности количественного определения на данном этапе относительной роли, которую играют основные компоненты ТЧ в воздействии на здоровье человека.

## 2. Озон

21. Проведенные в последнее время эпидемиологические исследования позволили получить дополнительные данные, подтверждающие опасность краткосрочного воздействия озона для смертности и заболеваемости респираторными заболеваниями. Кроме того, долгосрочное воздействие озона имеет также свои последствия, например такие, как замедленное развитие легочной функции у детей.

22. Данные, полученные в рамках краткосрочных эпидемиологических исследований, являются недостаточными для определения пороговых концентраций озона на уровне населения. Долгосрочные исследования также не позволяют установить пороговый уровень.

## 3. Тяжелые металлы

23. Целевая группа по аспектам воздействия на здоровье человека изучила информацию об источниках, химических свойствах и пространственном распределении загрязнения, вызываемого кадмием, свинцом и ртутью, и оценила их возможное воздействие на здоровье человека в Европе.

24. Пищевые продукты являются основным источником воздействия кадмия на население в целом, и через них происходит поступление около 99% общего объема кадмия в организм некурящих. Почки и кости подвергаются наибольшей опасности в результате хронического воздействия кадмия на окружающую среду. Существуют веские доказательства того, что кадмий, хотя уровень его атмосферного осаждения является относительно низким в сравнении с объемом его нынешнего содержания в окружающей среде, накапливается в почве, особенно в пахотной почве, и водосборных бассейнах при

некоторых экологических условиях, в результате чего увеличивается опасность его будущего воздействия через пищевую цепь.

25. Почва и пыль являются значительными источниками воздействия свинца, в особенности на молодых детей. Дети являются группой населения, которой грозит наибольшая опасность возможного воздействия свинца на процесс развития нервно-поведенческих функций. Потребление пищевых продуктов является основным каналом воздействия на все группы населения, хотя нынешний уровень экологического воздействия свинца может считаться относительно безопасным для взрослых. Имеющиеся в настоящее время данные об атмосферных концентрациях свинца и оценки суточного потребления свинца в составе пищевых продуктов свидетельствуют о наличии тенденции к уменьшению экологического воздействия свинца, в частности в странах, где в бензине уже не содержится свинца.

26. Трансграничный перенос антропогенной ртути на большие расстояния в значительной степени повышает концентрации ртути в окружающей среде. С одной стороны, количественная оценка опасности воздействия ртути на пищевые продукты в результате осаждения ртути в почву связана с большими трудностями. С другой стороны, имеются убедительные доказательства того, что ртуть накапливается в органических слоях почвы: это приводит к возрастанию опасности метилирования и поступлению ртути в поверхностные воды. Во многих странах содержание ртути в рыбе часто превышает рекомендованные предельные уровни.

#### 4. Стойкие органические загрязнители

27. Целевая группа по аспектам воздействия на здоровье человека рассмотрела виды опасности, которые представляют собой СОЗ для здоровья человека, и установила те, перенос которых на большие расстояния играет значительную роль в воздействии и опасности для здоровья человека. Кроме того, Целевая группа провела краткую оценку опасности в отношении различных СОЗ и установила основные пробелы в информации, необходимой для оценки риска.

### **В. Воздействие загрязнения воздуха на экосистемы**

#### 1. Поверхностные воды

28. Что касается поверхностных вод, то конечной целью программ ограничения выбросов является обеспечение биологического восстановления или возвращения чувствительных к воздействию видов, которые исчезли в ходе подкисления. Это



происходит только тогда, когда качество вод является достаточно хорошим. Это является одной из причин, оправдывающих необходимость уделения в рамках МСП по водам основного внимания химическим данным. Другая причина заключается в том, что данные о химическом составе вод являются гораздо более доступными, чем биологические данные. Тем не менее необходимо также располагать биологическими данными, поскольку экосистемы могут не возвращаться в ранее существовавшее состояние, а эти данные будут отражать нынешнее физическое, химическое биологическое состояние окружающей среды.

