



**ЭКОНОМИЧЕСКИЙ
И СОЦИАЛЬНЫЙ СОВЕТ**

Distr.
GENERAL

ECE/EB.AIR/WG.1/2006/5
19 June 2006

RUSSIAN
Original: ENGLISH

ЕВРОПЕЙСКАЯ ЭКОНОМИЧЕСКАЯ КОМИССИЯ

ИСПОЛНИТЕЛЬНЫЙ ОРГАН ПО КОНВЕНЦИИ О ТРАНСГРАНИЧНОМ
ЗАГРЯЗНЕНИИ ВОЗДУХА НА БОЛЬШИЕ РАССТОЯНИЯ

Рабочая группа по воздействию

Двадцать пятая сессия
Женева, 30 августа - 1 сентября 2006 года
Пункт 5 предварительной повестки дня

РЕЗУЛЬТАТЫ МОНИТОРИНГА СОСТОЯНИЯ ЛЕСОВ В ЕВРОПЕ ЗА 2005 ГОД

Доклад Координационного центра Международной совместной программы по оценке и мониторингу воздействия загрязнения воздуха на леса (МСП по лесам)

ВВЕДЕНИЕ

1. В 2005 году по линии МСП по лесам продолжал вестись крупномасштабный (6 093 участка уровня I) и интенсивный (860 участков уровня II) мониторинг состояния лесов. Он проводился по таким параметрам, как состояние кроны деревьев, химический состав листвы и хвои, химический состав почвы и почвенного раствора, рост деревьев, напочвенный покров, атмосферные осаджения, качество окружающего воздуха, метеорология, фенология и лесной опад.

**I. ПРОСТРАНСТВЕННЫЕ И ВРЕМЕННЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ
В ПОКАЗАТЕЛЯХ ОСАЖДЕНИЯ**

A. Методы

2. Данные о суммарном и сквозном осаждении имеются со второй половины 1990-х годов по приблизительно 500 участкам уровня II. Анализом были охвачены участки, где наблюдения велись в течение всего периода 1998-2003 годов, в результате

чего данные могли отсутствовать лишь максимум за один месяц в год. Показатели осадения в периоды, за которые отсутствовали данные, были рассчитаны на основе средних дневных показателей осадения в оставшуюся часть года. Для учета колебаний в показателях осадения для всех участков был рассчитан средний показатель осадения не за один какой-либо год, а за трехлетний период (2001-2003 годы). В целях количественной оценки временных изменений были произведены расчеты и проверка на значимость показателей наклона линии линейной регрессии для каждого участка.

В. Результаты

3. Согласно результатам измерений, проведенным в 1998-2003 годах на приблизительно 230 участках в Европе, средний показатель сквозного осадения азота (N) составлял от 9,2 до 11,1 кг га⁻¹ год⁻¹. Среднегодовые показатели были подвержены колебаниям. Показатели осадения аммония находились в пределах 4,4-5,4 кг га⁻¹ год⁻¹. Показатели осадения нитратов составляли от 4,7 до 5,7 кг га⁻¹ год⁻¹ (диаграмма 1). Анализ, проведенный по всем участкам, показал, что показатели сквозного осадения азота на приблизительно 90% участках значительно не изменились. Показатели осадения на участках в центральной Европе были, как правило, более высокими, чем в альпийских районах, а также в северной и южной Европе.

