ОРГАНИЗАЦИЯ ОБЪЕДИНЕННЫХ НАЦИЙ

E

ЭКОНОМИЧЕСКИЙ И СОЦИАЛЬНЫЙ СОВЕТ

Distr.
GENERAL

EB.AIR/WG.1/2005/9
21 June 2005

RUSSIAN
Original: ENGLISH

ЕВРОПЕЙСКАЯ ЭКОНОМИЧЕСКАЯ КОМИССИЯ

ИСПОЛНИТЕЛЬНЫЙ ОРГАН ПО КОНВЕНЦИИ
О ТРАНСГРАНИЧНОМ ЗАГРЯЗНЕНИИ ВОЗДУХА
НА БОЛЬШИЕ РАССТОЯНИЯ

Рабочая группа по воздействию
(Двадцать четвертая сессия, Женева,
31 августа - 2 сентября 2005 года)
Пункт 5 v) предварительной повестки дня

РАЗРАБОТКА МОДЕЛЕЙ ВОЗДЕЙСТВИЯ ИЗМЕНЕНИЯ КЛИМАТА НА ВОССТАНОВЛЕНИЕ ПОДКИСЛЕННЫХ ПРЕСНЫХ ВОД

Доклад, подготовленный программными центрами Международных совместных программ по комплексному мониторингу воздействия загрязнения воздуха на экосистемы (МСП по комплексному мониторингу) и по оценке и мониторингу подкисления рек и озер (МСП по водам)

Справочная информация

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.05-31505 (R) 120705 130705

1. Благодаря работе как МСП по водам, так и МСП по комплексному мониторингу, а также осуществлению нескольких проектов Европейского союза (ЕС) (RECOVER 2010, EMERGE) подготовлена хорошая документация по широкомасштабному химическому восстановлению после подкисления поверхностных вод в Европе и Северной Америке (Stoddard et al. 1999, Evans et al. 2003, Forsius et al. 2001, Skjelkvåle et al. 2001). Значительно меньше известно о биологическом восстановлении в региональных масштабах. Результаты проведенных на региональном уровне исследований по моделированию на основе нынешних планов сокращения выбросов показали, что процессы химического восстановления продолжатся (Jenkins et al. 2003a, Wright et al. 2005a). Неопределенности в этих сценариях касались главным образом воздействия изменения климата и поведения азота в экосистемах в будущем. Дополнительные неопределенности были связаны с биологической реакцией.

2. В составленных на основе моделей прогнозах по сценариям воздействия будущих осаждений, а также в исследованиях Jenkins et al. (2003a) и Wright et al. (2005a) за исходную основу обычно принимались климатические условия на данный момент. Однако в чувствительных к подкислению регионах Европы и Северной Америки предполагаются значительные изменения климата (например, МГЭИК 2001), и направленность и степень этих изменений могут оказать заметное влияние на поведение подкисляющих соединений как в экосистемах суши, так и в водных экосистемах (например, Skjelkvåle et al. 2003). К ключевым значимым факторам были отнесены:

a) увеличение частотности и интенсивности эпизодов осаждения морской соли;
b) изменения в гидрологических потоках;
c) изменения в выветривании и поглощении вод в водосборном бассейне;
d) изменения в темпах почвенного разложения и минерализации азота.

3. Для оценки и разработки моделей сложного взаимодействия этих процессов были необходимы долгосрочные данные с участков, на которых проводились интенсивные исследования.

4. В рамках осуществляемого ЕС крупного проекта ЕВРО-ЛИМПАКС (www.eurolimpacs.ucl.ac.uk, 2004–2009 годы) проводятся исследования по изучению воздействия глобальных изменений на пресноводные экосистемы. В качестве ключевых наборов данных для разработки моделей, построения временных рядов и экспериментальной работы по проекту институты, участвующие в проекте, использовали данные, собранные с участков МСП по комплексному мониторингу, МСП по водам и других участков. В рамках этого проекта была проведена первая основанная на моделях

оценка воздействия изменений глобального характера на процесс восстановления после подкисления (Wright et al. 2005b).

I. МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

A. Участки

5. Для проведения оценки были использованы данные с 14 ключевых участков, расположенных в чувствительных к подкислению регионах. Эти участки представляли собой тщательно изученные водосборные бассейны, по которым имелись наборы долгосрочных данных и обширная информация об отложениях, химическом составе почв и вод и биологических характеристиках. Участки были покрыты лесами и/или растительностью, типичной для вересковых пустошей, и отличались значительным градиентом нагрузок отложения и климатических условий:

a) Биркенес, Норвегия;
b) Гердшён, Швеция;
c) Свартбергет, Швеция;
d) Валькеа-Котинен, Финляндия;
e) Лисина, Чешская Республика;
f) озеро Цертово, Чешская Республика;
g) озеро Старолесняксе, Словакия;
h) озеро Пайоне-Супериоре, Италия;
i) озеро Редо, Испания;
j) Локнагар, Соединенное Королевство;
k) Скот Тарн, Соединенное Королевство;
l) Гуай, Соединенное Королевство;
m) Плэстик Лейк, Канада;
n) Уайт-Оук-Ран, Соединенные Штаты Америки.

B. Модели

6. Для работы по моделированию были использованы две хорошо известные динамические модели подкисления. Модель MAGIC - это модель с сосредоточенными параметрами средней сложности, разработанная для прогнозирования долгосрочного воздействия кислотного осаждения на химический состав поверхностных вод (Cosby et al. 2001). Она имитирует химический состав почвенного раствора и поверхностных вод для предсказания средних концентраций основных ионов. MAGIC позволяет рассчитать по каждому временно́му шагу (в данном случае - один год) концентрации основных ионов

при изначальном условии одновременного протекания реакций, сочетающих в себе сульфатную адсорбцию, катионы обмена, растворение-осаждение-видообразование алюминия и осаждение-видообразование неорганического и органического углерода. MAGIC позволяет вычислить баланс массы в отношении основных ионов в почве на основе расчета потоков из атмосферных поступлений, изменений в химическом составе, связанных с метеорологическими условиями, чистого поглощения биомассы и потерь в виде стока.

7. Вторая использованная модель - SMART - весьма схожа с моделью MAGIC и включает в себя набор уравнений баланса массы, моделирующих взаимосвязи между входящими в почву и исходящими из нее потоками основных ионов, включая органические анионы, и набор уравнений, моделирующих ограниченные по степени воздействия и предшествующие достижению равновесия процессы в почве. Подробное описание модели SMART содержится в De Vries et al. (1998) и Posch et al. (1993).

8. Для калибровки MAGIC и SMART требуются такие вводные данные, как характеристики озер и водосборов, химические и физические характеристики почв, данные о входящих и исходящих потоках в отношении воды и основных ионов и данные о чистом поглощении катионов оснований растительностью. Модель SMART использовалась на участке Валькеа-Котинен, а модель MAGIC - на других участках. Обе модели ранее применялись для оценки воздействия будущих осаждений по различным сценариям на восстановление почв и поверхностных вод на участках МСП по комплексному мониторингу (без учета взаимосвязей, обусловленных изменением климата) (Forsius et al. 1998, Jenkins et al. 2003b).

C. Имитации

9. Разработка моделей проводилась в виде анализа чувствительности, в котором ключевые параметры моделей изменялись в значительных, но все-таки реальных диапазонах. Сначала проводилась калибровка моделей с использованием измеренных величин, а потом рассчитывались следующие сценарии:

a) базовый сценарий (будущее осаждение соответствует параметрам, заложенным в Гётенборгском протоколе 1999 года);

b) увеличение осаждения морских солей (Na, Mg, Cl) или пыли, приносимой из Сахары (50%);

c) увеличение стока (20%);

d) увеличение интенсивности воздействия метеорологических условий (20%);

e) увеличение почвенного разложения и минерализации азота (N);

