ОРГАНИЗАЦИЯ ОБЪЕДИНЕННЫХ НАЦИЙ

E

ЭКОНОМИЧЕСКИЙ И СОЦИАЛЬНЫЙ СОВЕТ

Distr.
GENERAL

EB.AIR/WG.1/2003/6
17 June 2003

RUSSIAN
Original: ENGLISH

ЕВРОПЕЙСКАЯ ЭКОНОМИЧЕСКАЯ КОМИССИЯ

ИСПОЛНИТЕЛЬНЫЙ ОРГАН ПО КОНВЕНЦИИ
О ТРАНСГРАНИЧНОМ ЗАГРЯЗНЕНИИ ВОЗДУХА
НА БОЛЬШИЕ РАССТОЯНИЯ

Рабочая группа по воздействию
(Двадцать вторая сессия, Женева, 3-5 сентября 2003 года)
Пункт 4 b) предварительной повестки дня

ДОКЛАД ЗА ПЯТНАДЦАТИЛЕТНИЙ ПЕРИОД: ПОДКИСЛЕНИЕ ПОВЕРХНОСТНЫХ ВОД В ЕВРОПЕ И СЕВЕРНОЙ АМЕРИКЕ

Краткий доклад, подготовленный Программным центром Международной совместной программы по оценке и мониторингу подкисления рек и озер

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.

GE.03-31317 (R) 200803 270803

I. ВВЕДЕНИЕ

1. В докладе по результатам пятнадцатилетнего периода, подготовленном в рамках Международной совместной программы по оценке и мониторингу подкисления рек и озер (МСП по водам), представлены виды деятельности по программе за трехлетний период 1999-2001 годов. В течение этого периода в осуществлении одного или большего числа видов деятельности участвовали 23 страны. В докладе анализируются и обобщаются результаты работы, проделанной по таким направлениям, как i) тенденции изменения химического состава поверхностных вод в период 1990-2001 годов; ii) биологическое восстановление после подкисления; iii) динамическое моделирование состояния поверхностных вод; iv) содержание тяжелых металлов в поверхностных водах; и v) последующая работа.

II. ТЕНДЕНЦИИ ИЗМЕНЕНИЯ ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА ПОВЕРХНОСТНЫХ ВОД В ПЕРИОД 1990-2001 ГОДОВ

2. Одной из основных целей деятельности МСП по водам является оценка изменений в химическом составе поверхностных вод в зависимости от уменьшения содержания загрязняющих веществ в осаждениях. Наилучшим подтверждением того, что программы борьбы с выбросами дают необходимый эффект, могла бы стать устойчивая тенденция к восстановлению (уменьшение концентраций сульфатов и увеличение показателя pH и щелочности) на значительном количестве участков. По этой причине МСП по водам готовит доклады о тенденциях для совокупности участков МСП. Географические границы регионов, использованные в настоящем докладе, были сформированы с учетом достижения ряда целей. Самое главное, что была предпринята попытка сгруппировать участки, имеющие одинаковую чувствительность к подкислению (например, имеющие одинаковые геологические, почвенные характеристики и интенсивность осаждений). В ряде случаев, чтобы получить достаточные размеры выборок (т.е. количество участков), сгруппированные в регионы участки носили более гетерогенный характер по сравнению с идеальным случаем. Таким образом, перечень регионов составлялся на основе как научных, так и прагматических соображений в зависимости от имеющихся данных.

3. Наиболее важный вывод анализа региональных тенденций, впрочем как и других предшествовавших анализов данных (Stoddard et al. 1999, Skjelkvåle et al. 2001) заключается в почти повсеместном уменьшении концентраций сульфатов в озерах и малых реках по всей Европе и Северной Америке. Лишь в одном регионе в данном анализе не было обнаружено существенного сокращения концентраций сульфатов, причем в этом регионе (Блу-Ридж в Виргинии) в силу характеристик почвы едва ли можно было бы ожидать уменьшения концентраций сульфатов.