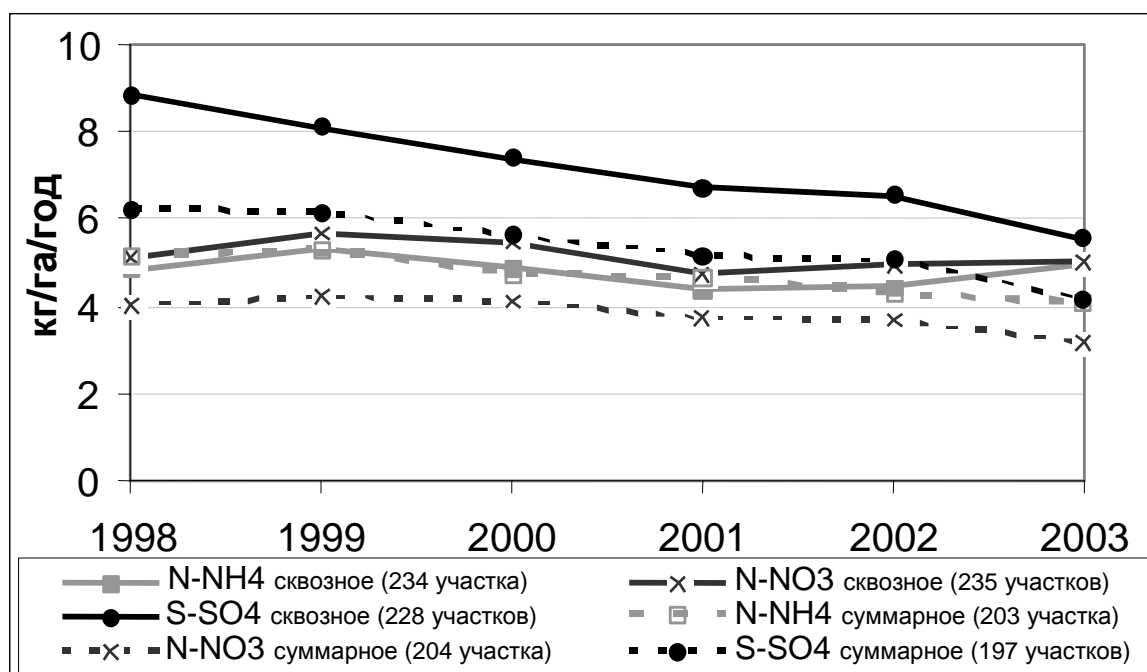


Диаграмма 1. Среднегодовые количества суммарных и сквозных осадений сульфатов (S-SO₄), нитратов (N-NO₃) и аммония (N-NH₄) в 1998-2003 годах.

4. За период 1998–2003 годов средний показатель суммарного осаждения аммония на приблизительно 200 участках сократился с 5,1 до 4,1 кг N га⁻¹ год⁻¹. На 10% участков было отмечено значительное сокращение, а на 2% - значительное увеличение. В тот же период показатель суммарного осаждения нитратов сократился с 4,0 до 3,2 кг га⁻¹ год⁻¹. На 12% участков было отмечено значительное сокращение этого показателя. Существенным образом этот показатель возрос лишь на одном участке.

5. В период 1998–2003 годов средний показатель сквозного осаждения сульфатов сократился с 8,8 до 5,6 кг га⁻¹ год⁻¹. На 30,7% участков было отмечено значительное сокращение осаждения серы (S), при этом оно увеличилось лишь на одном участке (диаграмма 1). Сравнительно низкий уровень сквозного осаждения сульфатов был отмечен на участках в альпийском районе, а также на Скандинавском и Пиренейском полуостровах. В 1998–2003 годах средний показатель суммарного осаждения сульфатов неуклонно снижался и сократился с 6,2 до 4,2 кг S га⁻¹ год⁻¹. Позднее результаты измерений будут сопоставлены с данными, смоделированными ЕМЕП.

II. ВОЗДЕЙСТВИЕ ОСАЖДЕНИЯ АЗОТА НА НАПОЧВЕННЫЙ ПОКРОВ

6. Напочвенный покров имеет большое значение для биологического разнообразия лесных экосистем и жизнедеятельности большого числа насекомых, животных и грибов. Осаждение наряду с природными факторами может влиять на видовой состав напочвенного покрова.

A. Методы

7. Для целей анализа использовалась информация, полученная в период 1994-2003 годов в рамках оценок состояния растительного покрова на 720 участках. На 477 участках были проведены повторные обследования. Оценки состояния растительного покрова проводились национальными экспертами. Пробная площадь должна была составлять 400 м². Оценка относительного обилия видов для напочвенного растительного покрова производилась с использованием различных шкал, например Брауна-Бланке (1964 год), Лондо (1976 год), а также процентных показателей участия в проективном покрытии. Данные, полученные с помощью различных шкал, были преобразованы в процентные показатели участия в проективном покрытии на основе разработанного МСП по лесам *Руководства по методам и критериям для согласованного отбора проб, оценки, мониторинга и анализа воздействия загрязнения воздуха на леса*.

8. В напочвенном ярусе было выявлено в общей сложности 2 003 вида сосудистых растений. Кроме того, был зарегистрирован 91 неизвестный таксон. В рамках

большинства оценок число видов составило менее 30. Наибольшая частота была зарегистрирована для класса 10–20 видов на участок. Максимальное число видов составило в рамках одной оценки 128.