29. Наиболее важный вывод, сделанный в ходе регионального анализа тенденций, проведенного МСП по водам, заключается в том, что в озерах и водотоках на территории всей Европы и Северной Америки отмечается практически повсеместное уменьшение концентраций сульфатов. Эти результаты, основывающиеся на анализе данных за 15-летний период, со всей очевидностью свидетельствуют о преимуществах сокращения выбросов  $\text{SO}_2$  для окружающей среды. В отличие от сульфатов изменения в концентрации нитратов являются незначительными. Менее чем в половине регионов наблюдаются значительные региональные тенденции: как возрастающие, так и убывающие. В итоге уменьшение концентрации сульфатов и незначительные изменения в концентрациях нитратов приводят к тому, что степень кислотности поверхностных вод в целом уменьшается.

30. До настоящего времени наличие биологической ответной реакции на уменьшение степени подкисления поверхностных вод отчетливо не отмечалось на всей территории региона. Признаки восстановления наблюдаются в отношении беспозвоночных в скандинавских странах и в канадских озерах, ранее затронутых крупным местным источником выбросов, в то время как на большинстве подкисленных участков Центральной Европы степень улучшения качества вод пока еще не достигла такого уровня, при котором можно обнаружить широкораспространенные последствия для биологического развития.

31. Перспективные оценки, сделанные с помощью статических и динамических моделей, свидетельствуют о том, что химический состав поверхностных вод будет и далее улучшаться. Результаты сопоставления уровней азотного и серного осаждения в 1990 году с критическими нагрузками кислотности на 72 европейских участках МСП по водам свидетельствуют о том, что на 51 из этих участков они превышались. Осуществление нынешних планов действий по сокращению выбросов позволит уменьшить до 32 число участков, на которых, как ожидается, критические нагрузки будут превышать в 2010 году. Перспективные оценки, сделанные с помощью динамических

моделей, свидетельствуют о том, что процесс восстановления будет протекать различными темпами в зависимости от конкретных участков.

32. Особую озабоченность по-прежнему вызывает осаждение азота. На около половины участков МСП по водам отмечается высокая степень насыщенности азотом. Меры, принимаемые в рамках Гётеборгского протокола 1999 года, позволят замедлить этот процесс, однако азот и далее будет накапливаться в экосистемах суши, в результате чего опасность насыщения азотом увеличится в долгосрочной перспективе.

## 2. Леса

33. На протяжении более чем двух десятилетий состояние европейских лесов ухудшается. Результаты исследований, проведенных в начале 80-х годов, свидетельствовали о широкомасштабном ущербе, нанесенном лесам на территории всей Европы. В то время появившиеся в средствах массовой информации сообщения о прогнозируемой широкомасштабной гибели лесов в результате воздействия загрязнения воздуха вызвали серьезную озабоченность среди широкой общественности. Проводившиеся впоследствии на протяжении более чем двух десятилетий исследования в области ущерба, наносимого лесам, и на протяжении 17 лет исследования по мониторингу состояния лесов в Европе позволили составить более дифференцированное мнение; наблюдаемый в настоящее время ущерб, наносимый лесам, объясняется синергическим воздействием широкого круга природных и антропогенных факторов, при этом загрязнение воздуха создает условия для нанесения ущерба, играет соответствующую роль в этом процессе и вызывает его на местном уровне.

34. Дефолиация используется в качестве показателя для широкого круга экологических факторов, воздействующих на жизнеспособность деревьев. Результаты оценки тенденций изменения состояния кроны деревьев, проводившей в период с 1986 года на около 6 000 опытных участках программы уровня I (широкомасштабный мониторинг) в рамках МСП по лесам, со всей очевидностью свидетельствуют об общем повышении степени дефолиации. После кратковременного восстановления, отмечавшегося в последние годы, в настоящее время, как представляется, состояние кроны деревьев вновь начало ухудшаться. Однако эта общая тенденция характеризуется значительными пространственными и временными вариациями.

