



ЭКОНОМИЧЕСКИЙ
И СОЦИАЛЬНЫЙ СОВЕТ

Distr.
GENERAL

EB.AIR/WG.1/2002/7
17 June 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 а) предварительной повестки дня

МОНИТОРИНГ СОСТОЯНИЯ ЛЕСОВ В ЕВРОПЕ

Краткий доклад, подготовленный Координационным центром
Международной совместной программы по оценке и
мониторингу воздействия загрязнения воздуха на леса

Введение

1. Начиная с 1986 года Международная совместная программа по оценке и мониторингу воздействия загрязнения воздуха на леса (МСП по лесам) и Европейский союз (ЕС) тесно сотрудничают в области мониторинга воздействия загрязнения воздуха и других факторов стресса на леса. Их деятельность направлена на достижение целей резолюций, принятых Конференцией на уровне министров по вопросам охраны лесов в Европе (резолюция S1 - Страсбург, H1 - Хельсинки, L2 - Лиссабон). Сегодня 39 стран

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.

принимают участие в программе мониторинга, которая призвана содействовать осуществлению политики в области обеспечения чистоты атмосферного воздуха, предусмотренной Конвенцией о трансграничном загрязнении воздуха на большие расстояния ЕЭК ООН, законодательством стран - членов ЕС, а также национальной политикой и законодательством стран.

2. Целями программы мониторинга являются:

a) представление периодических обзоров пространственного и временного изменения состояния лесов в связи с факторами антропогенного и естественного стресса для европейской и национальной широкомасштабной систематической сети (уровень I);

b) содействие более глубокому пониманию взаимосвязей между состоянием лесных экосистем и факторами стресса, в частности загрязнением воздуха, путем интенсивного мониторинга на ряде отобранных постоянных участков наблюдения в масштабах всей Европы (уровень II);

c) содействие расчету критических уровней, критических нагрузок и их превышений в лесах;

d) сотрудничество с другими экологическими программами мониторинга в целях представления информации по другим важным вопросам, как, например, изменение климата и биологического разнообразия в лесах, и, таким образом, способствовать устойчивому использованию европейских лесов;

e) сбор данных о процессах, происходящих в лесных экосистемах и предоставление директивным органам и широкой общественности соответствующей информации.

3. Цели программы реализуются с помощью сети широкомасштабного систематического мониторинга (уровень I) и программы интенсивного мониторинга состояния лесов (уровень II).

4. На уровне I имеется приблизительно 6 000 постоянных контрольных участков, систематично расположенных в квадратах сетки 16 км x 16 км, покрывающей Европу. На этих участках проводятся ежегодные оценки состояния кроны. Кроме того, на большинстве участков проводятся наблюдения за почвой и/или листовым покровом. В настоящий момент обсуждается вопрос о проведении нового обзора состояния почвы. В наиболее крупных лесных экосистемах стран-участниц для интенсивного мониторинга

было отобрано более 860 участков уровня II. На этих участках проводятся измерения большого количества ключевых показателей; собранные данные можно использовать в конкретных исследованиях для более часто встречающихся сочетаний древесных пород и мест произрастания. Ключевые показатели, измеряемые на обоих уровнях, составляют основу для экстраполяции результатов. В настоящее время рассматривается вопрос о включении в программу мониторинга дополнительных параметров и наблюдений.

I. ТЕКУЩИЕ ПОКАЗАТЕЛИ ОСАЖДЕНИЯ И КРИТИЧЕСКИХ НАГРУЗОК АЗОТА, КИСЛОТНОСТИ И ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ В ЛЕСНЫХ ЭКОСИСТЕМАХ

5. Для большинства европейских стран карты критических нагрузок азота и кислотности были составлены на основе прогнозных данных. Большое количество участков уровня II, их относительно широкий охват и обширная база данных дают возможность подтвердить и улучшить существующие модели, а также содействуют разработке новых методов. Оценка критических нагрузок для всех Европы, основывающаяся на измеренных данных с участков интенсивного мониторинга, сопоставленных с измеренными текущими нагрузками, ранее отсутствовала и впервые представлена в этом отчете. Поскольку сбор, представление и подтверждение данных требуют много времени, были использованы данные вплоть до 1999 года. Оценки проводились после тщательной проверки достоверности и сопоставимости данных. Критические нагрузки рассчитывались для примерно 230 участков интенсивного мониторинга, по которым имелись все соответствующие данные об уровне осадения, метеорологических условиях, приросте лесов, химических характеристиках почвы и почвенного раствора. Результаты по азоту представлены в виде суммарного содержания нитрата (NO_3) и аммония (NH_4). Уровень кислотности определен в виде суммарного содержания сульфата (SO_4) и азота.