4. В менее 50% регионов МСП по водам была выявлена ярко выраженная региональная тенденция к сокращению концентрации нитратов, и только регион Альп обнаружил существенный рост. Сокращение региональных показателей по нитратам после примерно 1990 года было отмечено во всех регионах (Stoddard et al. 1999, Skjelkvåle et al. 2001), а поэтому их необходимо интерпретировать с осторожностью. Временной интервал, за который в докладе текущей программы были проанализированы данные, как и периоды предыдущих докладов, составляет порядка 10 лет. Долговременная реакция водосборных бассейнов на осаждения азота может проявляться на временно́м интервале в сотни, а не десятки лет. В 90-е годы (фактически в период 1990-2001 годов) на участках МСП по водам снижение концентрации нитратов было зарегистрировано в Адирондакских горах, Аппалачских горах и горах Блу-Ридж в штате Виргиния (все участки в Северной Америке), а увеличение концентраций нитратов наблюдалось в Альпах. Во всех других регионах на отдельных участках наблюдались как сокращение, так и увеличение концентрации нитратов, причем какой-либо выраженной региональной закономерности установлено не было.

5. Одна из предполагаемых реакций водосборных бассейнов на уменьшение содержания сульфатов проявляется в уменьшении концентраций обменных катионов (CaMg). Во всех проанализированных регионах наблюдалась определенная тенденция в сторону уменьшения концентраций CaMg. Одним из главных выводов предыдущих региональных оценок (Stoddard et al. 1999, Skjelkvåle et al. 2001) является более значительное по сравнению с предполагаемым сокращение содержания CaMg в некоторых регионах, особенно в Северной Америке. Если скорость снижения содержания CaMg равняется, или практически равняется темпу сокращения концентрации сульфатов и нитратов, то восстановления (повышение щелочности и показателя pH) не происходит. В европейских регионах скорость сокращения концентраций CaMg является умеренной (нередко незначительной) и всегда меньше, чем темпы сокращения концентраций сульфатов. Показатели снижения CaMg в Северной Америке в среднем выше, чем в Европе, а в некоторых случаях находятся в тех же пределах, что и показатели снижения концентраций сульфатов.

6. Уменьшение концентраций сульфатов и небольшое увеличение или снижение концентраций нитратов в сочетании с более умеренным снижением концентраций обменных катионов позволяют предположить восстановление щелочности (замеренной) или кислотно-нейтрализующего потенциала (КНП) (рассчитанного) и показателя pH. В Европе выделяются два региона, где зарегистрировано существенное увеличение щелочности и КНП (южная часть Северной Европы и восточная часть Центральной Европы). В одном регионе (в западной части Центральной Европы) не зарегистрировано регионального увеличения щелочности, несмотря на значительное уменьшение

концентраций сульфатов, хотя, как это ни парадоксально, КНП дает основания говорить о значительном восстановлении в этом регионе. В двух регионах (Соединенное Королевство и Ирландия, северная часть Северной Европы) отмечается тенденция, хотя и к незначительному, но повышению обеих переменных. Согласно полученным данным, в Альпах не отмечается существенного восстановления. В четырех регионах Северной Америки наблюдается значительное увеличение щелочности (Вермонт/Квебек, Адирондакские горы, Аппалачские горы и на севере Среднего Запада), причем в одном регионе не зарегистрировано каких-либо изменений (горы Блу-Ридж в штате Виргиния) и лишь в одном регионе МСП по водам, фигурирующее в настоящем анализе, отмечается дальнейшее существенное подкисление (Мэн/Атлантическое побережье Канады). Восстановление в Адирондакских горах и Аппалачиских горах, а также на севере Среднего Запада является важным показателем, поскольку ни в одном из этих регионов в предыдущих региональных анализах не было отмечено существенного улучшения (например, Stoddard et al. 1999, Skjelkvåle et al. 2001). Регион штата Мэн и атлантического побережья Канады является единственным регионом МСП по водам, в котором в 1990-е годы и начале 2000 годов отмечалось существенное подкисление. Оно происходит, несмотря на существенное (хотя и непродолжительное) сокращение концентрации сульфатов в поверхностных водах. Многие программные участки в этом регионе отличаются более значительным сокращением содержания обменных катионов, нежели сокращение показателей сульфатов.