35. Хроническое избыточное поступление азота в лесные экосистемы приводит к возникновению дисбаланса питательных веществ, который в свою очередь повышает степень чувствительности растений к воздействию климатических факторов, таких, как заморозки или засуха, и восприимчивости к поражению вредителями. Приблизительно на

половине из 109 участков уровня II МСП по лесам отмечается дисбаланс питательных веществ. Эти участки являются частью сети интенсивного мониторинга уровня II МСП по лесам, состоящей из 860 участков, однако не на всех из этих участках имеется полная информация, необходимая для проведения проверки на предмет наличия дисбаланса питательных веществ. Эти результаты согласуются с результатами исследования по моделированию на около 230 участках уровня II МСП по лесам, в котором делается вывод о том, что на 45% участков уровень азотного осаждения достаточен для того, чтобы вызвать появление дисбаланса питательных веществ. В этом же исследовании делается вывод о том, что азотное осаждение на 92% участков достигло такого уровня, что азот и далее будет накапливаться в почве, в результате чего в долгосрочной перспективе в экосистемах будет отмечаться насыщение азотом.

### 3. Растительность

36. Полевые обследования и биоиндикаторные исследования предоставили важные экспериментальные данные для обоснования значимости озона в качестве фитотоксичного загрязнителя в масштабах Европы. С 1994 года в рамках МСП по растительности осуществляется мониторинг частотности случаев озонового повреждения видов, чувствительных к воздействию озона, в течение каждого весеннего и летнего периода. Повреждения, наносимые озоном, регистрировались на каждом участке в сети из 35 участков на территории всей Европы и на двух участках в Соединенных Штатах в течение большинства годовых периодов и несколько раз в году на многих из этих участков. Повреждения, наносимые озоном, были также обнаружены на листовой поверхности более чем 20 сельскохозяйственных и плодовых культур, в том числе на салате, цикории и шпинате: повреждения, наносимые листовой поверхности этих сельскохозяйственных культур, приводят к уменьшению их коммерческой стоимости. На многих участках биомониторинга МСП по растительности было также обнаружено сокращение биомассы чувствительного биотипа белого клевера, соотносительное с потерей биомассы стойкого биотипа. Не было зарегистрировано каких-либо тенденций изменения числа случаев нанесения ущерба или изменения биомассы, что, возможно, отражает значительные годовые вариации в загрязнении озоном.

37. В отношении сельскохозяйственных культур и лесных деревьев были разработаны индексы воздействия, которые обеспечивают более реалистическое биологическое представление воздействия озона на растения, чем индексы, которые основываются только на концентрации озона. В новых индексах воздействия обеспечивается учет влияния влажности на поглощение озона растениями. Этот аспект имеет важное значение, поскольку для какой-либо конкретной концентрации озона поглощение озона в сухом воздухе может быть значительно меньшим, чем для тех же самых растений,

подвергающихся воздействию озона в суточный период с высокой влажностью. Эти новые индексы используются также для совершенствования оценок критических уровней. В отличие от критических уровней, основывающихся на концентрациях, новые зависимости между урожайностью и поглощением озона могут использоваться для оценки потерь урожайности.

38. Результаты анализа содержания тяжелых металлов во мхах являются суррогатными и интегрированными по времени показателями, предназначенными для оценки пространственных структур осаждения тяжелых металлов из атмосферы в системы суши, при этом такой анализ является более простым и связан с меньшими затратами, чем традиционный анализ осадков. Обзор содержания тяжелых металлов во мхах, проводящийся в рамках МСП по растительности, позволяет получать данные о содержании десяти металлов (мышьяка, кадмия, хрома, меди, железа, свинца, ртути, никеля, ванадия, цинка) во мхах, произрастающих в естественных условиях на территории всей Европы. На подготовленных по итогам этого обзора картах отражено, что содержание металлов во мхах уменьшается в направлении с востока на запад: эта тенденция связана, в частности, с промышленными выбросами. Тот факт, что в районах, в которых отсутствуют современные промышленные предприятия, отмечаются достаточно высокие концентрации тяжелых металлов, объясняется тем, что в прошлом на их территории были расположены промышленные участки и шахты. Трансграничный перенос загрязнителей на большие расстояния, как представляется, объясняет тот факт, что в районах, в которых отсутствуют местные источники выбросов, отмечаются повышенные концентрации тяжелых металлов, таких, как свинец в южной части Скандинавии. Результаты предварительного сопоставления данных обзоров 1995 года и 2000/2001 годов свидетельствуют о том, что уровень содержания мышьяка, кадмия, свинца и ванадия во мхах в целом уменьшается.