A. Определение критических предельных значений и нагрузок

6. Поступления из атмосферы влияют одновременно на различные части лесных экосистем. Поэтому существует возможность расчета различных возникающих в связи с этим критических нагрузок, учитывающих эти различные виды воздействия. Наименьшей из них является критическая нагрузка, относящаяся к защите конкретной экосистемы. Следует иметь в виду, что представленные критические нагрузки рассчитаны на устойчивое состояние. Избыточные нагрузки ведут к увеличению концентрации азота и кислотности и в конечном счете к достижению критического предела. На практике период времени до того, как проявятся последствия воздействия, может длиться несколько лет или десятилетий.

7. Представленные в этом отчете критические нагрузки для азота рассчитывались исходя из того, чтобы не допустить дальнейшего чистого накопления азота в почве. Эти расчеты основываются на пороговом значении содержания азота в почвенном растворе в размере $0,28 \text{ г.м}^{-3}$ ($0,02 \text{ моль}_{\text{с}}.\text{м}^{-3}$). На участках с более высокими значениями следует ожидать более высокого уровня выщелачивания. Дополнительно в отчет включены критические нагрузки для азота, которые должны обеспечить, чтобы концентрации азота в листе деревьев были ниже критического предела в 18 г.кг^{-1} . В случае превышения этого предела деревья могут оказаться более уязвимыми по отношению к засухе, морозу, насекомым-вредителям и болезням. Другой подход направлен на определение воздействия осаждения азота на растительный покров. В этом случае пределы рассчитывались на основе эмпирических данных.

8. Критические нагрузки для кислотности учитывают влияние на корневую систему деревьев свободного алюминия, содержащегося в почвенном растворе. Они рассчитывались с целью добиться того, чтобы соотношения между количеством токсичного алюминия и основных катионов в почвенном растворе оставались ниже критического предела $0,8$ для сосен и елей и $1,6$ для дуба и бука. Другие критические нагрузки для кислотности были рассчитаны для ситуаций, когда не происходит дальнейшей потери взаимозаменяемых основных катионов в лесных почвах, богатых катионными основаниями (лесс, глинистые и торфяные почвы), а также дальнейшей потери уже имеющегося алюминия в песчаных лесных почвах с малым содержанием катионного основания.

9. Были рассчитаны критические нагрузки для тяжелых металлов, приводящие в конечном счете к таким концентрациям в почвенном растворе, которые могут неблагоприятно влиять на почвенные организмы. Для кадмия была использована предельная концентрация в $0,8 \text{ мг.м}^{-3}$; для свинца предельная концентрация составляла 8 мг.м^{-3} .

В. Азот

10. Средний показатель осадений азота в период с 1995 по 1999 год по всем 234 участкам составил $19 \text{ кг.га}^{-1}.\text{г}^{-1}$. Наименьшие критические нагрузки были установлены для сосны, затем ели, что свидетельствует об их расположении большей частью в районах с низкими уровнями осадений, таких, как Скандинавия (таблица 1). Высокий уровень поступлений азота, свыше $22,4 \text{ кг.га}^{-1}.\text{год}^{-1}$ ($1\ 600 \text{ моль}_{\text{с}}.\text{га}^{-1}.\text{г}^{-1}$) отмечался только на участках в Центральной Европе. Как правило, на участках в Северной и Южной Европе общее поступление азота было значительно меньше.

11. Средняя критическая нагрузка, при которой не происходит дальнейшего накопления азота в почве, составила примерно $8 \text{ кг.га}^{-1}.\text{год}^{-1}$. Эти критические нагрузки были превышены на 92% контрольных участков уровня II (таблицы 1 и 2). Для сосны, имеющей более низкий уровень поглощения азота, критические нагрузки оказались меньшими, чем для других пород деревьев. Для экосистем, менее чувствительных к высоким уровням поступления азота, характерны высокие уровни критических нагрузок. Такие участки в основном расположены в Южной Европе, где лесные экосистемы, особенно широколиственные леса, имеют более высокий уровень поглощения азота. Результаты подтверждают, что леса в Северной Европе более чувствительны к поступлениям азота, поскольку в этих регионах общий объем поглощения азота деревьями является низким.

12. Критические нагрузки азота, при которых возникает воздействие на листву деревьев, оказались более высокими. Таким образом, можно предположить, что состояние деревьев начнет меняться только при более высоких уровнях поступления азота. В среднем этот показатель составил примерно $14 \text{ кг.га}^{-1}.\text{год}^{-1}$ для сосны и примерно $20 \text{ кг.га}^{-1}.\text{год}^{-1}$ для ели. Эти нагрузки были превышены на 45% контрольных участков с хвойными деревьями, что свидетельствует об уменьшении их способности бороться с воздействием засухи, мороза, насекомых-вредителей и заболеваний.