9. Оценка флористического состава напочвенного покрова производилась с использованием методов ординации, например анализа соответствий с исключенным трендом (DCA) (тер Браак, 1987 год).

В. Результаты

10. Результаты первого анализа DCA, проведенного на 722 участках, показали, что дисперсия в видовом составе в Европе составляет 10%. Это является отражением чрезвычайно однородного флористического состава напочвенного растительного покрова и действия различных экологических факторов. 3,1% дисперсии приходится на виды, доминирующие в сухих древесно-кустарниковых зарослях Средиземноморья (маки), которые встречаются в основном на участках на Пиренейском полуострове. Их противоположностью являются участки с теневыносливыми видами подлеска неморальных и бореальных лесов. Эти различия можно объяснить природными климатическими и фитогеографическими условиями. Применение различных методов лесоустройства может также играть роль в данном контексте, поскольку несколько участков на Пиренейском полуострове расположено в низкоплотных насаждениях с разреженным ярусом древостоя.

11. Вторым анализом DCA было охвачено 488 участков в центральных и южных бореальных районах Европы. Было сделано предположение, что воздействие загрязнения воздуха на почвенный растительный покров в этом районе является весьма вероятным. Дисперсия составила 10%. 4,3% дисперсии приходилось на виды, обычно встречающиеся на кислых почвах, включая чернику (*Vaccinium mult. spec.*). Данные по этим видам резко отличались от данных по таким видам, как аронник (*Arum maculatum*), пролесник многолетний (*Mercurialis perennis*) и примула высокая (*Primula elatior*), которые обычно произрастают на карбонатных почвах. Полученные результаты позволили предположить, что кислотность почвы на участках является важным фактором, определяющим состав напочвенного растительного покрова в неморальной зоне европейских лесов (см. Эвальд, 2003 год). Кислотно-основное состояние зависит главным образом от почвообразующей породы или типа леса, хотя в долгосрочном плане следует учитывать и воздействие кислотного осадения.

12. Результаты второго анализа DCA также показали, что дополнительную вариацию можно объяснить встречаемостью таких видов, как хохлатка (*Ceratocarpus claviculata*), пикульник двурасщепленный (*Galeopsis bifida*) и звездчатка средняя (*Stellaria media*).

В литературе (например, Летмейт и др., 2002 год, Де Ври и др., 2003 год) имеются обширные сведения о том, что наличие в почве большого количества азота благоприятствует росту этих видов. Поэтому в почвах на участках, где часто встречаются эти виды, имеется азот. Эти участки расположены в районах с высоким уровнем осаждения азота, например в Нидерландах, Фландрии, Северной Германии и Дании, Южной Польше, Словакии и Венгрии.

13. Результаты анализа, в рамках которого также использовались собранные на участках уровня II данные о почвах и осаждении, показали, что почвы на участках, где встречаются виды - индикаторы кислотности, являются более кислыми и характеризуются более низким показателем рН (диаграмма 2). Кроме того, воздействие загрязнения воздуха может служить объяснением некоторых изменений в видовом составе, поскольку существует значительная корреляция между встречаемостью видов - индикаторов азота и азотным осаждением (диаграмма 3).

14. Более подробную информацию можно получить в рамках национальных оценок. В Италии число видов растений с увеличением содержания азота в почве возросло. Это произошло главным образом в буковых лесах в южной части страны. Однако в тех случаях, когда осаждение азота превысило критические нагрузки концентрации биогенного азота, число видов сократилось, главным образом в буковых лесах в северной части Италии.