#### 4. Комплексный мониторинг экосистем

39. Сеть МСП по комплексному мониторингу, состоящая из приблизительно 50 участков в Европе и одного участка в Канаде, была создана, в частности, с целью обеспечения понимания особенностей динамики и процессов экосистемных изменений и, соответственно, определения причин таких изменений. С ее помощью собираются входные данные для разработки, опробования и калибровки динамических моделей. Эти данные в случае их совместного использования с наборами данных, получаемых от других МСП, имеющих более значительный региональный охват, позволяют установить комплексную иерархическую структуру для оценки воздействия загрязнителей воздуха в европейском масштабе. Данные МСП по комплексному мониторингу используются для более качественного понимания особенностей подкисления, эвтрофикации и других

видов воздействия, связанных с азотом, а также круговорота и воздействия тяжелых металлов в экосистемах.

40. Результаты расчета балансов входящих и выходящих потоков, проведенного в отношении участков МСП по комплексному мониторингу, свидетельствуют о возможном накоплении или высвобождении серы, азота, катионов оснований и алюминия в экосистемах. Результаты расчетов, проведенных по 21 европейскому участку МСП по комплексному мониторингу, указывают на то, что почвы на этих участках восстанавливаются после имевшего место в прошлом поступления в них больших объемов серы, поскольку из почвы высвобождается больший объем сульфатов, чем объем сульфатов, поступающих в них в настоящее время. Результаты расчетов также документально подтверждают факт появления кислотности, связанной с осаждением, и круговорота азота на этих участках.

41. Наборы долгосрочных данных наблюдений на участках МСП по комплексному мониторингу использовались для оценки эффективности динамических моделей и для их совершенствования. Результаты моделирования, основывающегося на этих наборах данных, свидетельствуют о том, что возможности для восстановления качества почв и вод после подкисления определяются как уровнем сокращения выбросов, так и сроками, в течение которых достигается такое сокращение. В краткосрочной перспективе (менее чем 30 лет) установление более позднего целевого года для сокращения выбросов приводит к задержкам в восстановлении экосистем. Что касается восстановления экосистем в долгосрочной перспективе, то уровень сокращения выбросов играет более важную роль, чем сроки такого сокращения. По-прежнему требуется обеспечить дальнейшее развитие моделей в отношении ряда основных процессов, в частности, динамических процессов с участием азота и связей с изменением климата.

42. На протяжении многих десятилетий в крупных регионах Северной Америки и Европы отмечаются повышенные уровни осаждения соединений азота. Деятельность, проводящаяся на участках МСП по комплексному мониторингу, позволяет углублять наше понимание особенностей круговорота азота, а также обеспечивает совершенствование перспективных оценок долгосрочного воздействия хронического и избыточного осаждения азота.

### **С. Воздействие загрязнения воздуха на материалы**

43. Материалы, отбираемые для исследований, проводящихся в рамках МСП по материалам, являются репрезентативными как для технических материалов, так и для материалов, используемых в объектах культурного наследия. Они включают в себя

металлические материалы, камни, лакокрасочные покрытия, электроконтактные материалы, стекло и полимерные материалы.

44. Уменьшение скорости протекания процесса коррозии многих материалов, наблюдавшееся с 1987-1995 года на 39 участках, составило порядка 30-70%. Такое сокращение было вызвано, главным образом, уменьшением концентраций двуокиси серы в окружающем воздухе в течение того же самого периода времени. В прошлом этот загрязнитель выступал в качестве доминирующего фактора, вызывающего разрушение материалов и объектов культурного наследия. Последние данные свидетельствуют о том, что тенденция сокращения скорости коррозии уже не наблюдается, поскольку на все большем числе участков не отмечается какого-либо явного дальнейшего уменьшения темпов коррозии. Это объясняется тем, что коррозия вызывается не только действием  $\text{SO}_2$ , но и совокупности серных и азотных соединений, озона и твердых частиц. Эта ситуация объясняет также тот факт, что скорость коррозии в городских районах является значительно более высокой по сравнению с темпами коррозии в близлежащих сельских регионах. Например, скорость коррозии в центральной части Стокгольма приблизительно в три раза выше, чем на сельском участке в Аспвретене, расположенном в юго-восточном направлении на расстоянии в 80 км от Стокгольма.