13. Критические нагрузки, не вызывающие изменений в растительном покрове, были превышены на 58% участков. Это показывает, что в европейских лесах весьма вероятны изменения в видовом разнообразии растительности.

Таблица 1. Средняя общая существующая нагрузка осадений (СНО кг), критическая нагрузка (КН кг) в $\text{кг.га}^{-1}.\text{год}^{-1}$ и процент участков с избыточными осадениями (КНизб.%). Критические нагрузки увязаны с воздействием на почву. Данные в скобках приведены в $\text{моль}_c.\text{га}^{-1}.\text{год}^{-1}$

Породы деревьев	Количество участков	СНО кг	КН кг	КНизб. (%)
Сосна	57	15 (1074)	6 (419)	96
Ель	96	19 (1359)	9 (618)	86
Дуб	28	21 (1476)	9 (623)	93
Бук	42	22 (1540)	9 (659)	98
Прочие	11	17 (1198)	9 (670)	91
Всего	234	19 (1329)	8 (580)	92

Таблица 2. Участки уровня II с осаджением, превышающим критические нагрузки, увязанные с различными частями лесных экосистем

Части экосистемы	Процент участков уровня II с избытком	
	критических нагрузок азота	критических нагрузок кислотности
Почва	92	64
Деревья	45	33
Растительный покров	58	-

С. Кислотность

14. Средняя нагрузка кислотности (азот плюс сульфат) на 226 участках составила примерно 2 100 моль_c. га⁻¹.год⁻¹. Как и в случае с азотом, самые низкие нагрузки были установлены для сосны, затем ели (таблица 3). Относительно высокая кислотная эмиссия была выявлена во всех регионах Европы, за исключением центральной и северной частей Скандинавии, но больше всего участков с наивысшим уровнем кислотной эмиссии (до 3 000 моль_c. га⁻¹.год⁻¹) находится в Центральной Европе.

15. Критические нагрузки, учитывающие влияние на корневую систему деревьев через свободный алюминий, содержащийся в почвенном растворе, были явно ниже для сосны и ели. Эти породы более чувствительны к воздействию алюминия, чем дуб или бук. В целом показатели критических нагрузок кислотности возрастают от северных бореальных регионов к южной части Европы, что свидетельствует о том, что лесные экосистемы на юге менее чувствительны к кислотной эмиссии. Во-первых, это обусловлено более высокой степенью ее нейтрализации в результате поступлений основных катионов из атмосферы и выветривания почвы, а во-вторых - более высоким уровнем поглощения азота растительностью на юге. Критические нагрузки были превышены на 33% участков (таблицы 2 и 3).

16. Критические нагрузки, относящиеся к основным катионам и скоплениям алюминия в почве, являются более низкими. Они были превышены на 66% участков.

Таблица 3. Средняя общая существующая нагрузка кислотных осадений (СНО моль), критическая нагрузка (КН моль) в моль_c.га⁻¹.год⁻¹ и избыточные осадения (КНизб.%). Критические нагрузки увязаны с воздействиями на корневые системы деревьев

Породы деревьев	Количество участков	СНО моль	КН моль	КНизб. (%)
Сосна	55	1 749	2 906	40
Ель	94	2 146	2 726	34
Дуб	27	2 272	4 721	25
Бук	40	2 346	4 624	31
Прочие	10	2 032	5 282	18
Всего	226	2 094	3 469	33

D. Тяжелые металлы

17. В среднем текущие осадения свинца значительно превышают критическую нагрузку, и в то же время избыточные осадения кадмия являются небольшими. Доля участков, на которых были превышены критические нагрузки, составила 91% по свинцу и 29% по кадмию (таблица 4). Однако эти результаты основываются на весьма жестких критериях, касающихся возможного воздействия на почвенные организмы.

Таблица 4. Средняя общая существующая нагрузка осадений (СНО), критическая нагрузка (КН) и избыточные осадения (КНизб.) свинца и кадмия (в гр. га⁻¹.год⁻¹)

Количество участков со всеми породами деревьев	СНО (гр. га ⁻¹ .год ⁻¹)		КН (гр. га ⁻¹ .год ⁻¹)		КНизб. (%)	
	Свинец	Кадмий	Свинец	Кадмий	Свинец	Кадмий
242	26	0,38	3,8	0,33	91	20

E. Прогноз

18. Помимо критических нагрузок рассчитывались также существующие пороговые значения осадений. Они учитывают существующую, характерную для каждого участка ситуацию и, в отличие от критических нагрузок, не предполагают устойчивого состояния. Таким образом, они являются более точным инструментом для оценки рисков для лесов. Предварительные расчеты показывают, что существующие пороговые значения осадений превышают критические нагрузки азота, в то время как в отношении кислотности ситуация диаметрально противоположна. Более подробно этот аспект будет

рассматриваться в отчете следующего года, когда будут использованы динамические модели для прогнозирования воздействия сценариев кислотных осадений на лесные почвы. Для дальнейшей разработки критических нагрузок необходимо продолжать тесное сотрудничество с другими органами и программами, действующими в рамках Конвенции.