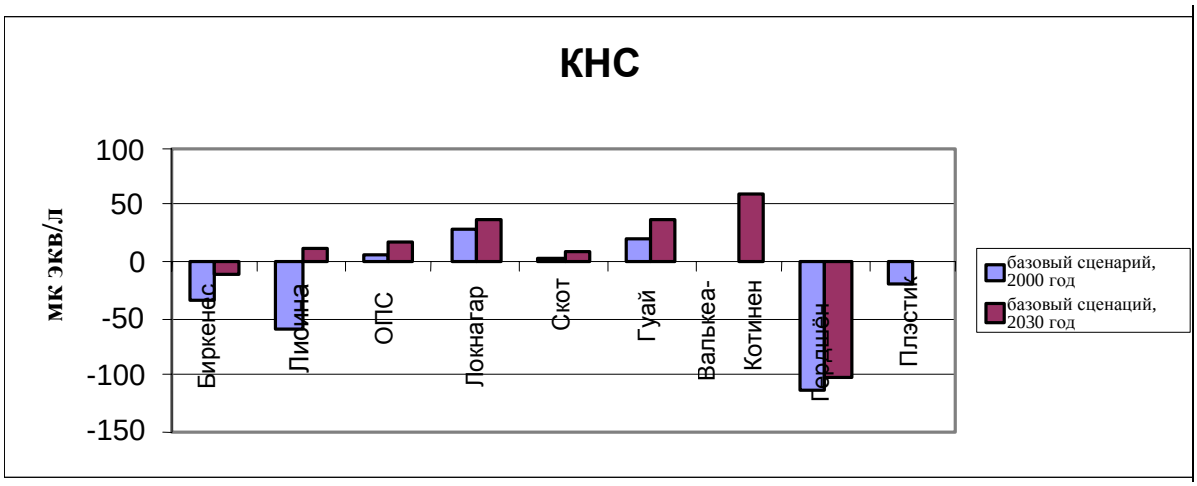
f) увеличение органических кислот (50%);

g) увеличение парциального давления CO_2 (дCO_2) (30%);

h) увеличение поглощения азота (N) и катионов оснований (КО) (50%).

II. ОСНОВНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ

10. Основные результаты в графическом виде приведены на диаграммах I и II соответственно в отношении химического состава поверхностных вод и почв. Для демонстрации ответной реакции моделей были выбраны две основные переменные величины: кислотно-нейтрализующая способность (КНС) для поверхностных вод и насыщенность основаниями (НО в %) для почв. Выбранные переменные обычно используются в качестве ключевых показателей для документального отражения структур подкисления в различных компонентах этих экосистем. На верхней части диаграмм отражено состояние в 2000 году, взятом за год калибровки, и прогнозируемое состояние в 2030 году при том допущении, что не произойдет изменения климата (базовый сценарий). На нижней части диаграмм отражены прогнозируемые изменения в 2030 году относительно базового сценария. На диаграммах указаны результаты по отдельным участкам.