45. В настоящее время функции "доза-реакция" за восьмилетний период времени, разработанные МСП по материалам, являются наилучшими имеющимися зависимостями, которые можно использовать в процедурах составления карт в национальном и европейском масштабах. Ряд стран использовали эти функции для подготовки карт, отражающих повышенную опасность коррозии материалов. Кроме того, был разработан подход, аналогичный подходу на основе критических уровней, с целью использования этих функций для установления целевых показателей выбросов. Например, были проведены соответствующие расчеты для определения того, какие уровни  $\text{SO}_2$  требуются для сохранения темпов коррозии, в полтора (или два) раза превышающих фоновую скорость коррозии. Итоговые "приемлемые уровни"  $\text{SO}_2$  для ряда материалов являются достаточно низкими в сравнении с критическими уровнями для большинства экосистем и здоровья человека.

46. Результаты тематических исследований свидетельствуют о том, что в результате атмосферного воздействия и, в особенности, выбросов подкисляющих загрязнителей в биосферу поступают значительные объемы некоторых металлов (например, меди и цинка). В странах, в которых имеются запасы материалов, подверженных риску, была проведена количественная оценка объема поступления металлов в окружающую среду.

**D. Моделирование и составление карт воздействия загрязнения  
воздуха и связанных с ним рисков**

47. Европейские базы данных о критических нагрузках и уровнях, использовавшихся для обоснования протоколов, основывающихся на воздействии, были подготовлены МСП по разработке моделей и составлению карт. Анализ уровней превышения, проведенный с помощью базы данных, использовавшейся для обоснования Гётеборгского протокола 1999 года, предполагает, что после осуществления протокола как уровни превышения, так и их географические масштабы будут значительно меньшими, чем в 1990 году, в отношении кислотности, но лишь несколько меньшими в отношении биогенного азота. Конечная цель, заключающаяся в обеспечении непревышения соответствующих уровней, не будет достигнута на большей части территории Европы.

48. В 2003/2004 годах были обновлены европейские базы данных о критических нагрузках кислотности и биогенного азота. Новые значения в целом не претерпели значительных изменений по сравнению со значениями, которые использовались в 1999 году. Однако новые карты степени превышения отражают более высокие остаточные уровни превышения в 2010 году, чем это ожидалось в соответствии с первоначальной оценкой по Гётеборгскому протоколу 1999 года. Эти уровни превышения объясняются, главным образом, такими факторами, как использование более совершенной модели осаджений ЕМЕП, более высокая степень разрешения в новых квадратах сетки ЕМЕП и использование уровней осадчения в привязке к конкретным экосистемам.

49. Обновление основывающихся на концентрациях критических уровней озона для сельскохозяйственных культур, полуестественной растительности и лесных деревьев и использование более реалистического биологического представления воздействия озона на сельскохозяйственные культуры также позволяет получить более совершенную оценку прогнозируемого превышения критических уровней озона после полномасштабного осуществления Протокола.

50. В 2003 году впервые было произведено расширение европейской базы данных о критических нагрузках кислотности, в которую были включены параметры, необходимые для разработки динамических моделей. Динамические модели позволяют получать информацию о временной задержке в причинении ущерба экосистемам или в их восстановлении в результате изменения уровней подкисляющего осадчения. В настоящее время подготовлена весьма простая динамическая модель, которую предлагается использовать в европейском масштабе. Первоначальные результаты проверки свидетельствуют о необходимости повышения ее эффективности на европейском уровне.

Для увязки динамических моделей с моделями для комплексной оценки требуется информация о "целевых годах", т.е. о сроках, в течение которых должны быть достигнуты экологические цели.

51. Ряд рабочих совещаний, проведенных в рамках Конвенции в течение последнего десятилетия, способствовали совершенствованию методологий установления критических предельных значений и критических нагрузок тяжелых металлов, в частности свинца, кадмия и ртути, для экосистем суши и водных экосистем. Результаты исследования, проведенного в 2002 году в ряде европейских стран, свидетельствуют о том, что цель, заключающаяся в подготовке карт критических нагрузок и уровней их превышения, отнюдь не является нереальной. После дальнейшего совершенствования методологии европейские карты критических нагрузок и уровней их превышения можно было бы подготовить к 2005 году.