II. РАСТИТЕЛЬНЫЙ ПОКРОВ И ЛЕСНОЕ БИОРАЗНООБРАЗИЕ

19. Видовой состав растительного покрова, по которому проводилась оценка на участках интенсивного мониторинга, свидетельствует о разнообразии лесных экосистем. Мониторинг на уровне II предоставил уникальную возможность увязать видовой состав растительного покрова с экологическими факторами, включая атмосферное осаждение. Это было сделано для выявления по возможности тех экологических факторов, которые оказывают самое сильное влияние на разнообразие растительного покрова, особенно с учетом существующей гипотезы о том, что осадения азотных соединений представляют собой значительную угрозу. Если такие факторы будут установлены, станет возможным более точно оценить, что угрожает растительному разнообразию, с тем чтобы местные органы власти могли принимать профилактические меры.

A. Растительное разнообразие на уровне участка

20. Оценка растительного разнообразия по индексу Симпсона была проведена на основании данных, полученных с 674 участков. Значения этого индекса являются более высокими, когда оценивается большее количество пород. Результаты показывают, что между участками по всей Европе существуют значительные различия.

21. Оценка зависимости между растительным разнообразием и количеством видов растительного покрова, с одной стороны, и экологическими факторами - с другой, проводилась приблизительно на 200 участках, по которым имелись комплексные данные, включая информацию о почве и породах деревьев, климатические данные и данные об атмосферном осаждении (осадки, проникающие сквозь полог леса).

22. Различия в показателях распространенности различных видов, обитающих в растительном покрове, отчасти можно объяснить составом пород деревьев, фактическим состоянием почвы и климата, в основном - это уровень осадков и температура (таблица 5). "Богатые" почвы с высоким содержанием рН, высокой насыщенностью основаниями, наличием большого количества основных катионов, а также южный климат и наличие дубовых лесов, как представляется, имеют важное значение для обеспечения высокого растительного разнообразия. Воздействие кислотных осадений было более низким, но значительным по статистическим показателям. Показатели воздействия осадений,

являющиеся важной переменной, объясняющей видовой состав растительного покрова, возможно, представлены не полностью, учитывая зависимость между уровнем кислотных осаджений и фактическим содержанием рН в почве на участке. Кроме того, результаты увязываются только с пространственным распределением видов. Проводившиеся в этой связи исследования показывают, что временные изменения состава растительного покрова могут быть вызваны атмосферным осаджением. Из этого напрашивается вывод о том, что осаджения оказывают более сильное влияние на растительный покров, чем это представлено в данных результатах. Сбор данных в будущем позволит провести более точную оценку воздействия осаджений на изменения растительности.

Таблица 5. Описанная вариация распространенности видов, которые могут быть отнесены к четырем основным группам переменных на основании результатов, полученных с 194 участков

Группа переменных	Описанная вариация
Фактическое состояние почвы	7,6%
Температура, осадки	5,6%
Породы деревьев	4,1%
Осаждения	3,3%
Всего	20,6%

В. Отдельные виды и влияние экологических факторов

23. Зависимость между вероятностью присутствия отдельных видов и экологическими факторами была исследована по 332 различным видам. Это было сделано путем увязки показателей, характеризующих присутствие отдельных видов, с более чем 10 000 возможных сочетаний измеренных данных на уровне II. Результаты показывают преобладающее влияние химических характеристик почвы, в частности уровня рН, на присутствие отдельных видов растительности и подтверждают предыдущие результаты. Большинство видов присутствуют в щелочных условиях, в то время как на кислотных участках господствуют лишь некоторые, особо приспособленные виды. Это совпадает с существующим ныне мнением о том, что подкисление почвы отрицательно влияет на биоразнообразие. В ближайшие годы предстоит разработать модели на основе представленных оценок. Они позволят создать модели прогнозирования изменений состава растительного покрова в результате изменения экологических условий.