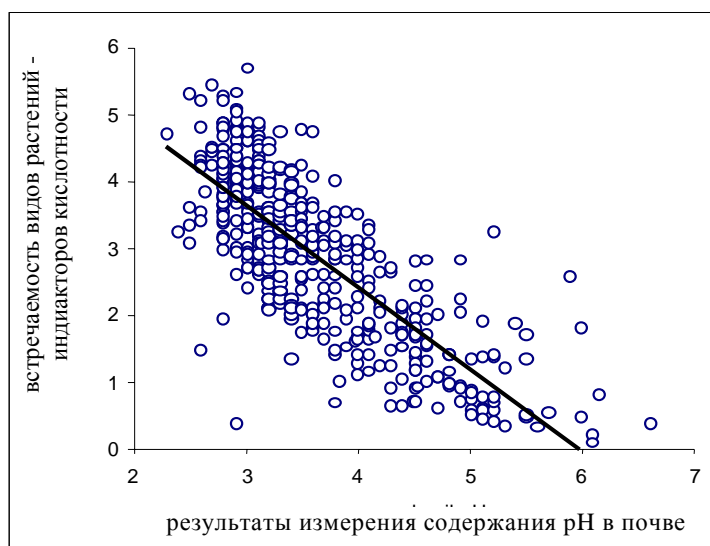


Диаграмма 2. Зависимость между встречаемостью растений - индикаторов кислотности и содержанием рН в органическом слое почвы на 472 участках (на диаграмме показано большое число участков с весьма низким содержанием рН)

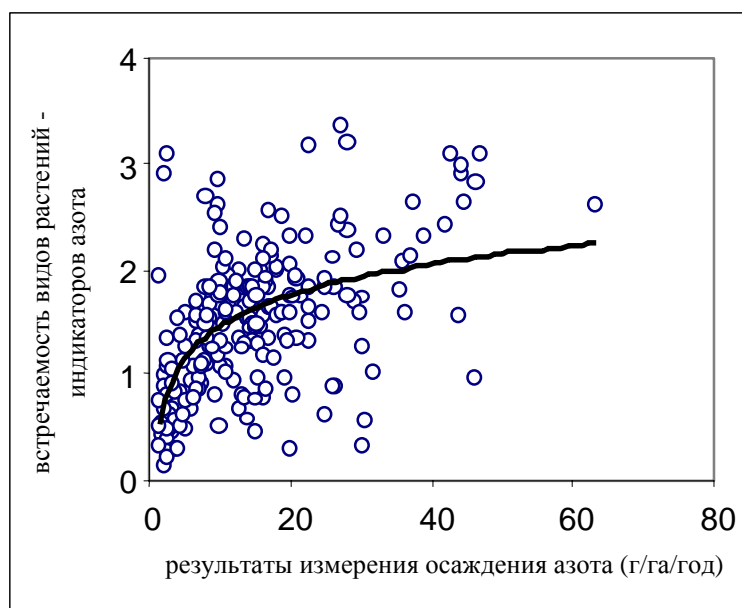


Диаграмма 3. Зависимость между встречаемостью растений - индикаторов азота и осаждением азота на 224 участках.

15. Для выражения экологического поведения видов растений обычно используются индикаторные значения Элленберга. Для видов, которые обычно произрастают лишь на участках с низким поступлением азота, устанавливаются низкие индикаторные значения азота. Поэтому проведение повторных оценок растительного покрова на соответствующих участках позволяет проанализировать происходящие во времени возможные изменения в видовом составе растений с использованием средних индикаторов по Элленбергу. Различия были рассчитаны путем сравнения средних индикаторных значений азота по Элленбергу, полученных в рамках самой последней и первой оценок на 475 участках, где проводились повторные обследования. На большинстве участков каких-либо изменений не произошло. Временной интервал между измерениями (приблизительно пять лет) возможно был слишком небольшим, для того чтобы получить представление о происшедших изменениях, или же растительность, возможно, уже адаптировалась к осаждению азота на момент проведения первых оценок. Для анализа возможных изменений в составе почвенного растительного покрова требуются более длительные временные интервалы.

III. РАЗРАБОТКА ДИНАМИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ ПОДКИСЛЕНИЯ ЛЕСНЫХ ПОЧВ

16. Результаты мониторинга показывают, что осаждение серы на многих участках сократилось, в то время как осаждение азота либо оставалось стабильным, либо снизилось (см. раздел II). С помощью динамических моделей химического состава почвы можно продемонстрировать воздействие кислотного осаждения и лесохозяйственных операций, например лесозаготовок и внесения известковых удобрений. Они представляют собой ориентированные на изучение конкретных процессов средства для оценки подкисления и восстановления лесных экосистем.