7. Только в двух регионах отмечается значительное увеличение показателя pH (регионы южной части Северной Европы и Адирондакских гор), причем оба эти региона фигурируют среди трех регионов, в которых наблюдается наибольшее увеличение щелочности. Хотя можно прогнозировать более значительное улучшение показателей pH, важно отметить, что показатель pH относится к переменным, которые наиболее тяжело поддаются точному измерению в лабораторных условиях. Разброс результатов измерений еще больше затрудняет выявление зарождающихся тенденций, хотя во многих регионах наблюдаются тенденции, которые проявляют почти ярков выраженный характер.

8. Растворенный органический углерод (РОУ) представляет большой интерес для любого анализа восстановления поверхностных вод, поскольку он служит индикатором органической (природной) кислотности. Предыдущий доклад МСП по водам, посвященный намечающимся тенденциям (Skjelkvåle et al. 2000), был одним из первых документов, в котором отмечалось повсеместное увеличение концентраций РОУ, происходящее в настоящее время в Европе и Северной Америке. Во всех, за исключением одного из проанализированных в настоящем докладе регионах, отмечаются положительные скаты кривых РОУ, и почти во всех регионах был отмечен существенный рост. Увеличение концентраций РОУ на участках МСП по водам свидетельствует о том,

что концентрации органических кислот почти неизменно возрастают, в то время как концентрации неорганических кислот уменьшаются. Увеличение содержания РОУ, возможно, могло бы компенсировать примерно от 25% до 50% сокращения концентраций сульфатов, наблюдаемого в регионе МСП по водам.

III. БИОЛОГИЧЕСКОЕ ВОССТАНОВЛЕНИЕ ПОСЛЕ ПОДКИСЛЕНИЯ

9. За последние несколько десятилетий в Северной Европе и Северной Америке произошло существенное сокращение выбросов серы. В документах по поверхностным водам было отмечено крупномасштабное восстановление после подкисления. Данные о реакции организмов на сокращение подкисления поверхностных вод до настоящего времени отличались более значительным разбросом. МСП по водам проанализировала причину такого кажущегося отсутствия биологического восстановления. Она сконцентрировала внимание на наиболее важных факторах, определяющих биологическое восстановление в различных регионах и на возможных прогнозах, связанных с восстановлением химического состава. К числу важных проблем относятся:

a) улучшение гидрохимического состава еще не достигло уровня, необходимого для восстановления видов, чувствительных к подкислению (биологическое восстановление может начинаться только тогда, когда качество воды достигнет соответствующего показателя);

b) эпизоды, связанные с подкислением вод в результате таяния снега, осаждения морской соли и т.д. препятствуют устойчивому восстановлению и приводят к многократной реколонизации (появлению/исчезновению чувствительных видов);

c) проблемы, связанные с распространением чувствительных видов (факторы появления);

d) проблемы, связанные с взаимодействием/конкуренцией с другими видами (факторы выживания чувствительных видов);

e) механизмы распространения, на которые воздействуют такие характеристики водотока/озера, как размер, морфология, расстояние от убежища и т.д.;

f) распространение и реколонизация в зависимости от жизненного цикла и поведения (нерест, летающие насекомые, размер и т.д.);

g) что представляет собой биологическое восстановление? Означает ли оно уменьшение подкисления до уровня, при котором существовали сообщества видов, до подкисления, или развитие популяции, отражающее текущие химические и физические характеристики окружающей среды? На пути восстановления будут воздействовать глобальное потепление, эпизоды осаждения морской соли, засухи, изменение гидрологического режима и т.д., и все эти факторы необходимо проанализировать, чтобы понять процесс восстановления.

10. Гидрохимические данные состоят из замеренных химических концентраций, т.е. конкретных цифр, когда пределы обнаружения определяют значимый уровень анализа. Биологические данные менее точны и не позволяют так же точно обнаружить незначительные изменения.