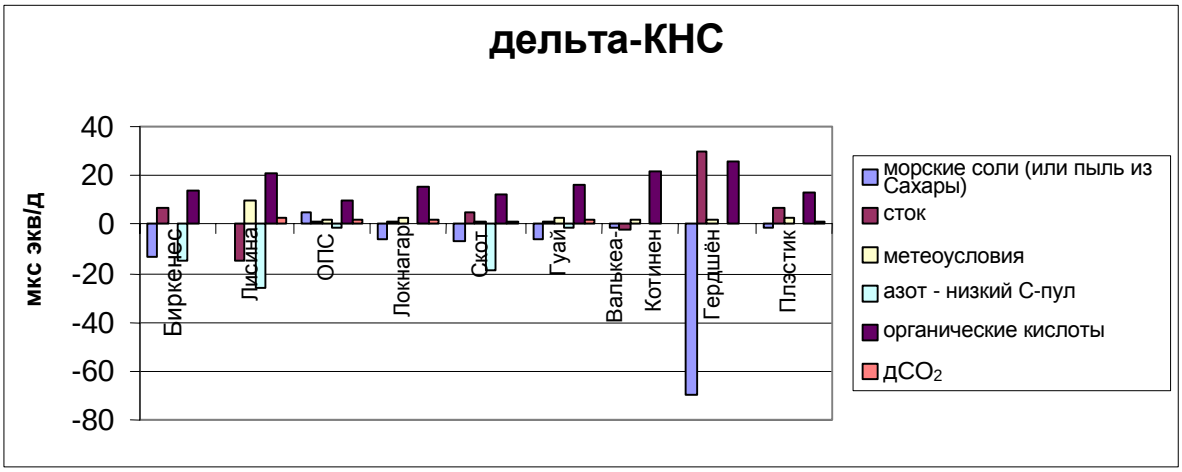
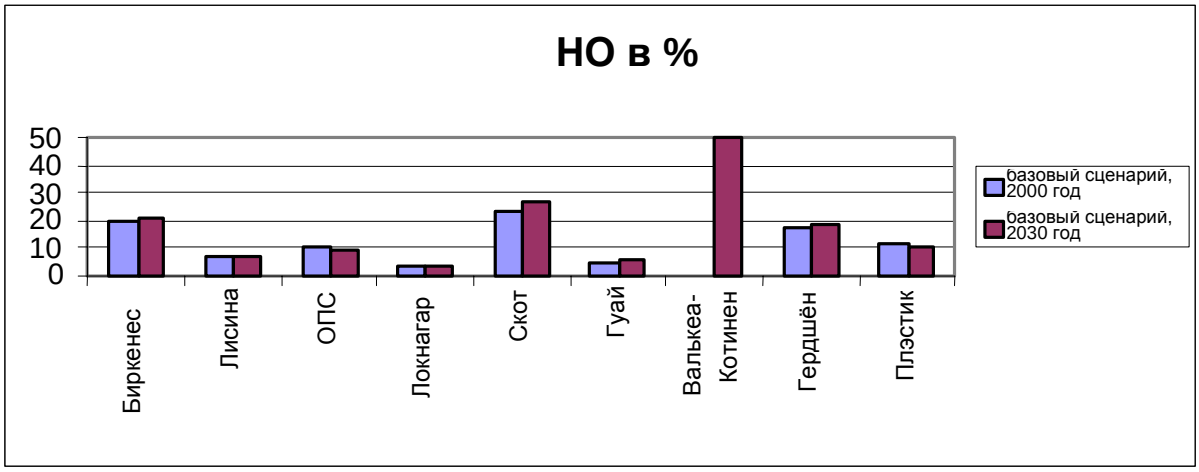


Диаграмма I. Вверху: взвешенные по объему среднегодовые показатели концентраций в стоке в пересчете на эквивалент кислотно-нейтрализующей способности (КНС) в 2000-ом калибровочном году и прогнозируемые значения на 2030 год при том допущении, что не произойдет изменения климата (базовый сценарий). Внизу: прогнозируемые на 2030 год изменения в показателях КНС относительно базового сценария (Wright et al. 2005b). ОПС = озеро Пайоне-Супериоре.