#### **IV. ВЫВОДЫ**

52. Ниже излагаются основные выводы настоящего доклада:

- a) мониторинг экосистем суши и водных экосистем и коррозии материалов крайне необходим для того, чтобы доказать наличие широкомасштабного ущерба, наносимого загрязнением воздуха, и тенденций изменения воздействия в Европе и Северной Америке. Результаты недавних исследований по вопросам здоровья человека подтверждают наличие обширного воздействия загрязнителей воздуха;
- b) восстановление после ущерба, нанесенного подкислением, особенно явно подтверждается изменениями химического состава подкисленных озер и водотоков, а также сокращением степени коррозии многих материалов;
- c) признаки биологического восстановления были обнаружены в чувствительных к подкислению озерах и водотоках: об этом свидетельствует улучшение их химического состояния в результате уменьшения нагрузки подкисления;
- d) результаты расчетов свидетельствуют о том, что уровни осаждения, превышающие критические нагрузки подкисления, значительно сократились в Европе в результате уменьшения уровня выбросов;
- e) уровень осаждения биогенного азота по-прежнему превышает критические нагрузки эвтрофикации на территории крупных районов в Европе и создает опасность вредного воздействия, например потери биоразнообразия;



f) ущерб, наносимый озоном, отмечается на больших территориях и не характеризуется какими-либо временными тенденциями;

g) были обеспечены надежные научные основы для прогнозирования экологического воздействия путем использования данных мониторинга, моделей и зависимостей "доза-ответная реакция". В настоящее время разрабатываются более совершенные модели и методы, которые, как ожидается, будут способствовать проведению соответствующей политики в дальнейшем;

h) даже после реализации существующих протоколов по-прежнему будет отмечаться ряд проблем:

- i) Подкисление. Перспективные оценки, сделанные с помощью статических, а также динамических моделей, свидетельствуют о том, что для обеспечения защиты всех чувствительных к воздействию экосистем требуется принять дополнительные меры;
- ii) Эвтрофикация. На многих лесных участках отмечаются признаки возникновения дисбаланса питательных веществ и выщелачивания нитратов. Аналогичным образом на многих водных участках наблюдается высокая степень насыщения азотом. Планируемые уровни сокращения выбросов недостаточны для того, чтобы предупредить дальнейшее накопление азота;
- iii) Озон. Уровни озона, существующие в настоящее время во многих европейских и североамериканских городах, оказывают негативное воздействие на здоровье человека. Они продолжают оказывать негативное воздействие на растительность как в городских, так и в сельских районах. Материалы, включая объекты культурного наследия, корродируются быстрее в среде городских центров;
- iv) Твердые частицы: Существующие в настоящее время уровни твердых частиц оказывают неблагоприятное воздействие на здоровье человека. Эти частицы играют также свою роль в коррозии и загрязнении материалов в городских районах;
- v) Тяжелые металлы. Хотя выбросы свинца, кадмия и ртути были сокращены, эти металлы будут и далее накапливаться в почвах, а их

концентрации, как ожидается, достигнут таких уровней, при которых будет оказываться воздействие на биоту. Особое беспокойство вызывают уровни содержания кадмия в сельскохозяйственных почвах, а также ртути в рыбе с учетом их возможного воздействия на здоровье человека;

i) мероприятия, проводящиеся в рамках ориентированной на воздействие деятельности, обеспечили эффективный охват приоритетных вопросов, поднимаемых в Конвенции, однако для того, чтобы и в дальнейшем им уделялось основное внимание, требуется их постоянная переоценка;

j) основанный на воздействии подход ориентирован на использование экологических показателей для оценки уровней сокращения выбросов, необходимых для достижения требуемой степени охраны окружающей среды. Этот подход рассматривается в качестве эффективного способа для продолжения разработки политики по оптимизации уровней сокращения выбросов для достижения экологических целей при наименьших общих затратах;

k) использование показателей воздействия непосредственно в ходе разработки политики привело к налаживанию тесных связей между наукой и политикой и способствовало применению научных знаний в национальных и международных программах по сокращению уровней загрязнения;

l) участие Сторон в деятельности, проводимой в рамках ориентированных на воздействие программ, имеет важнейшее значение для их успешного осуществления, а нынешняя структура Конвенции способствует оценке и применению полученных результатов;

m) как ожидается, надежная научная основа ориентированных на воздействие программ позволит и далее совершенствовать перспективные оценки и окажет содействие процессу разработки дальнейшей политики.