17. Простейшая динамическая модель (ПДМ) была применена на 35 участках уровня II, находящихся в Испании (7), Соединенном Королевстве (2), Германии (8), Польше (6), Греции (4), Австрии (4), Бельгии (3) и Венгрии (1). Эти участки были отобраны исходя из наличия данных, и не являлись репрезентативными для всей Европы. Для расчетов использовались данные уровня II и данные об уровнях осаждения, имеющиеся в литературе. Сценарии осаждения, в будущем основанные на Гётеборгском протоколе, были предоставлены Центром по разработке моделей для комплексной оценки.

18. Результаты применения моделей показали, что на многих участках в период 1900-1990 годов было отмечено увеличение уровня подкисления, после чего ситуация несколько восстановилась. Согласно прогнозам, подготовленным на основе модели, процесс восстановления будет продолжаться до 2030 года.

19. Наблюдаемое сегодня частичное восстановление, вызвано главным образом сокращением выбросов. Предполагается, что благодаря осуществлению Гётеборгского протокола выбросы будут продолжать сокращаться до 2010 года. Достигнутый к 2010 году уровень осаждения будет оставаться неизменным, как предполагается, до 2050 года. Согласно подготовленным на основе модели прогнозам, число участков со значением pH ниже 4 в 2050 году будет таким же, как и в 1900 году (диаграмма 4). Однако лишь на 50% участков pH превысит 5 против 70% в 1990 году.

20. Реакция экосистемы не будет одинаковой на всех участках, что обусловлено различиями в лесорастительных условиях. Участки, где значение pH является постоянным, имеют в основном карбонатный почвообразующий материал, который является природным буфером для кислотного осаждения. Значение pH в чувствительных почвах значительно сократилось, а их восстановление было лишь частичным.

21. Химический состав почвенного раствора в динамических моделях в значительной степени зависит от некоторых вводимых параметров, например от атмосферных осадков, и быстро реагирует на происходящие в них изменения. Восстановление твердой фазы почвы происходит значительно медленнее и может занять многие десятилетия.

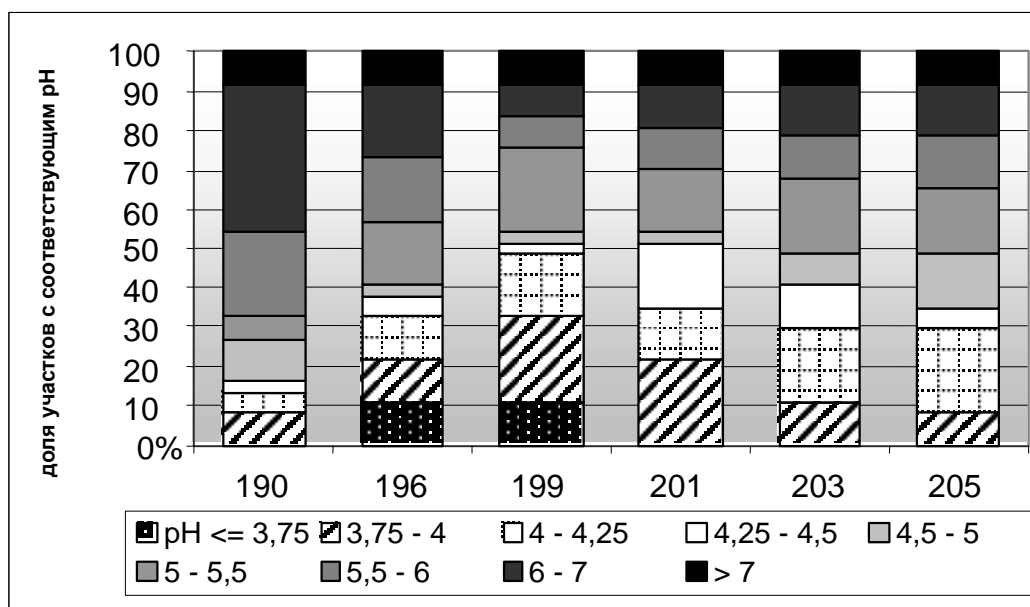


Диаграмма. 4. Частотность смоделированных значений pH на 35 участках уровня II, находящихся в Испании (7 участков), Соединенном Королевстве (2), Германии (8), Польше (6), Греции (4), Австрии (4), Бельгии (3) и Венгрии (1)

IV. СОСТОЯНИЕ КРОНЫ И РОСТ ДЕРЕВЬЕВ

22. Наряду с оценкой воздействия загрязнения воздуха на леса в Европе следует также проводить анализ общего состояния лесов и дополнительных факторов стресса, поскольку леса представляют собой сложные экосистемы, а различные факторы стресса взаимодействуют друг с другом. Мониторинг состояния лесов проводится на больших площадях с помощью обследования уровня дефолиации деревьев. В рамках этого обследования деревья, которые не подверглись дефолиации, относятся к категории неповрежденных.

