



ЭКОНОМИЧЕСКИЙ
И СОЦИАЛЬНЫЙ СОВЕТ

Distr.
GENERAL

EB.AIR/WG.1/2002/11
24 May 2002

RUSSIAN
Original: ENGLISH

ЕВРОПЕЙСКАЯ ЭКОНОМИЧЕСКАЯ КОМИССИЯ

ИСПОЛНИТЕЛЬНЫЙ ОРГАН ПО КОНВЕНЦИИ
О ТРАНСГРАНИЧНОМ ЗАГРЯЗНЕНИИ ВОЗДУХА
НА БОЛЬШИЕ РАССТОЯНИЯ

Рабочая группа по воздействию
(Двадцать первая сессия, Женева, 28-30 августа 2002 года)
Пункт 4 f) предварительной повестки дня

ДОКЛАД О ХОДЕ РАБОТЫ ПО РАЗРАБОТКЕ ДИНАМИЧЕСКИХ
МОДЕЛЕЙ ДЛЯ ПОЧВ И ПОВЕРХНОСТНЫХ ВОД В ЦЕЛЯХ ОЦЕНКИ
ЗАПАЗДЫВАНИЯ ВОЗДЕЙСТВИЯ НА ЭКОСИСТЕМЫ, ВЫЗЫВАЕМОГО
ИЗМЕНЕНИЯМИ В ТЕНДЕНЦИЯХ ОСАЖДЕНИЯ

Записка, подготовленная при поддержке секретариата Координационным центром по воздействию (КЦВ) Международной совместной программы по разработке моделей и составлению карт критических уровней и нагрузок и воздействия, рисков и тенденций, связанных с загрязнением воздуха

I. ВВЕДЕНИЕ

1. Разработка динамических моделей представляет собой логическое естественное продолжение развития концепции статических критических нагрузок, содействующее ориентированной на воздействие работе в рамках Конвенции о трансграничном загрязнении воздуха на большие расстояния.

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.

2. Европейские базы данных и карты критических нагрузок используются для поддержки деятельности в рамках связанных с воздействием протоколов к Конвенции, таких, как Протокол 1994 года относительно дальнейшего сокращения выбросов серы и Протокол 1999 года о борьбе с подкислением, эвтрофикацией и приземным озоном.
3. Критические нагрузки рассчитываются на основе статической концепции. Они представляют собой постоянные осадения, которые та или иная экосистема может выдерживать в течение длительного времени, т.е. между экосистемой и этими осадениями устанавливается сбалансированность. Вместе с тем многие экосистемы не сбалансированы с нынешними или прогнозируемыми осадениями, поскольку существуют процессы ("буферные механизмы"), которые задерживают достижение сбалансированности (статического состояния) в течение многих лет, десятилетий или даже столетий. Критические нагрузки по определению не позволяют получить какой-либо информации об этих периодах.
4. На своей семнадцатой сессии в декабре 1999 года Исполнительный орган по Конвенции "подчеркнул важность... динамического моделирования восстановления" (ECE/ЕВ.АИР/68, пункт 51 b)), позволяющего оценить задержку восстановления в регионах, в которых прекращается превышение критических нагрузок, а также запаздывания ущерба в регионах, в которых критические нагрузки продолжают превышать.
5. Динамические модели не новы. В последние два десятилетия специалисты разрабатывают, испытывают и применяют динамические модели для моделирования подкисления почв или поверхностных вод, в основном связанного с осадением серы. К числу хорошо известных динамических моделей относятся модель региональных тенденций подкисления (SMART: de Vries *et al.*, 1989; Posch *et al.*, 1993), модель подкисления почв в лесных экосистемах (SAFE: Warvfinge *et al.*, 1993; Alveteg and Sverdrup, 2002), модель подкисления подземных вод в водосборных районах (MAGIC: Cosby *et al.*, 1985; 2001).
6. Вместе с тем в рамках связанной с воздействием работы, ведущейся в соответствии с Конвенцией, эта тема является относительно новой. В проводившейся ранее работе, например, в рамках Международной совместной программы (МСП) по комплексному мониторингу существующие динамические модели применялись на некоторых участках, по которым был собран достаточный объем исходной информации. Новая задача заключается в том, чтобы разработать и применить динамическую модель (модели) на общеевропейском уровне и в максимально возможной степени использовать их в работе по составлению комплексной оценки в соответствии с Конвенцией для поддержки

деятельности по обзору и возможному пересмотру протоколов, возможно начиная с начала 2003 года.