11. Результаты, полученные МСП по водам, свидетельствуют о том, что во многих регионах в 1980-е годы отмечались начальные признаки восстановления химического состава воды и что в 1990-е годы скорость восстановления увеличилась. Интенсивность химического восстановления после подкисления варьировалась во времени, между регионами и между участками в границах регионов. К важным факторам относятся величина изменения осаждений, характеристики водосборных бассейнов, схемы землепользования и роль так называемых "смешанных" факторов. В целом получены убедительные доказательства того, что уменьшение содержания серы в осаждениях привело или в конечном итоге приведет к значительному улучшению гидрохимического состояния подкисленных поверхностных вод во всей Европе.

12. В озерах и реках Скандинавии и высокогорных районов с тонким слоем почвы зарегистрировано быстрое подкисление и быстрое химическое восстановление. Озера и реки, подвергшиеся мониторингу в Норвегии, имеют типичные характеристики. Улучшение химического состава вод должно быть быстрым, а биологическое восстановление должно было быстро начаться. Такие результаты были получены в этих районах (Raddum et al. 2001).

13. В регионах с мощными и старыми слоями почвы процесс подкисления поверхностных вод развивается медленнее в связи с высокой фиксацией серы и интенсивным катионным обменом. Подкисленные озера и водотоки в таких районах восстанавливаются медленнее (Центральная Европа, части территории Соединенного Королевства и части территории Швеции). В большинстве случаев неравномерное и нередко медленное биологическое восстановление чаще всего ассоциируется с этими регионами. Чувствительные организмы реагируют в зависимости от критических

нагрузок для видов и изменений качества воды, которое в большинстве случаев меняется мало. Восстановление чувствительных видов происходит скачками и не так равномерно, как химический состав воды. Поэтому должно произойти значительное изменение химического состава воды, чтобы можно было измерить биологическое восстановление. Таким образом, в этих районах можно ожидать ограниченное биологическое восстановление.

14. Появление исчезнувших чувствительных видов водоемах с восстановленным химическим составом будет меняться в зависимости от вида организма. Зоопланктон может развиваться из отложенных в донных отложениях икринок. Крылатые насекомые могут легко переноситься по воздуху, хотя важное значение будут иметь расстояние от мест обитания, летательная способность, продолжительность жизни и характер распространения. В текущих водах важным дополнительным механизмом распространения от исходного места обитания станет снос вниз по течению.

15. Восстановление биоты в озерах занимает больше времени и его труднее прогнозировать по сравнению с восстановлением речных биот (Yan et al. 2003 (в процессе подготовки)). Последствия конкуренции и истребления, особенно в том, что касается зоопланктона в озерах рыбами и беспозвоночными хищниками, затрудняет оценку восстановления. В текущих водах истребление беспозвоночных рыбами относительно невелико и его редко можно измерить. Появление и распространение видов было изучено в реке Аудна в южной части Норвегии, где качество воды восстановилось до уровня, приемлемого для большинства чувствительных к подкислению видов сразу же после известкования (Raddum and Fjellheim 2003). Повторное появление/появление чувствительных видов заняло от 2 до 10 лет. После появления различные чувствительные виды за пять лет распространились по всей подвергнувшейся известкованию полосе.

16. Известкование наталкивает на мысль о предполагаемом восстановлении беспозвоночных организмов после полностью восстановленного химического состава воды. Различия в химическом составе между известкованными и неизвесткованными частями реки Аудна иллюстрируют состояние химического восстановления в неизвесткованных частях этой реки. В этой части реки чувствительные виды составляли примерно одну треть от видов в ее известкованной части после 15 лет известкования. Это лишний раз подтверждает, что восстановление химического состава воды еще не достигло достаточного уровня для восстановления большинства чувствительных беспозвоночных животных.

