



**ЭКОНОМИЧЕСКИЙ
И СОЦИАЛЬНЫЙ СОВЕТ**

Distr.
GENERAL

ECE/EB.AIR/WG.1/2009/6
7 July 2009

RUSSIAN
Original: ENGLISH

ЕВРОПЕЙСКАЯ ЭКОНОМИЧЕСКАЯ КОМИССИЯ

ИСПОЛНИТЕЛЬНЫЙ ОРГАН ПО КОНВЕНЦИИ
О ТРАНСГРАНИЧНОМ ЗАГРЯЗНЕНИИ ВОЗДУХА
НА БОЛЬШИЕ РАССТОЯНИЯ

Рабочая группа по воздействию

Двадцать восьмая сессия
Женева, 23-25 сентября 2009 года
Пункт 5 предварительной повестки дня

**ПОСЛЕДНИЕ РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБНОВЛЕНИЕ НАУЧНО-
ТЕХНИЧЕСКОЙ ИНФОРМАЦИИ**

РЕЗУЛЬТАТЫ МОНИТОРИНГА СОСТОЯНИЯ ЛЕСОВ В ЕВРОПЕ, 2009 ГОД

Доклад Программного координационного центра Международной совместной
программы по оценке и мониторингу воздействия загрязнения воздуха на леса

I. ВВЕДЕНИЕ

1. В 2009 году в рамках Международной совместной программы по оценке и мониторингу воздействия загрязнения воздуха на леса (МСП по лесам) продолжал осуществляться крупномасштабный и интенсивный мониторинг состояния лесов. Результаты были получены для 5 002 участков уровня I (оценка 2008 года) и 308 участков уровня II (оценка 2006 года). В число отслеживавшихся параметров входили состояние
GE.09-22854 (R) 090909 150909

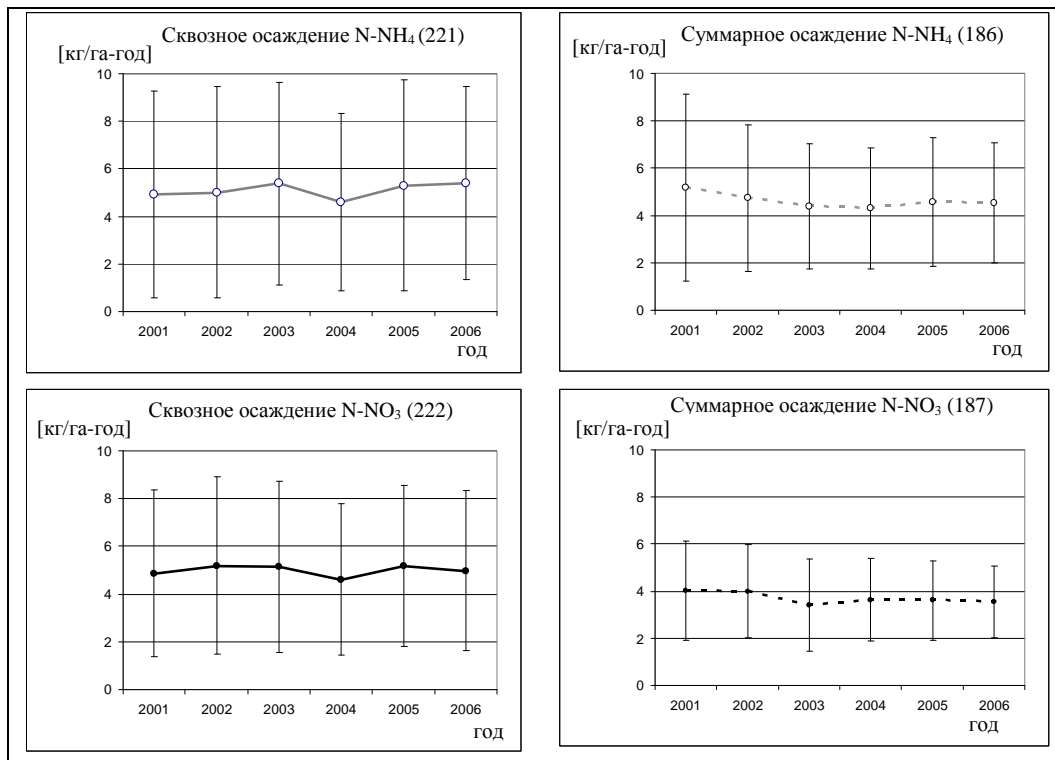
кроны деревьев, химический состав листвы и хвои, химический состав почвы и почвенного раствора, рост деревьев, напочвенная растительность, атмосферные осадения, качество окружающего воздуха, метеорологические условия, фенологическое состояние и лиственный опад (Lorenz et al. 2009, Fischer et al. 2009). Полученные результаты представлены в настоящем документе в соответствии с пунктом 3.4 плана работы по осуществлению Конвенции на 2009 год (ECE/EB.AIR/96/Add.2), принятого Исполнительным органом на его двадцать шестой сессии в декабре 2008 года.