7. В рамках связанной с воздействием работы по Конвенции была разработана "Простейшая динамическая модель" (ПДМ) (VSD: Posch and Reinds, 2002). Модель ПДМ представляет собой простейшее развитие статичной модели баланса массы для критических нагрузок. Она состоит из базовых уравнений, которые также включены в модели SMART, SAFE и MAGIC (см. Posch *et al.*, 2002).

8. В 2000 году с целью обзора работы по составлению динамических моделей в соответствии с Конвенцией была создана Объединенная группа экспертов по разработке динамических моделей, состоящая из экспертов из всех МСП в рамках Рабочей группы по воздействию. Рабочей группе были представлены результаты ее двух совещаний (Истад, Швеция, 3-5 октября 2000 года и 6-8 ноября 2001 года) (ЕВ.АИР./WG.1/2001/11; ЕВ.АИР./WG.1/2002/12).

II. РАЗРАБОТКА ДИНАМИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ В КОНТЕКСТЕ КОНВЕНЦИИ

9. Задержки в причинно-следственной цепочке от осаждения сильных кислот до нанесения ущерба основным организмам-индикаторам могут быть вызваны двумя главными элементами. Биохимические процессы могут замедлить химическую реакцию в почве, а биологические процессы могут еще более задержать реакцию организмов-индикаторов, такую, как повреждение деревьев в лесных экосистемах. В статичных моделях, используемых для определения критических нагрузок, рассматривается лишь неизменное состояние, при котором химическая и биологическая реакция на изменение в осаждении является полной. С помощью динамических моделей, с другой стороны, предпринимается попытка оценить время, необходимое для достижения нового (устойчивого) состояния.

10. При использовании критических нагрузок, т.е. при устойчивом состоянии, в случае сопоставления с осаждением можно выделить лишь две ситуации: i) осаждение ниже критической нагрузки (нагрузок), т.е. не превышает критических нагрузок; и ii) осаждение превышает критическую нагрузку (нагрузки), т.е. случай превышения критической нагрузки. Первый случай не вызывает никаких (явных) проблем, т.е. необходимость уменьшения осаждения отсутствует. Во втором случае, по определению, существует повышенный риск нанесения ущерба экосистеме и, следовательно, осаждение должно быть уменьшено.

11. В период превышения установленного уровня критическая нагрузка служит предупреждающим фактором, поскольку она говорит о необходимости уменьшения осаждения. Вместе с тем во многих случаях допускается, что уменьшение осаждения до (или ниже) критических нагрузок немедленно устраняет риск "вредного воздействия", т.е. химический параметр (например, алюминий: соотношение основных катионов (Al:Vc)), связывающий критическую нагрузку с воздействием (видами воздействия), немедленно достигает не критического ("безопасного") уровня при немедленном биологическом восстановлении.

12. Однако реакция почв, особенно в их твердой фазе, на изменения в осаждении тормозится (ограниченными) факторами, наиболее важным из которых является способность к обмену катионов. Тормозящие механизмы могут задержать достижение того или иного критического химического параметра, и установление сбалансированности (устойчивого состояния) может потребовать десятилетий или даже столетий.

13. При расчете критической нагрузки эти ограниченные тормозящие факторы не учитываются, поскольку они сказываются не на самом устойчивом состоянии, а лишь на времени, необходимом для его достижения. Таким образом, динамические модели требуются для оценки времени, необходимого для достижения определенного химического состояния почвы в связи с различными сценариями осаждения, например в связи с последствиями "заполнения пробелов" в ходе переговоров о сокращении выбросов.

14. Помимо задержки химического восстановления существует вероятность еще одной задержки до достижения "первоначального" биологического состояния, т.е. даже в случае соблюдения химического критерия (например, $Al:Vc < 1$) достижение полного биологического восстановления потребует определенного времени.