17. Биологическое восстановление происходит тогда, когда вода имеет достаточно хорошее качество для восстановления чувствительной фауны. Поскольку все биологические сообщества находятся в динамическом состоянии, необходимо понять последовательность этапов экологического восстановления. Это предполагает, что состояние экологической системы едва ли может вернуться к предыдущему уровню, хотя всегда будет отражать текущие физико-химические и биологические характеристики окружающей среды.

IV. ДИНАМИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ В ПОВЕРХНОСТНЫХ ВОДАХ

18. Динамические модели позволяют определить критические нагрузки путем прогнозирования временного графика химического восстановления вследствие сокращения выбросов. Их также можно использовать для определения уровней осаждения, необходимых для достижения требуемого химического состава в границах определенного период времени и таким образом использовать в установлении будущих сокращений выбросов. Динамические модели могут содействовать реализации Конвенции в двух важных областях: во-первых, они могут дать оценку предполагаемого химического состава поверхностных вод в любое время в будущем в связи с осуществлением Гётеборгского протокола (оценка воздействия сокращения выбросов) и, во-вторых, их можно использовать для упрощения расчетов (оптимизации) дальнейших сокращений выбросов (вклад в процесс комплексного оценочного моделирования).

19. Как и после начала кислотного осаждения нанесение вреда биоте начиналось не сразу, так и восстановление после подкисления также будет происходить с задержкой. В цепочке событий от осаждения сильных кислот до нанесения вреда основным индикаторным организмам присутствуют два основных фактора, которые могут привести к временны́м задержкам. Биогеохимические процессы могут замедлять химические реакции в почве водосборных бассейнов и, таким образом, процессы в поверхностных водах и биологические процессы могут еще больше задержать реакцию индикаторных организмов, в частности вредное воздействие на рыб. В моделях, которые используются для определения критических нагрузок, рассматриваются только условия установившегося режима, в которых химическая и биологическая реакции на изменения в осаждениях проходят полный цикл. С другой стороны, в динамических моделях делается попытка подсчитать время, необходимое для установления нового (установившегося) режима. МСП по водам провела оценку возможностей и ограничений применения динамических моделей для более полного определения пределов и сроков процессов восстановления.

20. С учетом требований Конвенции были документально обоснованы и проверены четыре широко применяемые биогеохимические модели, которые достаточно просты, чтобы их можно было применять к региональному масштабу (Posch et al. 2003). В одной из этих моделей, а именно в модели MAGIC (Модель подкисления подземных вод в водосборных бассейнах) (Cosby et al. 1985a), упор делается на химический состав поверхностных вод, причем в целом она применяется в масштабах водосборных бассейнов. Модель MAGIC представляет собой модель промежуточной сложности с сосредоточенными параметрами, которая была разработана для прогнозирования долгосрочного воздействия кислотных осаждений на химический состав почв и поверхностных вод. Модель имитирует химический состав почвенного раствора и поверхностных вод для прогнозирования среднегодовых концентраций основных ионов в озерах и реках. Модель MAGIC усовершенствовалась и расширялась несколько раз по сравнению с первоначальным вариантом 1984 года и широко применялась и испытывалась на многих участках и во многих регионах мира (Cosby et al. 2001). Испытание модели включало сопоставление с данными многолетних наблюдений, сопоставление с результатами крупномасштабных экспериментальных исследований и сравнение с восстановленными результатами за предыдущие периоды с помощью палеолимнологических данных (диатомы). В целом модель оказалась устойчивой, надежной и полезной для целого ряда видов научной и природоохранной деятельности.

21. Региональная оценка реакции поверхностных вод на меры по реализации Гётеборгского протокола была проведена в рамках проекта Европейского союза "ВОССТАНОВЛЕНИЕ:2010" (Ferrier et al. 2001). Региональное моделирование воспроизводит параметры временны́х рядов для каждого из рассматриваемых участков, а их можно обобщить для получения данных для региональной реакции во времени.