II. ПРОСТРАНСТВЕННЫЕ И ВРЕМЕННЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ОСАЖДЕНИЯ

2. Данные о суммарном и сквозном осадении имеются со второй половины 1990-х годов приблизительно по 500 участкам уровня II. Анализ, проводившийся в последнее время, охватывал участки, где наблюдения велись в течение всего периода 2001-2006 годов, благодаря чему данные могли отсутствовать не более чем за один месяц в году. Показатели осадения в периоды, за которые данные отсутствовали, рассчитывались по среднесуточным уровням осадения в оставшуюся часть года. Для учета колебаний в уровнях осадения по каждому из участков был определен средний показатель осадения не за отдельно взятый год, а за трехлетний период (2004-2006 годы). В целях количественной оценки временных изменений для каждого участка были рассчитаны и проверены на значимость параметры наклона графика линейной регрессии за три года.

3. Согласно результатам измерений, проведенных на приблизительно 220 участках в Европе (рис. 1), средний показатель сквозного осадения азота (N) составлял от 8,9 до 10,2 кг га⁻¹ год⁻¹. Среднегодовые значения были подвержены колебаниям. Показатели сквозного осадения аммония (NH₄) находились в пределах 4,6-5,4 кг га⁻¹ год⁻¹, а показатели сквозного осадения нитратов (NO₃) – в пределах 4,6-5,2 кг га⁻¹ год⁻¹. Проведенные по каждому участку оценки показывают, что на 90% участков уровни сквозного осадения N не претерпели значительных изменений. Доля участков, где осадение усиливалось, была несколько выше доли участков, где оно снижалось (5,0% для NH₄ и 4,5% для NO₃). Показатели осадения на участках в Центральной Европе были, как правило, более высокими, чем в альпийских районах, а также в Северной и Южной Европе.

Рисунок 1. Среднегодовое суммарное и сквозное осаждение сульфатов ($S-SO_4$), нитратов ($N-NO_3$) и аммония ($N-NH_4$) в период 2001-2006 годов



Примечание. В скобках указано количество участков.