15. На приведенной ниже диаграмме показаны возможные изменения (почвенного) химического и биологического переменного показателя в случае "типичного" примера распределения осаждения во времени. В этом случае можно выделить пять стадий:

Стадия 1: Осаждение было и в настоящее время находится на уровне ниже критической нагрузки, и химические и биологические переменные показатели не выходят за рамки своих соответствующих критериев. Пока осаждение остается на уровне ниже критической нагрузки, ситуация считается "идеальной";

Стадия 2: Осаждение находится на уровне выше критической нагрузки, однако химические и биологические показатели по-прежнему остаются ниже критического уровня. Угроза "вредного воздействия" по-прежнему отсутствует; нарушение критериев происходит после определенной задержки. В связи с этим, несмотря на превышение критической нагрузки, ущерб на этой стадии не проявляется. Время между первым превышением критической нагрузки и первым нарушением биологического критерия (первое проявление фактического ущерба) мы называем "время задержки ущерба" ($VЗУ=t_3-t_1$);

Стадия 3: Осаждение выше критической нагрузки при нарушении как химических, так и биологических критериев. Необходимо принимать меры для предотвращения (дальнейшего) ухудшения состояния экосистемы;

Стадия 4: Осаждение ниже критической нагрузки, однако химические и биологические критерии по-прежнему нарушены, и, следовательно, восстановления не происходит. Время между первым отсутствием превышения критической нагрузки и последующим отсутствием нарушения обоих критериев мы называем "Время задержки восстановления" ($VЗВ=t_6-t_4$);

Стадия 5: Эта стадия аналогична стадии 1. Осаждение ниже критической нагрузки, и оба вида критериев уже не нарушаются. Говорить о полном восстановлении экосистемы можно лишь на этой стадии.

16. Стадии 2 и 4 можно далее разделить на две подстадии: i) время химической задержки ($VЗУ_c=t_2-t_1$ и $VЗВ_c=t_5-t_4$; на диаграмме темно-серый цвет); и ii) (дополнительное) время биологической задержки ($VЗУ_b=t_3-t_2$ и $VЗВ_b=t_6-t_5$; светло-серый цвет). В настоящее время в связи с отсутствием оперативных моделей биологической реакции время задержки ущерба и восстановления в основном относится только к химическому восстановлению и используется в качестве заменителя показателя общего восстановления.

17. Подробное объяснение и причины использования (и ограничения) динамических моделей представлены в работе Posch, *et al.* (2002). Это "Руководство по разработке динамических моделей реакции почв на атмосферные осаждения" также представлено по адресу www.rivm.nl/cce.

III. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ДИНАМИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ В КОМПЛЕКСНОЙ ОЦЕНКЕ

18. В конечном счете в рамках Конвенции необходимо установить связь между динамическими моделями почв и комплексной оценкой (моделями), т.е. между Рабочей группой по воздействию и Целевой группой по разработке моделей для комплексной оценки. Можно определить различные виды взаимодействия между моделями для комплексной оценки, такие, как анализ сценариев, определение контрольных нагрузок, разработка и использование "изолиний восстановления", а также встраивание динамической модели в модель для комплексной оценки (например, RAINS).

A. Анализ сценариев

19. Сценарий осаднения, рассчитанный с помощью моделей для комплексной оценки, используется в качестве исходного материала для динамических моделей, применяемых для анализа их воздействия на (европейские) почвы и поверхностные воды, и полученные результаты (время восстановления и т.д.), в свою очередь, используются в сценариях осаднения. В настоящее время имеющиеся динамические модели вполне позволяют решать эту задачу. Вопрос заключается в том, каким образом обобщить получаемую информацию в европейском масштабе. Кроме того, в рамках плана работы по Конвенции "оборотное время" такого анализа окажется довольно длительным.

B. Определение контрольных нагрузок

20. Динамические модели используются для определения контрольных нагрузок, например максимального осаднения, допускаемого для достижения определенной установленной цели (например, значение того или иного показателя состояния почвы) в течение фиксированного промежутка времени. Такие контрольные нагрузки используются составителями моделей для комплексной оценки в целях определения их осуществимости (с точки зрения расходов и имеющихся технических средств борьбы с загрязнением). Это не требует изменения самих существующих моделей, однако при этом необходима определенная дополнительная работа, поскольку динамические модели почв должны проходить "обратную" прогонку, т.е. в этом случае требуются интерактивные прогонки. Кроме того, поскольку подкислению способствует как N, так и S, получить единые пары осаднения N и S для достижения установленного контрольного показателя (сопоставимая функция критической нагрузки для показателей критического подкисления) будет невозможно.

С. Изолинии восстановления

21. Функции реакции (в целом сопоставимые с изолиниями защиты для критических нагрузок) рассчитываются на основе имеющихся динамических моделей и увязываются с моделями для комплексной оценки. Эти функции реакции ("изолинии восстановления" в форме "справочных таблиц") представляют собой заранее просчитанные прогонки моделей для значительного числа вероятных схем будущего осаждения, на основе которых с помощью интерполирования можно получить результаты для каждого (разумного) сценария осаждения.