22. С помощью динамических моделей в настоящее время можно оценить результаты сокращения выбросов, согласованного в соответствии с Гётеборгским протоколом. С их помощью также можно рассматривать вопрос о том, насколько нынешние соглашения способствуют необходимому изменению химического состава поверхностных вод в данный конкретный период времени и содействуют выявлению регионов, в которых может потребоваться дальнейшее сокращение, чтобы добиться конкретных целевых показателей в конкретные сроки. Если будет установлено, что целесообразно дальнейшее сокращение выбросов, то с помощью модели можно также определить уровень осаждений, который должен быть обеспечен в течение определенного времени, чтобы добиться конкретных целевых показателей химического состава в конкретный период. Такая возможность обеспечивает заметные преимущества перед концепцией критических нагрузок, с помощью которой можно лишь оценить осаждение, необходимое для того,

чтобы достичь конкретных целевых показателей химического состава в какой-то неопределенный момент времени в будущем, когда водная система достигнет равновесия с химическим составом осаждений. Для этого наверняка потребуется несколько десятков, а то и сотен лет.

23. Для применения всех математических моделей характерны некоторые неопределенности. Технические неопределенности в динамическом моделировании параметров поверхностных вод связаны с оценкой вводимых в модель параметров и параметров, полученных на основе данных наблюдений, они вызываются главным образом ошибками измерений и различиями как во времени, так и пространстве. Методологические неопределенности, в частности такие, как динамика азота, роль органического материала и климатическое воздействие, включая события, связанные с осаждениями морской соли, оценить еще труднее (Ferrier et al. 2001). Недостаточное научное понимание является важным фактором для этой категории неопределенностей, в частности ведется активное изучение вопросов, связанных с существующим в настоящее время недостаточным объяснением механизмов, определяющих попадание N из земных систем в водные системы, которое по-прежнему является главным источником неопределенностей в модельных прогнозах.

24. В последующую работу следует включить динамику биологического реагирования в процессе восстановления. Повсеместное улучшение качества поверхностных вод за последние 15-20 лет должно привести к биологическому восстановлению. Однако до настоящего времени в литературе зафиксировано немного примеров биологического восстановления. Причиной этому могут служить запаздывание реакции организмов, а также отсутствие необходимых долгосрочных данных в наблюдениях.

25. Применение модели MAGIC к тем районам Европы, в которых поверхностные воды считаются чувствительными к подкислению, зависит главным образом от наличия данных о химическом составе почв и поверхностных вод, с помощью которых можно устанавливать параметры и проводить калибровку моделей. Роль различных МСП (по лесам, по разработке моделей и составлению карт, по водам и по комплексному мониторингу) имеет первостепенное значение для получения такой информации. В настоящее время модель MAGIC можно широко применять во всех чувствительных к подкислению районах Европы для достижения целей Конвенции. Однако по-прежнему необходимо продолжать совершенствование этой модели с точки зрения как ее применения, так и интерпретации. Такая работа потребуется уже в ближайшем будущем, чтобы полностью реализовать потенциал динамических моделей ко времени предстоящего обзора Гётеборгского протокола.

V. СОДЕРЖАНИЕ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ В ПОВЕРХНОСТНЫХ ВОДАХ

26. В 1999 году (в своем докладе за 12-летний период) МСП по водам провела оценку содержания тяжелых металлов в поверхностных водах, основываясь на базе данных Программы (Skjelkvåle et al. 2000). Полученные результаты продемонстрировали, что в базе данных МСП по водам содержались данные об участках с тяжелыми металлами, но эти участки были расположены в относительно небольшом количестве стран. Кроме того, данные по тяжелым металлам сообщаются для меньшего количества участков в каждой из этих стран, чем данные по основным растворам. Чтобы получить ясную картину общего содержания тяжелых металлов в поверхностных водах в Европе и Северной Америке, необходимо располагать данными о тяжелых металлах для большего количества участков при более значительном географическом охвате.

27. Немногие участки располагают продолжительными временны́ми рядами по тяжелым металлам. Аналитические методы изменились и пределы обнаружения в целом сократились за весь период мониторинга для участков, по которым имеются данные долголетних измерений. Изменение как методов, так и сокращения пределов обнаружения затрудняют определение временны́х трендов по тяжелым металлам для многих участков.