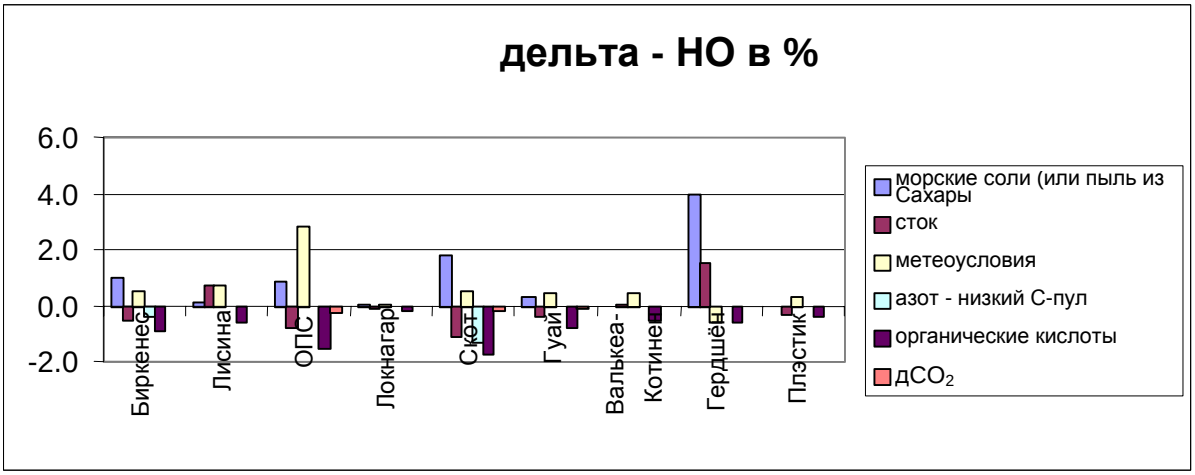


Диаграмма II. Вверху: процентные показатели насыщенности почвы основаниями (НО в %) на участках исследования за год калибровки (2000 год) и прогнозируемые показатели на 2030 год при том допущении, что не произойдет изменения климата (базовый сценарий). Внизу: прогнозируемые на 2030 год изменения в НО в % относительно базового сценария (Wright et al. 2005b). ОПС = озеро Пайоне-Супериоре.

III. ОСНОВНЫЕ ВЫВОДЫ

Результаты моделирования позволили сделать несколько выводов, имеющих значение для проводимой политики:

a) расчеты по базовому сценарию в большинстве случаев продемонстрировали однозначное восстановление химического состава поверхностных вод наряду с изменяющимся медленными темпами или даже продолжающимся подкислением почв на этих участках. Это свидетельствует о том, что для химического восстановления почв требуется более продолжительный период времени;

b) изменения, вызываемые изменением климата/изменениями глобального характера, однозначно могут оказать значительное воздействие на будущие структуры восстановления от подкисления, и их необходимо учитывать в тех случаях, когда требуются надежные прогнозы на будущее (на несколько десятилетий). Однако относительная значимость различных сценариев в значительной степени определялась характеристиками конкретных участков. Например, значительные изменения в осаждении морских солей были получены только на прибрежных участках, а изменения в разложении органических веществ – на участках, которые уже были насыщены азотом;

c) допущенные изменения в концентрации органических кислот привели к подкислению почв, но в то же время обусловили повышение КНС в воде. Статистически значимые тенденции к увеличению в отношении растворенных органических веществ (из которых и формируются органические кислоты) наблюдаются в настоящее время на значительных площадях в Европе (Skjelkvåle et al. 2001) и Соединенных Штатах Америки (Stoddard et al. 2003). Причины возникновения этих тенденций являются в настоящее время предметом обсуждений, и пока трудно сказать, сколь долго эти тенденции продлятся.

d) настоящее исследование представляло собой не более чем простой анализ "чувствительности". Цель заключается в продолжении работы в этой области для получения более точных и реалистичных прогнозов относительно восстановления и подкисления в будущем. Для этого требуется использование фактических климатических сценариев, которые могут быть получены с помощью глобальных имитационных моделей (ГИМ), и расчет эмпирических взаимосвязей между климатическими переменными (или такими заменяющими их показателями, как индекс "Североатлантического потока") и химическим составом стока или процессами, происходящими в водосборе. Затем их можно было бы использовать вместе с менее масштабными климатическими сценариями,

полученными благодаря ГИМ, для проведения имитаций на отдельных участках с использованием моделей MAGIC/SMART;

e) будущие глобальные изменения могут привести к изменениям в наземных водосборах и поверхностных водах, которые не предусматривались в моделях (или не были включены в них), например к изменениям в земном покрове и последующему воздействию на химический состав стока. Для оценки подобных сложных взаимосвязей потребуется создание систем связанных моделей и дальнейшее совершенствование моделей;

f) долгосрочные данные с интенсивно изучаемых водосборов были ключевым источником информации для разработки моделей долговременного воздействия загрязнителей воздуха на экосистемы и таких смешанных факторов, как изменение климата/изменение глобального характера. Эти ключевые участки необходимо сохранять и в будущем.

Справочная литература

Cosby, B. J., Ferrier, R. C., Jenkins, A., and 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: 499-518.