Д. Комплексная динамическая модель

22. Динамическая модель встраивается в модели для комплексной оценки (например, RAINS) и применяется в анализах сценариев и прогонках оптимизационных моделей. Встроить в модели для комплексной оценки такие широко используемые модели, как MAGIC, SAFE и SMART, нелегко, при этом они могут оказаться слишком сложными для применения в прогонках оптимизационных моделей. Модель же VSD может быть встроена в модели для комплексной оценки с использованием важнейших, долгосрочных показателей динамических моделей для почв. Это аналогично процессу построения простой модели для озона, включенной в RAINS, которая была рассчитана на основе сложной модели фотоокисления ЕМЕП. Вместе с тем даже такой подход требует значительных усилий, и одна из наиболее значительных проблем заключалась бы в создании общеевропейской базы данных для прогонки такой модели.

23. Дальнейшее развитие соответствующих связей между разработкой динамических моделей и комплексной оценкой является текущим направлением деятельности МСП по разработке моделей и составлению карт критических уровней и нагрузок и воздействия, рисков и тенденций, связанных с загрязнением воздуха (МСП МК), Целевой группы по разработке моделей для комплексной оценки и Объединенной группы экспертов по разработке динамических моделей.

IV. ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕЗУЛЬТАТЫ, ДОСТИГНУТЫЕ В РАМКАХ СРЕДНЕСРОЧНОГО ПЛАНА РАБОТЫ РАБОЧЕЙ ГРУППЫ ПО ВОЗДЕЙСТВИЮ

24. В октябре 2001 года в Загребе (Хорватия), Бледе (Словения) и Карзаге (Венгрия) были проведены рабочие совещания МСП МК для ознакомления участников с вопросами разработки динамических моделей.

25. Координационный центр по воздействию (КЦВ) подготовил руководство по разработке динамических моделей (Posch *et al.*, 2002) и практический вариант модели VSD (Posch and Reinds, 2002). Этот материал был предоставлен национальным координационным центрам (НКЦ) и, кроме того, представлен по адресу www.rivm.nl/cce.

26. В сотрудничестве со шведским министерством окружающей среды КЦВ оказал содействие польскому НКЦ в проверке этого материала с использованием национальной базы критических нагрузок. КЦВ совместно со шведским НКЦ сопоставил модели VSD и SAFE с использованием национальных данных. Полученные результаты были представлены на двенадцатом рабочем совещании КЦВ, проводившемся одновременно с восемнадцатым совещанием Целевой группы по МСП МК в Сорренто (Италия) 15-19 апреля 2002 года. Эти и другие результаты рабочего совещания также представлены по адресу: www.rivm.nl/cce.

27. Двенадцатое рабочее совещание КЦВ и восемнадцатое совещание Целевой группы по МСП МК рекомендовали КЦВ следующие мероприятия в соответствии со среднесрочным планом работы Рабочей группы по воздействию:

a) осень 2002 года: публикация предложения (крайний срок: начало весны 2003 года) для подготовки обновленного варианта базы данных по критическим нагрузкам и ее расширенного варианта, включающего показатели и данные, необходимые для функционирования модели VSD. Соответствие между данной базой критических нагрузок и ее расширенным вариантом, необходимое для разработки динамических моделей, имеет важное значение, поскольку данные, используемые для составления карт критических нагрузок и их превышения, должны быть согласованы с данными, используемыми для динамической оценки воздействия, вызванного таким превышением;

b) весна 2003 года: проведение рабочего совещания КЦВ (например, в форме учебной сессии) по разработке динамических моделей с использованием ответов на предложение о представлении данных с целью укрепления консенсуса НКЦ по вопросам разработки динамических моделей и требуемых данных;

c) осень 2003 года: публикация предложения (крайний срок: весна 2004 года) по подготовке обновленного варианта базы по критическим нагрузкам и ее расширенного варианта, включающего показатели и данные, необходимые для разработки динамических моделей в целях содействия работе в 2004 году.