23. В 2005 году обследование состояния кроны проводилось на 6 093 участках в 30 странах, при этом им было охвачено 133 840 деревьев. У 23,2% деревьев потери хвои или листвы составили более 25%, в связи с чем они были отнесены к категории поврежденных или сухостойных деревьев. В 2004 году соответствующая доля составляла 23,3%. Среди наиболее встречаемых пород деревьев наиболее высокая доля поврежденных и сухостойных деревьев в 2005 году приходилась на дуб европейский и дуб скальный.

24. Для расчета долгосрочной динамики дефолиации использовались данные стран, которые представляют ежегодные данные начиная с 1990 года. В период 1990-2005 годов степень дефолиации некоторых основных пород возросла (диаграмма 5). Это в частности касается сосны приморской (средний уровень дефолиации увеличился с 13,2 до 18,9%), бука (с 17,9 до 22,2%), дуба каменного (с 13,8 до 23,8%), а также дуба европейского и дуба скального (с 21,0 до 25,5%). Показатель дефолиации ели обыкновенной колебался в пределах 23% и не имел сколь-либо выраженной тенденции. Среди основных пород уровень дефолиации снизился лишь в случае сосны обыкновенной (с 24,3 до 22,6%). Благодаря наблюдаемой с середины 1990-х годов тенденции к восстановлению кроны деревьев этой породы, особенно в Польше и некоторых районах Балтийских государств, ее состояние по сравнению с 1990 годом несколько улучшилось. В результате сильной жары и засухи, которые имели место летом 2003 года, состояние кроны деревьев всех основных пород, за исключением сосны обыкновенной и дуба каменного, в период 2003-2004 годов резко ухудшилось в южной Финляндии, самой южной части Швеции, центральной и южной Германии, Болгарии и некоторых районах Франции. В период 2004-2005 годов было отмечено улучшение состояния кроны бука, ели обыкновенной и дуба европейского и дуба скального.