III. СОСТОЯНИЕ КРОНЫ В 2001 ГОДУ И ЕЕ ДИНАМИКА В ПРЕДШЕСТВУЮЩИЙ ПЕРИОД

24. Ежегодное исследование состояния кроны является основным инструментом программы для получения крупномасштабного обзора состояния лесов в Европе. В 2001 году транснациональные наблюдения по сетке со стороной квадрата 16 км проводились во всех государствах - членах ЕС и 15 странах, не являющихся его членами. В летние месяцы было оценено примерно 132 000 деревьев на почти 6 000 участках. В странах регулярно принимались меры по обеспечению надлежащего качества оценок, а Координационный центр программы МСП по лесам в Гамбурге, Германия, проводил всесторонние проверки достоверности и сопоставимости данных. В связи с изменениями методов оценки данные Франции и Италии были исключены из временных рядов.

25. Состояние кроны оценивалось по дефолиации. Этот параметр показывает степень потери листьев каждым из отобранных в качестве образца деревьев. Уровень дефолиации зависит от многих факторов стресса и, таким образом, является важным показателем общего состояния леса.

A. Состояние кроны в 2001 году и ее динамика

26. Почти четверть (22,4%) всех контрольных деревьев в 2001 году попали в категории средне- или сильно ослабленных либо засохших. Состояние кроны деревьев в странах - членах ЕС было несколько лучше, чем в целом по Европе. Из четырех наиболее часто встречающихся на делянках пород деревьев самая сильная дефолиация и самая высокая доля погибших деревьев наблюдалась у европейского скального дуба (иллюстрация I).

27. Случаи временной дефолиации были проанализированы по выборке из всех обследуемых длительное время деревьев. За исключением дуба падуболистного, средняя дефолиация всех основных пород деревьев в 2001 году увеличилась (иллюстрация II). Доля ослабленных и засохших деревьев всех пород (дефолиация 2-4 классов) была самой высокой в 1995 году (25,8%) и несколько сократилась в последующие два года. С тех пор отмечается постоянный, хотя и медленный, рост количества ослабленных деревьев.

28. Разные уровни среднесрочной дефолиации были выявлены не только у разных пород деревьев, но и в разных регионах. Составление карт с разбивкой по делянкам показывает, что количество участков, на которых средний уровень дефолиации значительно возрос, немного превышает количество участков, на которых он снизился.

29. Регионы, в которых преобладает тенденция улучшения состояния кроны, - южная часть Польши и юго-западная часть Франции. Ухудшилась ситуация главным образом в восточной части Болгарии и южной части Италии. Местные эксперты объясняют отмеченное в Южной Европе ухудшение состояния кроны прежде всего неблагоприятными погодными условиями. В период наблюдений в Болгарии также отмечались обширные лесные пожары, а в пострадавших районах южной части Италии наблюдались самые высокие концентрации озона в Европе. Кроме того, участки с буковыми деревьями и каштанами серьезно пострадали от насекомых-вредителей и грибка. Улучшение положения в южной части Польши объясняется сокращением уровня загрязнения воздуха и благоприятными погодными условиями, особенно в период с 1994 по 1999 год.