V. СПРАВОЧНАЯ ЛИТЕРАТУРА

Alveteg M, Sverdrup H (2002) Manual for regional assessments using the SAFE model (draft version, 8 April 2002). Department of Chemical Engineering II, Lund University, Lund, Sweden. www2.chemeng.lth.se

Cosby BJ, Hornberger GM, Galloway JN, Wright RF (1985) Modeling the effects of acid deposition: Assessment of a lumped parameter model of soil water and streamwater chemistry. *Water Resources Research* 21(1): 51-63.

Cosby BJ, Ferrier RC, Jenkins A, Wright RF (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.

De Vries W, Posch M, 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.

Posch M, Reinds GJ, 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.

Posch, M, Hettelingh, J-P, De Vries, W, Sverdrup, H, Wright RF (2002) *Manual for Dynamic Modelling of Soil Response to Atmospheric Deposition, version 0.8*, www.rivm.nl/cce.

Posch M, Reinds GJ (2002) *VSD – User Manual of the Very Simple Dynamic Soil Acidification Model*, Coordination Center for Effects, National Institute for Public Health and the Environment (RIVM), Bilthoven, The Netherlands (in prep.).

Warfvinge P, Falkengren-Grerup U, Sverdrup H, Andersen B (1993) Modelling long-term cation supply in acidified forest stands. *Environmental Pollution* 80: 209-221.

Примечание: Указанная справочная литература воспроизводится в том виде, в котором она была получена секретариатом.

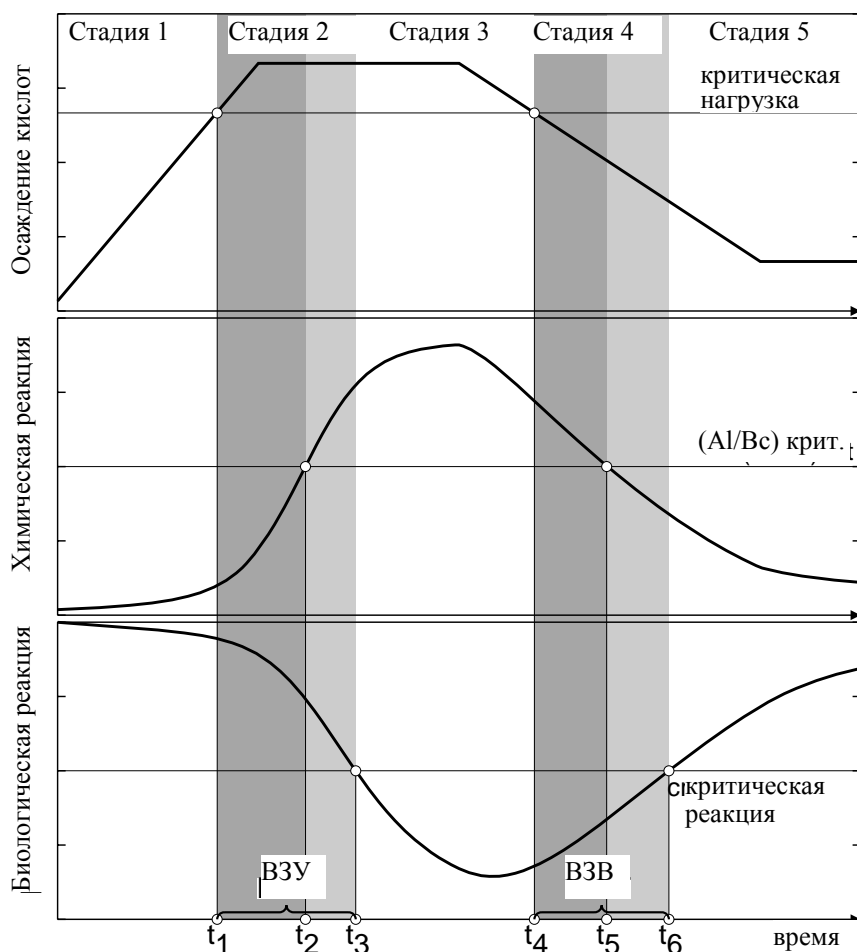


Диаграмма. "Типичное" динамическое (прошлое и будущее) изменение осаждения (вверху), почвенного химического показателя и соответствующей биологической реакции. На диаграмме также приводятся критические значения (химических и биологических) показателей и рассчитанных на их основе критических нагрузок. Задержка между (не)превышением критически нагрузок, (не)нарушением критического химического критерия и критической биологической реакции показано на закрашенных серым цветом участках, на которых приводится время задержки ущерба (ВЗУ) и время задержки восстановления (ВЗВ) системы.