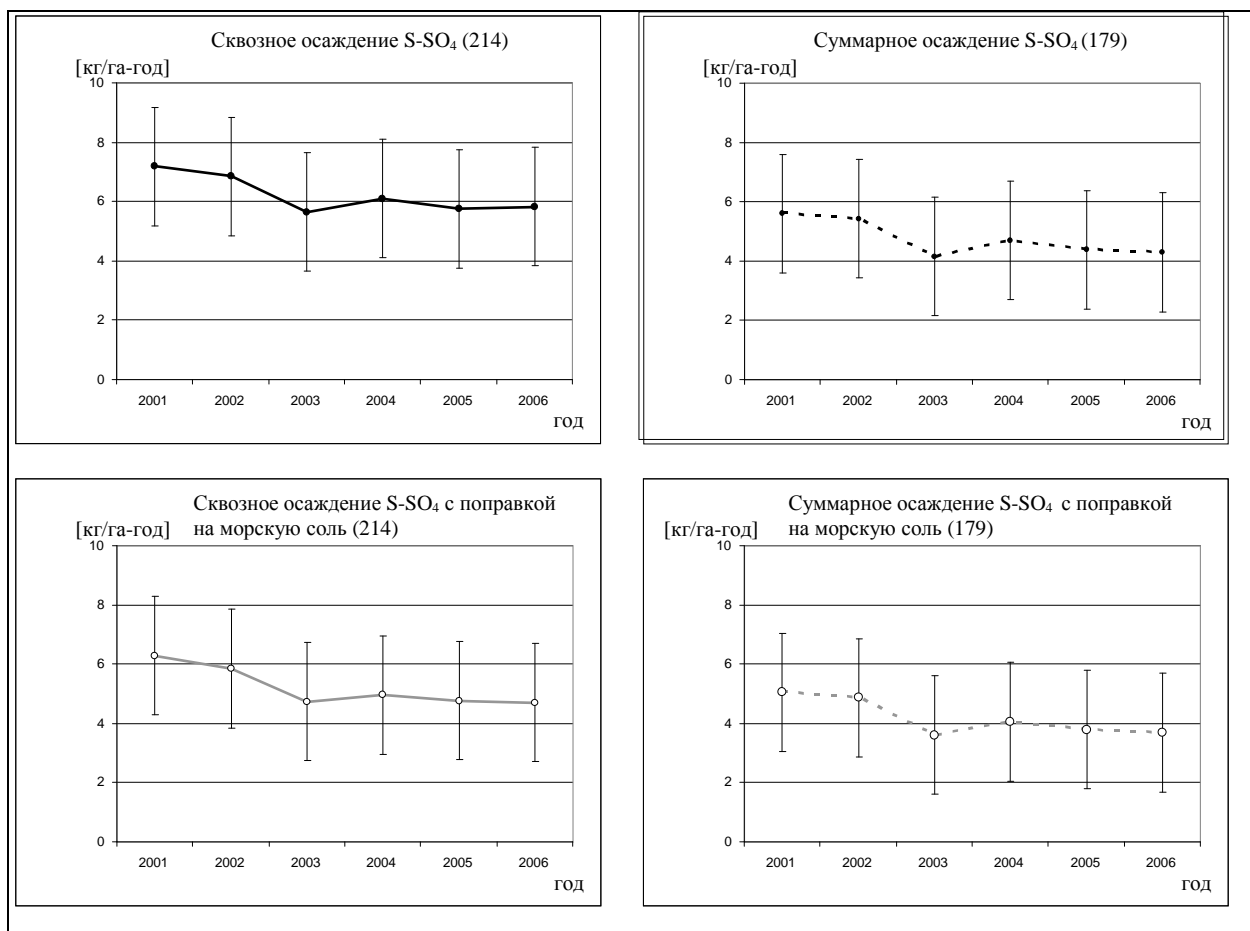
4. Средний показатель суммарного осаждения NH_4 на 186 участках колебался в пределах от 4,3 до 5,2 кг N га⁻¹ год⁻¹. Его общее снижение было отмечено на 4% участков, а повышение – на 3% участков. Среднее суммарное поступление NO_3 сократилось с 4,0 до 3,5 кг N га⁻¹ год⁻¹. На 8% участков было зафиксировано значительное сокращение этого показателя. Существенным образом он возрос на 2% участков.

5. Средний показатель поступления сульфатов (SO_4) сквозь полог леса сократился с 7,2 до 5,8 кг га⁻¹ год⁻¹ (рис. 2). На 9% участков было отмечено значительное сокращение поступления серы (S), тогда как его увеличения не наблюдалось ни на одном участке. Сравнительно низкий уровень сквозного осаждения SO_4 был зафиксирован на участках в Альпийском регионе, в Скандинавии и на Иберийском полуострове. Средний показатель суммарного осаждения SO_4 снизился с 5,6 до 4,6 кг S га⁻¹ год⁻¹.

6. Для количественной оценки поступления сульфатов антропогенной природы из средних величин суммарного поступления SO_4 вычиталась доля, обусловленная

переносом морской соли. Такая поправка на морскую соль делалась главным образом в отношении участков, расположенных вблизи от побережья. Средние уровни сквозного осаждения SO_4 за вычетом морской соли снизились с 6,3 до 4,7 $\text{кг га}^{-1} \text{год}^{-1}$ (рис. 2). Средние уровни суммарного осаждения SO_4 за вычетом морской соли уменьшились с 5,1 кг до 3,7 $\text{кг S га}^{-1} \text{год}^{-1}$.

Рисунок 2. Среднегодовое суммарное и сквозное осаждение сульфатов (S-SO_4) с учетом стандартного отклонения за период 2001-2006 годов



Примечание. В скобках указано количество участков.