28. Данные по тяжелым металлам, имеющиеся в базе данных МСП по водам, анализировались с помощью различных аналитических методов и при различной аналитической точности. В последнее время все шире применяется метод масс-спектрометрии с индуктивно связанной плазмой (ИСП-МС), а это позволило существенно расширить пределы обнаружения тяжелых металлов. Регулярная интерпретация методов анализа тяжелых металлов имеет важное значение для повышения качества результатов и обеспечения сопоставимости данных в рамках этой программы. Все лаборатории, представляющие данные МСП по водам, участвуют в процессе национальной и международной интеркалибрации.

29. На концентрации тяжелых металлов в пресной воде намного чаще оказывают влияние местные источники загрязнения и антропогенная деятельность в водосборных районах, нежели подкисляющие компоненты (сульфаты, нитраты, pH). Поэтому отбор участков для мониторинга воздействия тяжелых металлов в результате переносимого по воздуху загрязнения необходимо проводить с большой тщательностью.

30. Результаты оценки МСП по водам, касающиеся содержания тяжелых металлов в поверхностных водах за период 1999-2001 годов, которые приводятся в докладе за 15-летний период, подтверждают результаты доклада за 12-летний период. Однако в

связи с небольшим количеством участков, по которым имеются данные по тяжелым металлам, и изъянов в имеющихся данных (короткие ряды, изменения методов анализа), пока не представляется возможным провести анализ долголетних тенденций изменения содержания тяжелых металлов в масштабах региона в отличие от проведенного анализа подкисления. Для оценки загрязнения региональных поверхностных вод и временны́х рядов для тяжелых металлов, видимо, потребуется больше участков, по которым имеются данные высокого качества.

31. Одной из важных задач является унификация нормативов качества воды по тяжелым металлам, принятых в различных странах. В настоящее время предельные нормативы по многим тяжелым металлам отличаются более чем на порядок в различных странах.

VI. ПОСЛЕДУЮЩАЯ РАБОТА

32. Результаты, полученные МСП по водам, без всякого сомнения, свидетельствуют о том, что поверхностные воды реагируют на изменения в атмосферных осаждениях. Поверхностные воды намного быстрее реагируют на изменения в кислотных осаждениях, переносимых по воздуху на большие расстояния, чем почвы и растительный покров суши. У озер и рек также есть то преимущество, что они отражают реакцию на изменения, которые охватывают весь водосборный район. Сеть участков МСП по водам отличается широким географическим охватом, а в ее базе данных имеются многолетние данные (>15 лет) для многих участков. Таким образом, эта сеть позволяет успешно фиксировать изменения, являющиеся результатами осуществления соответствующих протоколов.

33. На будущие тенденции восстановления после подкисления могут оказывать воздействие ряд смешанных факторов. Широко распространено мнение, что климат претерпевает многолетние изменения, а на направление и степень такого изменения могут оказывать существенное воздействие поведение как наземных, так и водных экосистем. Если дело обстоит таким образом, то это может во многом повлиять на будущее подкисление поверхностных вод. Продолжение национальных программ мониторинга, которые представляют свои данные МСП по водам, и ежегодная химическая и биологическая интеркалибрация по-прежнему занимают самое важное место в предстоящей работе МСП по водам.

34. Картирование критических нагрузок по подкисляющим компонентам относится к ключевым мероприятиям в соответствии с Конвенцией. МСП по водам будет использовать свой опыт и имеющиеся в рамках ее сети данные для поддержки разработки моделей в рамках Конвенции и оценивать возможности для использования динамических моделей применительно к поверхностным водам в Европе и Северной Америке.

35. В последующую работу следует также включить динамику биологического реагирования в процессе восстановления. Повсеместное улучшение качества поверхностных вод за последние 15-20 лет также должно привести к биологическому восстановлению. Однако пока имеется относительно немного задокументированных примеров биологического восстановления. Объяснение этому следует искать не только в динамическом характере биологического реагирования, но и также в отсутствии необходимых данных многолетнего мониторинга. МСП по водам будет изыскивать возможности для разработки моделей биологического реагирования для оценки восстановления после подкисления.