## **V. ЗАДАЧИ**

53. Деятельность, проводимая в рамках Конвенции, получила широкое признание главным образом по той причине, что она осуществляется на основе наилучших имеющихся научных знаний. Оценка того, имеют ли желанный эффект меры по борьбе с загрязнением воздуха, требует неизменной приверженности делу долгосрочного мониторинга. Для обеспечения дальнейшего прогресса требуется предпринять усилия, в частности, в следующих областях:

а) в настоящее время последствия воздействия загрязнения воздуха для здоровья человека, являющиеся менее серьезными, чем смертность, такие, как заболевания или госпитализация, недостаточно точно количественно определены и описываются в рамках комплексной оценки. Для оценки воздействия озона на здоровье человека требуется международно сопоставимая информация о "фоновом" коэффициенте заболеваемости для Европы, которая в настоящее время отсутствует;

б) знания о том, какую роль отдельные компоненты ТЧ играют в воздействии на здоровье человека, являются ограниченными. Это может повышать степень неопределенности оценки воздействия и может отражаться на эффективности стратегий по сокращению уровней загрязнения. Поэтому в качестве ближайших задач для научных исследований следует считать такие аспекты, как обеспечение понимания воздействия различных компонентов ТЧ на здоровье человека и совершенствование моделей образования ТЧ и их эволюции в атмосфере;

с) существует ряд совокупных факторов, которые оказывают воздействие на химическое восстановление экосистем и вносят элементы неопределенности: десорбция и минерализация серы, процессы с участием катионов оснований и азота и последствия изменения климата. Для улучшения моделей требуется накопить более качественные знания об этих факторах;

д) с целью углубления понимания сущности геохимических процессов требуется уделить дополнительное внимание такому аспекту, как понимание сущности биологических процессов и биологического восстановления. Уже сейчас можно было бы разработать динамические модели процесса биологического восстановления после подкисления для отдельных групп организмов, однако в целом эти модели требуют дальнейшего интенсивного развития;

е) следует усовершенствовать наши знания о долгосрочном воздействии более значительного осаждения азота на репрезентативную совокупность водных экосистем и экосистем суши, включая знания о связях роста и дефолиации с осаждением азота и взаимосвязях между осаждением азота, стабильностью лесонасаждений и экосистем, структурой древостоя и биологическим разнообразием;

ф) в связи с необходимостью решения проблем, касающихся новых СОЗ, встанут дополнительные задачи, поскольку сведения об этих веществах являются скудными и разрозненными;

g) следует сократить степень неопределенности, касающейся воздействия на материалы в среде, в которой присутствует широкий круг загрязнителей;

h) нередко экологические проблемы, возникающие в связи с отдельными загрязнителями воздуха, являются взаимосвязанными. Общая оценка воздействия загрязнителей воздуха и других факторов стресса на окружающую среду и систематическое и сопоставимое объединение полученных результатов, например в рамках моделей для комплексной оценки, является одной из основных задач, стоящих перед научным сообществом, занимающимся изучением воздействия.

54. Следует и далее предпринимать международные научные усилия, осуществляемые под эгидой Конвенции, с целью решения поднимаемых в ней приоритетных вопросов. Эти усилия играют важную роль в развитии научных основ для деятельности в рамках Конвенции, и необходимо осуществлять мониторинг и оценку будущего прогресса, достигаемого в результате осуществления протоколов, а также представлять информацию для их обзора и возможного пересмотра. Именно в рамках международного сотрудничества и скоординированных усилий разрабатываются и принимаются инновационные подходы и создаются в масштабах всей Конвенции базы данных о воздействии загрязнителей воздуха. Сторонам рекомендуется продолжить свое участие путем осуществления их национальных научных программ, активного привлечения к этой деятельности их экспертов и оказания поддержки МСП и целевым группам, играющим жизненно важную роль в координации международных усилий. Стороны играют ключевую роль в развитии связанной с воздействием деятельности. Результаты этой деятельности непосредственно способствуют принятию решений в сфере проводимой политики и создают надежные основы для ее дальнейшего развития.

-----