III. ВОЗДЕЙСТВИЕ ОСАЖДЕНИЯ И ТЕМПЕРАТУРЫ НА РОСТ ДЕРЕВЬЕВ В ЛЕСАХ

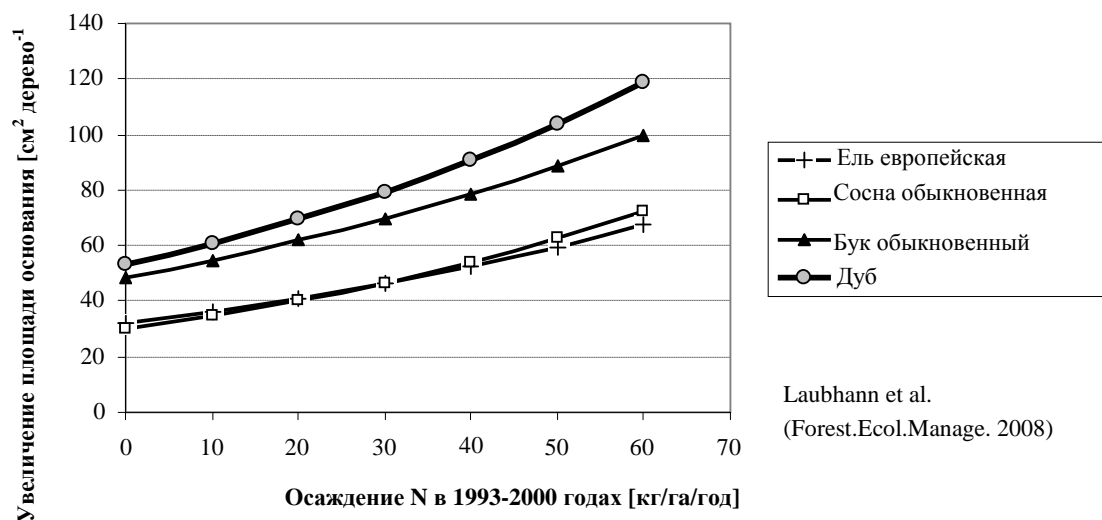
7. Было изучено воздействие осаждения N и S, а также других экологических факторов на рост деревьев в лесах, определяемый по расширению площади оснований. Для этого использовались данные, полученные на 382 участках уровня II в 18 странах в период с

1995 по 2000 год. Основное внимание уделялось таким видам, как *Pinus sylvestris*, *Picea abies*, *Fagus sylvatica*, а также *Quercus robur* и *petraea*. Для интерпретации данных о расширении площади оснований применялась индивидуальная модель роста деревьев. Она включала переменные, выражающие размер дерева (диаметр на уровне груди человека), конкуренцию между деревьями (площадь оснований крупных деревьев и индекс густоты древостоя), особенности участков (отношение концентраций углерода и азота в почве, температура), а также экологические факторы (такие, как отклонение температур от средних значений за длительный период, осадение N и S).

8. Была отмечена положительная зависимость между среднегодовой температурой и ростом *Quercus* различных видов, а также *Pinus sylvestris*. У *Fagus sylvatica* разница между среднегодовыми температурами за длительный период и за текущий год обнаруживала значимую корреляцию с ростом деревьев. Такая положительная зависимость роста от температуры может рассматриваться как косвенная реакция на изменение климата. Расширение площади оснований *Picea abies* не проявляло зависимости от температуры.

9. Единственным экологическим фактором, изменение которого отражалось на росте всех четырех видов деревьев, было осадение N (рис. 3). Если все другие факторы оставались неизменными, то увеличение осадения N, равное одному кг на гектар, вызывало ускорение роста на 1,2-1,5%, в зависимости от вида деревьев. На почвах, уже достаточно насыщенных N, эффект проявлялся слабее. Осадения S и кислотное осадение не оказывали отрицательного влияния на рост леса. Было сочтено, что отрицательное воздействие этих факторов перекрывается положительным воздействием осадения N ввиду коллинеарности этих переменных.