36. Тяжелым металлам (в частности, свинцу, кадмию и ртути) и стойким органическим загрязнителям (СОЗ), распространяющимся в результате переноса на большие расстояния, пока уделяется не столь большое внимание в программах мониторинга, как подкисляющим компонентам. В будущем МСП по водам планирует провести оценку имеющихся данных по СОЗ (как химическую, так и биологическую) и подготовить рекомендации для мониторинга и получения соответствующих зависимостей доза-реакция. Таким образом, она будет активно участвовать в дальнейшей разработке основанных на воздействии подходов для СОЗ и тяжелых металлов.

VII. СПРАВОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ

Cosby, B.J., Ferrier, R.C., Jenkins, A., Wright, R.F. 2001. Modelling the effects of acid deposition: refinements, adjustments and inclusion of nitrogen dynamics in the MAGIC model. *Hydrology and Earth System Sciences*, **5(3)**, 499-517.

Cosby, B.J., Hornberger, G.M., Galloway, J.N., Wright, R.F. 1985. Modelling the effects of acid deposition: Assessment of a lumped parameter model of soil water and streamwater chemistry. *Water Resources Research*, **21(1)**, 51-63.

Ferrier, R.C., Jenkins, A., Wright, R.F., Schöpp, W., and Barth, H. 2001. Assessment of recovery of European surface waters from acidification 1970-2000: An introduction to the Special Issue. Hydrol.Earth System Sci. 5: 274-282.

Posch, M., Hettelingh, J.-P., De Vries, W., Sverdrup, H., Wright, R.F. 2003. Manual for dynamic modelling of soil response to atmospheric deposition. Report to UNECE Convention on Long-range Transboundary Air Pollution. (В стадии подготовки.)

Raddum, G.G. and Fjellheim, A. 2003. Liming of River Audna, southern Norway. A large scale experiment of benthic invertebrate recovery. *Ambio 3:* **В печати.**

Raddum, G.G., Fjellheim, A., and Skjelkvåle, B.L. 2001. Improvements in water quality and aquatic ecosystems due to reduction in sulphur deposition in Norway. *Water Air Soil Pollut.* **130**: 87-98.

Skjelkvåle, B.L., Andersen, T., Halvorsen, G.A., Heegaard, E., Stoddard, J.L., and Wright, R.F. 2000. The 12-year report; Acidification of surface water in Europe and North America; trends, biological recovery and heavy metals. SNO 4208/2000, ICP Waters report 52/2000, Norwegian Institute for Water Research, 108 pp.

Skjelkvåle, B.L., Stoddard, J.L., and Andersen, T. 2001. Trends in surface waters acidification in Europe and North America (1989-1998). Water Air Soil Pollut. 130: 787-792.

Stoddard, J.L., Jeffries, D.S., Lükewille, A., Clair, T.A., Dillon, P.J., Driscoll, C.T., Forsius, M., Johannessen, M., Kahl, J.S., Kellogg, J.H., Kemp, A., Mannio, J., Monteith, D., Murdoch, P.S., Patrick, S., Rebsdorf, A., Skjelkvåle, B.L., Stainton, M.P., Traaen, T.S., van Dam, H., Webster, K.E., Wieting, J., and Wilander, A. 1999. Regional trends in aquatic recovery from acidification in North America and Europe 1980-95. Nature 401: 575-578.

Yan, N.D., Keller, W., Arnott, S.E, Gunn, J.M., Raddum, G.G., Hutchinson, N.J., and Åtland, Å. 2003. Developing a conceptual ecological recovery framwork for acidified lakes: One key to understanding factors that may confound recovery. *Ambio 3:* **В печати.**

Примечание: Указанные справочные материалы воспроизводятся в том виде, в каком они были получены секретариатом.