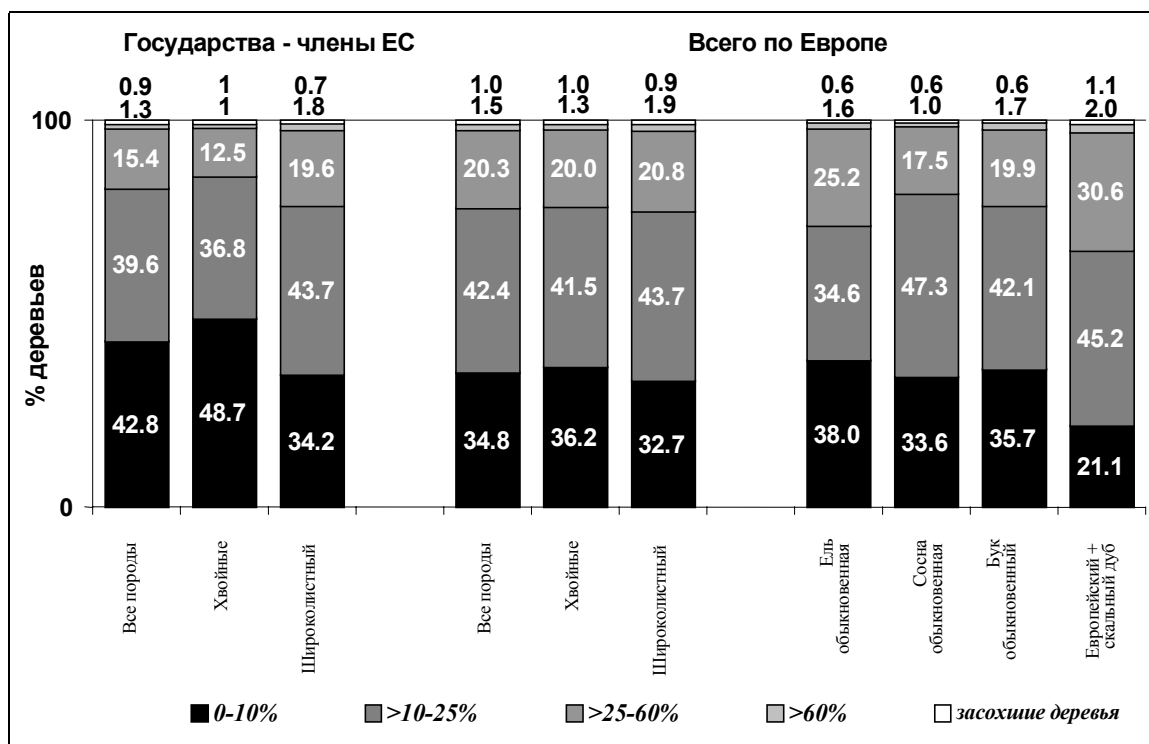


Рис. I. Деревья с различной степенью дефолиации с разбивкой по основным породам деревьев (группам деревьев). Всего по Европе и странам Европейского союза, 2001 год

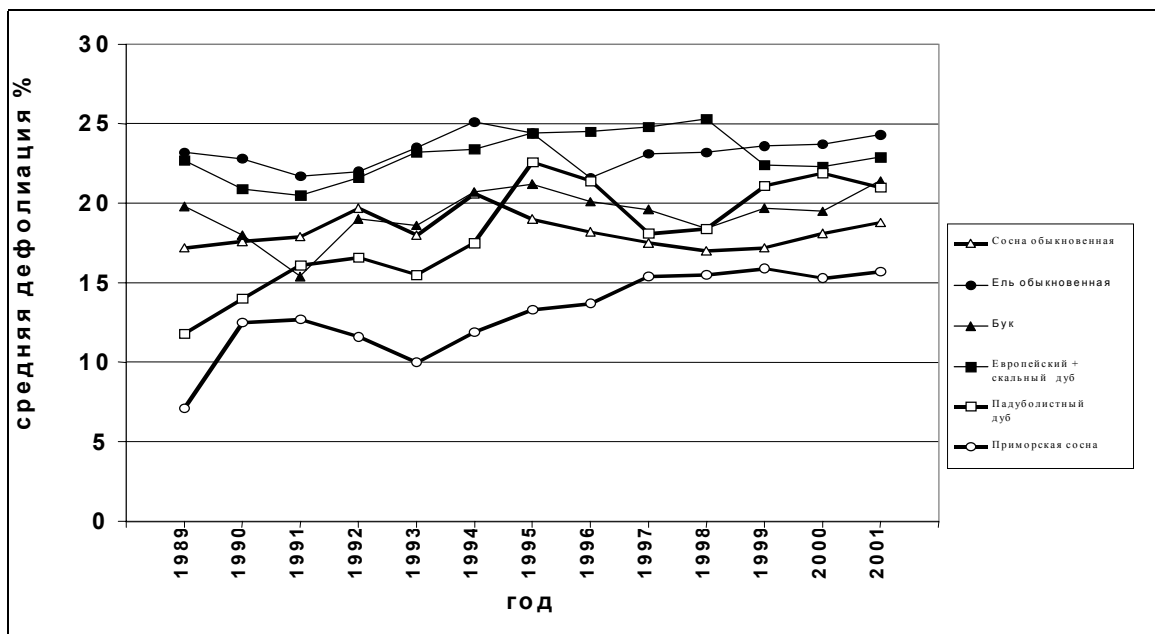


Рис. II. Динамика средней дефолиации у основных европейских пород деревьев, рассчитанная для деревьев, за которыми велись непрерывные наблюдения. Размеры выборки варьируются от 1 215 деревьев европейского и скального дуба до 3 012 деревьев ели обыкновенной

В. Воздействие на состояние кроны деревьев

30. Углубленные оценки воздействия на ель обыкновенную и бук проводились по тем участкам уровня I, где в период с 1994 по 1999 год постоянно проводился сбор данных по не менее чем трем елям или буковым деревьям. Период оценки заканчивается 1999 годом, поскольку данных об уровне осадений в более поздний период не имеется.

31. На полевые оценки дефолиации по всей Европе существенно влияет возраст лесопосадки (обычно степень дефолиации старших деревьев более высока) и страна, в которой расположена делянка уровня I (иногда методы оценки разных стран различаются).