Рисунок 3. Увеличение площади основания как функция осаджения N, рассчитанная по индивидуальной модели роста для деревьев четырех видов



IV. СОСТОЯНИЕ КРОНЫ ДЕРЕВЬЕВ

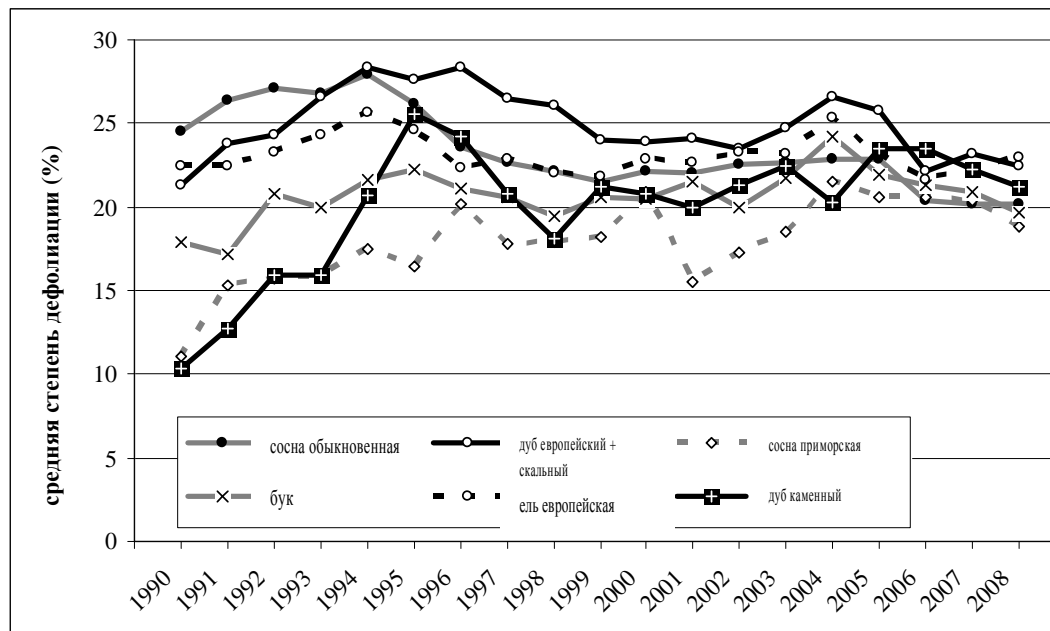
10. Влияние загрязнения воздуха на европейские леса необходимо оценивать вместе с общим состоянием жизнеспособности лесов и дополнительными факторами стресса, поскольку леса представляют собой сложные экосистемы, а различные стрессогенные факторы взаимодействуют между собой. Наблюдение за жизнеспособностью лесов ведется на больших территориях посредством изучения степени дефолиации крон деревьев. При обследовании деревьев на предмет дефолиации полностью облиственные деревья относят к категории неповрежденных. Процент дефолиации показывает, какую долю хвою или листвы утратило дерево по сравнению с полностью облиственным эталонным деревом.

11. Транснациональным обследованием состояния кроны деревьев, проводившимся в 2008 году, было охвачено 5 002 участка в 25 странах; в ходе этого обследования было оценено состояние 111 560 деревьев. 21,1% из них потеряли более 25% хвои или листвы и поэтому были отнесены к категории поврежденных или сухостойных. В 2007 году соответствующая доля составляла 21,8%. Среди самых распространенных видов деревьев наибольшая доля поврежденных и сухостойных (34,2%) в 2008 году приходилась на дуб европейский и дуб скальный.

12. При расчете долгосрочного изменения степени дефолиации использовались данные мониторинга, полученные от стран, непрерывно представлявших такие данные на ежегодной основе начиная с 1990 года (рис. 4). Из основных видов деревьев явное уменьшение степени дефолиации было отмечено у *Pinus sylvestris*. Дефолиация *Pinus sylvestris* не усилилась даже после засушливого лета 2003 года, так как деревья этого вида менее других чувствительны к засухе. Средний показатель степени дефолиации *Picea abies* для всех участков был в период наблюдений подвержен колебаниям. Его наивысшие значения были зафиксированы в середине 1990-х годов и после жаркого и сухого лета 2003 года. Средний показатель степени дефолиации *Fagus sylvatica* неуклонно возрастал с конца 1990-х годов до 2004 года. Его пиковое значение в 2004 году было расценено как реакция на засуху 2003 года в Центральной Европе. С тех пор наблюдается стабильное восстановление листвы. Состояние крон *Quercus robur* и *Quercus petraea* изменялось аналогично состоянию *Fagus sylvatica*. Вместе с тем почти во все годы наибольшая степень дефолиации из всех основных видов деревьев отмечалась у листопадных видов дуба. Средний по участкам показатель степени дефолиации *Quercus ilex* достигал пиковых значений в 1995 и 2005-2006 годах. В последние два года средняя степень дефолиации этих деревьев снижалась. В основном это связано с изменением условий в Испании, где произрастает большинство наблюдавшихся деревьев. В период до 2004 года с некоторыми колебаниями возрастала степень дефолиации *Pinus pinaster*. С тех пор стало наблюдаться некоторое восстановление.