De Vries, W., Posch, M. and Kämäri, J. 1989. Simulation of the long-term soil response to acid deposition in various buffer ranges. Water, Air and Soil Pollution 48: 349-390.

Evans, C.D., Cullen, J., Alewell, C., Kopácek, J., Marchetto, A., Moldan, F., Prechtel, A., Rogora, M., Vesely, J. and Wright, R.F. 2001. Recovery from acidification in European surface waters. Hydrology and Earth System Sciences 5: 283–298.

Forsius, M., Alveteg, M., Jenkins, A., Johansson, M., Kleemola, S., Lükewille, A., Posch, M., Sverdrup, H. and Walse C. 1998. MAGIC, SAFE and SMART model applications at Integrated Monitoring Sites: Effects of emission reduction scenarios. Water, Air and Soil Pollution 105: 21-30.

Forsius, M., Kleemola, S., Vuorenmaa, J. and Syri, S. 2001. Fluxes and trends of nitrogen and sulphur compounds at Integrated Monitoring Sites in Europe. Water Air and Soil Pollution 130: 1641-1648.

IPCC 2001. Climate Change 2001: The Scientific Basis – Contribution of Working Group 1 to the Third Assessment Report of IPCC. 944 p.

Jenkins, A., Camarero, L., Cosby, B.J., Ferrier, R., Forsius, M., Helliwell, R., Kopacek, J., Majer, V., Moldan. F., Posch, M., Rogara, M., Schöpp, W. and Wright, R.F. 2003. A modelling assessment of acidification and recovery of European surface waters. Hydrology and Earth System Sciences 7: 447-455.

Jenkins, A., Larssen, T., Moldan, F., Hruška, J., Krám, P., Kleemola, S. 2003b. Dynamic modelling at Integrated Monitoring sites - Model testing against observations and uncertainty. The Finnish Environment 636, p. 37. Finnish Environment Institute, Helsinki, Finland. ISBN 952-11-1440-1.

Posch, M., Reinds, G.J. and de Vries, W. 1993. SMART - A Simulation Model for Acidification's Regional Trends: Model description and user manual. Mimeograph Series of the National Board of Waters and the Environment 477, Helsinki, Finland, 43 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 and Soil Pollution: 787–792.

Skjelkvåle, B.L., Evans, C., Larssen, T., Hindar, A. and Raddum, G. 2003. Recovery from acidification in European surface waters: a view to the future. Ambio 32 (3): 170-175.

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.T., Murdoch, P.S., Patrick, S. Rebsdorf, A., Skjelkvåle, B.L, Stainton, M.P., Traaen, T., van Dam, H., Webster, K.E., Wieting, J. and Wilander, A. 1999. Regional trends in aquatic recovery from acidification in North America and Europe. Nature 401: 575- 578.

Stoddard, J.L., Kahl, J.S., Deviney, F.A., DeWalle, D.R. Driscoll, C.T., Herlihy, A.T., Kellogg, J.H., Murdoch, P.S., Webb, J.R. and Webster, K.E. 2003. Response of Surface Water Chemistry to the Clean Air Act Amendments of 1990. EPA/620/R-03/001, U.S. Environmental Protection Agency, Corvallis, Oregon. 92 pp.

Wright, R.F., Camarero, L., Cosby, B.J., Ferrier, R.C., Forsius. M., Helliwell, R., Jenkins, A., Kopáček, J., Larssen, T., Majer, V., Moldan, F., Posch, M., Rogora, M., and Schöpp, W. 2005a. Recovery of acidified European surface waters. Environmental Science and Technology 39: 64A-72A.

Wright, R.F., Aherne, J., Bishop, K., Camarero, L., Cosby, B.J., Erlandsson, M., Evans, C.D., Forsius, M., Hardekopf, D., Helliwell, R., Hruska, J., Jenkins,. A., Moldan, F., Posch, M. and Rogora, M. 2005b. Modelling the effect of climate change on recovery of acidified freshwaters: relative sensitivity of individual processes in the MAGIC and SMART models. Science of the Total Environment (submitted manuscript).

Примечание: справочная литература приводится в том виде, в каком она была получена секретариатом.