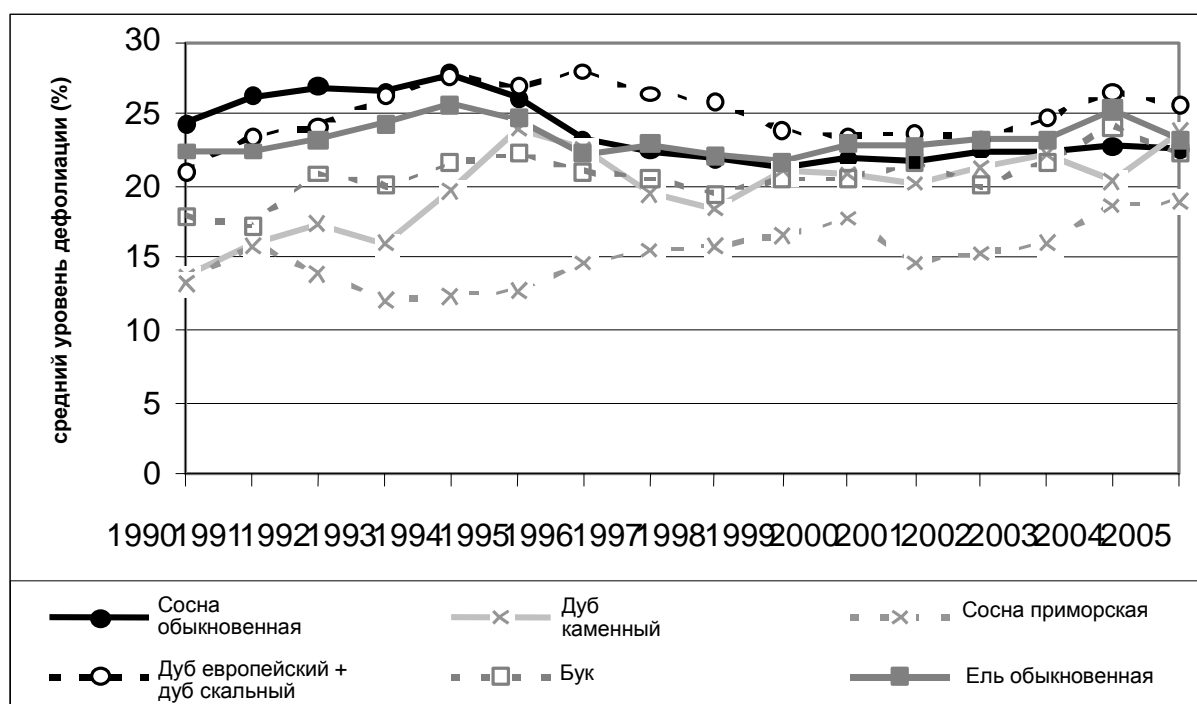


Диаграмма 5. Процентная доля поврежденных деревьев всех пород и средний уровень дефолиации деревьев наиболее встречающихся пород (данные по странам, постоянно представляющим информацию)

25. Результаты предыдущих исследований (например, Лоренц и др. 2003 год) показали, что колебания в показателях дефолиации главным образом объясняются возрастом деревьев, экстремальными погодными условиями и биотическими факторами. Дефолиация может быть лишь отчасти вызвана загрязнением воздуха. Считается, что обследование состояния кроны представляет собой ценную систему раннего предупреждения о воздействии многих факторов стресса на состояние лесов.

26. Влияние сильной засухи и жары, которые были отмечены на больших площадях в центральной Европе летом 2003 года, были проанализированы с использованием ежегодных данных о росте деревьев. Эти данные получают путем проведения измерений в южной Германии, Швейцарии, Австрии, Словении и северной Италии, для чего используются стационарные железные полосы, одеваемые по окружности ствола, а также анализ сердцевины деревьев. Эти участки находятся на различной высоте и в различных условиях стресса, оказываемого засухой. Данные имелись лишь по 2003 год включительно. Масштабы восстановления в период после засухи можно будет проанализировать лишь в будущем.

27. Сопоставление данных о росте за 2002 и 2003 год показали, что засуха 2003 года в наибольшей степени сказалась на росте ели обыкновенной. Воздействие на бук было менее значительным, а рост дуба европейского и дуба скального практически не замедлился. Замедление роста в 2003 году было отмечено на всех участках, находящихся на высоте менее 1 000 метров. Рост ели (по сравнению с 2002 годом) замедлился на 40-80%, а бука – на 60-95%. На высоте более 1 000 м засуха не являлась фактором ограничения роста благодаря более низким температурам и, возможно, большому количеству осадков. Напротив, отмеченная летом 2003 года высокая температура стимулировала рост, поскольку способствовала увеличению вегетационного периода.

СПРАВОЧНАЯ ЛИТЕРАТУРА

Braun-Blanquet J. 1964. Pflanzensoziologie. Grundzüge der Vegetationskunde. 3. Berlin, Vienna, New York: Springer.

De Vries W, Reinds GJ, Posch M, Sanz MJ, Krause GHM, Calatayud V, Renaud JP, Dupouey JL, Sterba H, Vel EM, Dobbertin M, Gundersen P and Voogd JCH. 2003. Intensive Monitoring of Forest Ecosystems in Europe. Technical Report. Geneva, Brussels: UNECE and EC.

Ewald J. 2003. The calcareous riddle: why are there so many calciphilous species in the Central European flora? *Folia Geobotanica* 38: 357–366.

Lethmate J, Ebke K and Pollmann W. 2002. Zur Ausbreitung des Rankenden Lerchensporns *Ceratocarpus claviculata* (L.) Liden. Osnabrücker Naturwiss Mittlg 28: 117–135.

Londo G. 1976. A decimal scale for relevés of permanent quadrats. *Vegetatio* 33: 61–64.

Lorenz M, Mues V, Becher G, Fischer R, Luysaert S, Raitio H, Fürst A and Langouche D. 2003. Forest Condition in Europe. 2003 Technical Report. Geneva and Brussels: UNECE and EC.

ter Braak CJF. 1987. Ordination. In RHG Jongman, CJF ter Braak and OFR van Tongeren (eds.), *Data analysis in community and landscape ecology*. Pudoc, Wageningen, 91–173.

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