32. Поэтому представленные уровни дефолиации были оценены как разница между полевыми оценками и смоделированными значениями участка, учитывающими переменные "возраст лесопосадки" и "страна" и, таким образом, компенсирующими их влияние. Динамика дефолиации рассчитывалась как линейное отклонение регрессии с

разбивкой по участкам по всем ежегодным средним значениям участка в период с 1994 по 1999 год. На оценку временного тренда возраст лесопосадки и страна оказывают незначительное влияние.

33. На основе имеющихся по участкам уровня I данных для интерполяции уровней и тенденций дефолиации был использован геостатистический метод Крига.

Интерполированные значения рассчитывались только для точек сетки, имеющих более четырех участков в радиусе 100 км. Для объяснения дефолиации, вызываемой различными экологическими воздействиями, применялись многомерные модели.

Совпадения случаев высокой дефолиации с определенными факторами стресса можно интерпретировать как вредное воздействие.

1. Сосна обыкновенная

34. В Эстонии, южной части Польши и северо-восточной части Испании имеются регионы с относительно высокой средней дефолиацией. Однако состояние кроны в этих регионах улучшилось. В центральной части Норвегии также отмечается сокращение достаточно высокого уровня средней дефолиации, в то время как состояние кроны в южной части Норвегии, которое ранее было хорошим, ухудшилось.

2. Бук обыкновенный

35. В восточной части Германии наблюдается относительно высокая средняя дефолиация бука, которая ухудшилась к концу периода наблюдения. В Румынии отмечались высокие колебания в состоянии кроны бука. Высокие уровни дефолиации в центральной части Румынии снижались вплоть до 1999 года, в то время как относительно низкие уровни дефолиации в средневосточных и среднезападных регионах страны явно возросли. К другим районам Европы, где положение с дефолиацией кроны бука ухудшается, относятся северо-западная часть Германии и район вдоль границы между Словенией и Хорватией. Несколько улучшилось положение в Словакии и ряде районов Германии.

3. Многофакторные виды воздействия на состояние кроны

36. Результаты, полученные на модели, показывают, что при высоких уровнях осадков крона деревьев сохраняется относительно здоровой (таблица 6). Кроме того, результаты, полученные на участках, на которых произрастают ели, говорят о возможном взаимном влиянии на крону характеристик участка и уровня осадков: на участках с низким и средним уровнем влаги наблюдается положительная зависимость между уровнем осадков

и состоянием кроны. На этих участках увеличение количества влаги, как представляется, приводит к улучшению состояния лесов, в то время как на участках с более чем достаточным количеством влаги в почве ситуация диаметрально противоположна. Что касается биотических факторов ущерба, причиной высоких или увеличивающихся показателей дефолиации являются насекомые-вредители (а на участках с буковыми деревьями также и грибок). Во всех четырех моделях также была установлена зависимость между осаднениями серы и высокой или возрастающей дефолиацией. Это подтверждает результаты исследований о вредном воздействии осаднения серы. Зависимость между поступлением азота и состоянием леса незначительна и говорит о недостаточности данных. Это могут подтвердить имеющиеся на данный момент сведения о том, что поступления азота, с одной стороны, эвтрофируют лесные экосистемы, а с другой - могут оказывать подкисляющее воздействие. Условия взаимодействия между уровнем осаднений и уровнем рН в почве в модели (не отражена) говорят о том, что воздействие осаднений в целом зависит от кислотности почвы. Линейный тренд отчасти объясняет временные колебания дефолиации сосны, а также бука. Это показывает, что имеются линейные тренды, не зависящие от других пояснительных переменных модели. Однако, как уже было показано на картах, для всей Европы единого тренда не существует, имеются лишь различающиеся условия по разным участкам.

Таблица 6. Зависимость между временными и пространственными колебаниями дефолиации сосны обыкновенной и бука обыкновенного и различные пояснительные переменные, полученные в результате многофакторного регрессивного анализа. Значение R² показывает процент отклонения, объясняемый моделью

Дефолиация		R ²	Количество участков	Переменные									
				Индекс осадков	Взаимодействие между участком* - осадками ¹	Насекомые	Грибок	Осадки ²			Линейный тренд	Возраст	Страна
								S	NH _x	NO _y			
Пространственная вариация	Сосна	60,9	1313	-	*	++		++	+	-		**	**
	Бук	41,1	399	**		+	++	+	-	+		**	**
Временная вариация	Сосна	44,5	1313	-	*	+		++	+	-	*		
	Бук	39,3	399	-		+	+	+	-	+	*		

¹ Источник: Глобальный центр климатологии осадков (www.dwd.de/research/gpcc).