13. Предыдущие исследования (например, Lorenz et al. 2003) свидетельствуют о том, что колебания степени дефолиации связаны главным образом с возрастом деревьев, экстремальными погодными явлениями и биотическими факторами. Была выявлена частичная корреляция между степенью дефолиации и загрязнением воздуха. Обследование состояния крон деревьев считается ценным средством раннего предупреждения о многих факторах стрессовой нагрузки на жизнеспособность лесов.

Рисунок 4. Процентная доля поврежденных деревьев всех видов и средняя степень дефолиации наиболее распространенных видов деревьев



Примечание. Приведенные данные охватывают только те страны, которые представляют их постоянно.

V. ВЫВОДЫ

14. Более чем двадцатилетние усилия, предпринимавшиеся в рамках МСП по лесам в тесном сотрудничестве с Европейской комиссией, позволили создать уникальную систему мониторинга, которая позволяет сочетать согласованное и регулярное ведение учета с интенсивным подходом к наблюдению. Проводимый учет служит источником репрезентативной информации о состоянии лесов в Европе, а интенсивное наблюдение дает возможность изучать сложные взаимосвязи между потоками осадения и реакцией экосистем. МСП по лесам обеспечивает комбинацию мониторинга, системы раннего оповещения и анализа причинно-следственных связей.

15. Интенсивный мониторинг позволяет получать данные для анализа атмосферного осадения и для более сложных исследований реакции экосистем. В период 2001-2006 годов совокупные уровни осадения NO_3 и NH_4 превышали как суммарное, так и сквозное осадение SO_4 . Осадением SO_4 , вызванное воздушным переносом морской соли, составляло, согласно оценкам, около 1 кг на гектар (среднее значение по всем участкам, где проводился расчет). Это указывает на антропогенное происхождение

основной части поступающих SO_4 . В период наблюдений средние уровни осаждения SO_4 снижались, и поступление S не увеличивалось практически ни на одном участке. Четких тенденций к изменению с течением времени концентраций азотных соединений выявлено не было.

16. В ходе мониторинга особое внимание по-прежнему уделялось воздействию осаждения N на лесные экосистемы. Данные о росте деревьев на участках уровня II анализировались с применением индивидуальных моделей роста, учитывающих размеры деревьев и конкуренцию между ними, а также особенности участков и экологические факторы. Результаты свидетельствуют о том, что осаждение N ускоряет рост всех основных видов деревьев, которые были охвачены анализом. Было показано, что каждому дополнительно поступающему килограмму N соответствует ускорение роста площади основания деревьев на 1,2%-1,5%. Аналогичной связи с поступлением SO_4 или кислотным осаждением не наблюдалось. Было, однако, сочтено, что воздействие этих факторов перекрывается более сильным воздействием N.

VI. БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЕ ССЫЛКИ¹

Fischer R, Lorenz M, Köhl M, Becher G, Granke O, Bobrinsky A, Braslavskaya T, Chirici G, De Vries W, Dobbertin M, Kraft P, Laubhann, Lukina N, Nagel HD, Reinds GJ, Sterba H, Solberg S, Stofer S, Seidling W (2009) The condition of forests in Europe; Executive report 2008.

Laubhann D, Sterba H, Reinds GJ, De Vries W (2008) The impact of atmospheric deposition and climate on forest growth in European monitoring plots: An individual tree growth model. *Forest Ecol. Manage.* (2008), doi:10.1016/j.foreco.2008.09.050

Lorenz M, Fischer R, Becher G, Iost S, Mues V, Granke O, Braslavskaya T, Bobrinsky A, Clarke N, Lachmanová N, Lukina N, Schimming C (2009) Forest condition in Europe; 2009 technical report of ICP Forests. Institute of World Forestry, Hamburg, 83 pp. + annexes.

¹ Библиографические ссылки воспроизводятся в том виде, в котором они были получены секретариатом.