² Источник: Сетка ЕМЕП со стороной квадрата 150 км (www.emep.int).

Примечания:

-	Негативная корреляция	**	значительная негативная корреляция	+	позитивная корреляция	++	значительная позитивная корреляция	*	корреляция	**	значительная корреляция
---	-----------------------	----	------------------------------------	---	-----------------------	----	------------------------------------	---	------------	----	-------------------------

IV. ВЫВОДЫ

37. Приблизительно третья часть Европы покрыта лесами. На эти обширные экосистемы частично воздействуют осаднения атмосферных загрязнителей. Они действуют в увязке с многими другими антропогенными и природными факторами стресса.

38. В программе мониторинга ЕС и МПС по лесам принимают участие эксперты 39 стран. В рамках программы обследуются примерно 7 000 участков по всей Европе и поддерживается эффективная связь с директивными органами и общественностью. Программа стала важным источником информации о политике в области обеспечения чистого атмосферного воздуха, воздействии атмосферных загрязнителей, а также их отношении к устойчивому лесопользованию, биоразнообразию и климатическим изменениям.

39. Временные тренды широкого комплекса данных состояния лесов вновь указывают на продолжающееся ухудшение состояния кроны деревьев за последние пять лет, хотя степень ущерба ниже по сравнению с пиковыми показателями в середине 90-х годов. Более 20% всех контрольных деревьев в 2001 году были отнесены к категории ослабленных. Впервые была четко продемонстрирована зависимость между уровнем осаднений и ухудшением состояния кроны на основании крупномасштабных оценок, проводившихся на 1 300 участках с сосновыми деревьями и 400 делянках с буковыми деревьями. Более того, на состоянии лесов отрицательно сказалось воздействие насекомых, грибов и неблагоприятные погодные условия.

40. В рамках Программы интенсивного мониторинга был рассчитан общий показатель осаднения на более чем 200 участках. Уровень поступлений азота с 1995 по 1999 год колебался в основном в пределах 3,5-39 кг на гектар в год, что в среднем составляет 19 кг. Средние поступления серы составляют приблизительно 12,5 кг и колеблются в основном в пределах от 3 до 29 кг. Степень воздействия этих осаднений зависит от чувствительности экосистем. Были рассчитаны критические нагрузки азота и кислотности, отражающие максимально допустимое для конкретных участков количество осаднений. Результаты говорят о том, что леса в Скандинавии особенно чувствительны. Нынешний уровень осаднений на многих участках превышал критические нагрузки азота и кислотности. Эти

результаты, рассчитанные в соответствии с Руководством по методологиям и критериям составления карт критических уровней/нагрузок и использующие данные измерений на участках интенсивного мониторинга, могут стать важным дополнительным инструментом проверки моделей, применявшихся другими МПС, в частности МПС по разработке моделей и составлению карт.

41. Конференция Организации Объединенных Наций по окружающей среде и развитию, состоявшаяся в 1992 году в Рио-де-Жанейро, выразила серьезную обеспокоенность по поводу потери всемирного биоразнообразия и выразила мнение о том, что одним из факторов, который может способствовать этому, являются атмосферные осадения. Данные о растительном покрове программы мониторинга, сопоставленные с измеренными экологическими воздействиями, показывают сегодня, что текущий уровень кислотности в почве однозначно влияет на присутствие видов. Было установлено, что на некоторые виды влияют азотные осадения. Дополнительными важными факторами экологического воздействия являются осадки, температура и породы деревьев, произрастающие на участках. Участники программы признали важность проблем биоразнообразия, и вновь учрежденной в рамках программы рабочей группе в настоящее время поручено проведение интенсивных наблюдений и оценки, которые, возможно, позволят в будущем представить количественные данные об экологическом воздействии на растительное биоразнообразие лесов.

42. В течение 16 лет своего существования программа мониторинга лесов МПС по лесам и ЕС всегда эффективно участвовали в подготовке, продвижении и распространении информации среди научных кругов, политических и правительственных структур. К ее постоянно расширяющимся базам данных и инфраструктуре все больший интерес проявляют другие организации и проекты. В то же время в связи с расширением сферы деятельности она нуждается в компетентных партнерах. В частности, в Скандинавских странах данные программы мониторинга увязываются с национальными реестрами лесов. Также обсуждается вопрос использования этих данных для мониторинга сферы распространения видов в рамках программы "Натура-2000". В своей деятельности МПС по лесам и ЕС учитывают международные процессы, такие, как Конвенция о биологическом разнообразии и Рамочная конвенция об изменении климата, а также используют выгоды от сотрудничества, например, с Конференцией по защите лесов в Европе на уровне министров и программами мониторинга осадений в других частях мира.
