

УДК 630*425

С. Л. Меншиков, В.Э. Власенко,
Г. В. Андреев, В. В. Барановский
(Ботанический сад УрО РАН)

ЖИЗНЕННОЕ СОСТОЯНИЕ И ОСОБЕННОСТИ СТРОЕНИЯ СОСНЯКОВ В РАЙОНЕ НИЖНЕГО ТАГИЛА

Одной из задач природоохранной и лесохозяйственной деятельности является сохранение и воспроизводство лесов, расположенных вблизи крупных промышленных центров. При разработке стратегии ведения хозяйства в лесах, поврежденных аэротехногенными выбросами, выполнении экспертных экологических оценок, осуществлении мониторинга и в ряде других случаев возникает необходимость определения жизненного состояния древостоя (Алексеев, 1989). Известно, что лесные насаждения вблизи промышленных предприятий (особенно хвойные) выполняют функции эффективного фитофильтра и являются важным фактором, оказывающим значительное положительное влияние на стабильность экологической обстановки в районе, а также на благополучие и здоровье населения. Вместе с тем загрязняющие атмосферу промышленные выбросы, высокие рекреационные нагрузки и другие антропогенные факторы отрицательно влияют на лесные насаждения, формируя вблизи промузлов очаги повреждения лесной растительности.

По степени загрязнения воздушного бассейна аэротехногенными выбросами г. Нижний Тагил занимает одно из первых мест среди крупных промышленных центров Свердловской области, которая, в свою очередь, занимает второе место в России по промышленному потенциалу. В атмосферный воздух Нижнего Тагила поступают загрязняющие вещества от 144 промышленных предприятий (Государственный доклад ..., 2000). Выбросы в атмосферу по Нижнему Тагилу в 1999 г. составляли (тыс.т в год): общий - 182,171; твердые вещества - 27,761, газообразные - 154,410 (в том числе диоксид серы - 18,378; оксид углерода - 114,409). Выбросы от автотранспорта достигли 24,724 тыс. т. В атмосферном воздухе города, кроме основных загрязняющих веществ (оксида углерода, диоксида серы и диоксида азота), присутствуют бенз(а)пирен, фенол, аммиак, сероуглерод, сероводород, фториды и легколетучие органические соединения. Основным загрязнителем воздуха в городе является ОАО «Нижнетагильский металлургический комбинат» (НТМК).

Согласно лесорастительному районированию Свердловской области (Колесников и др., 1973) леса окрестностей Нижнего Тагила расположены на территории Западно-Сибирской лесорастительной области в зауральской холмисто-предгорной провинции в южно-таежном лесорастительном

округе. В качестве объектов исследования были выбраны естественные сосновые насаждения, имеющие наибольшую хозяйственную ценность и экологическую значимость в данном районе. По данным лесоустройства, они занимают 50,0 % от общей покрытой лесом площади Нижнетагильского лесхоза.

В 2000 г. в лесах вблизи Нижнего Тагила организован полигон на базе постоянных пробных площадей (ППП). Они заложены в соответствии с ОСТ 56-69-83 с числом учетных деревьев не менее 150-200 на 1 га основного элемента леса и размером не менее 0,20 га, заложены также 22 временных пробных площади (ВПП – в виде круговых площадок с числом деревьев по 30 на каждой из них). Изучались таксационные показатели древостоев, их жизненное состояние и пространственная структура поврежденных лесных насаждений. Жизненное состояние древостоев оценивалось на 9 ППП. Степень повреждения древостоев определялась по средневзвешенному индексу состояния всех деревьев на пробной площади согласно «Методике...», (1995) по 6-балльной шкале с учетом региональных придержек (Меншиков, Власенко, 2000). Все исследуемые участки насаждений расположены на высоте от 200 до 500 м н.у.м., т.е. в низкоросле и предгорье.

Проведенное нами рекогносцировочное обследование по маршрутным ходам с закладкой ВПП показало (табл. 1), что в районе Нижнего Тагила повреждение сосновых древостоев (в основном в слабой степени – дефолиация 21-40%) наблюдается на расстоянии (км): в восточном направлении до 30, в западном - до 10, в северном - до 15, в южном до - 10.

Уровень загрязнения атмосферного воздуха SO_2 на ППП определялся методом пассивных поглотителей. Данные по «активности» SO_2 в приземном слое воздуха представлены в табл. 2. Максимальное значение SO_2 в воздухе обнаруживается на ППП С-10 (на удалении 5 км от НТМК в северном направлении) – 17,01 мг/м² в сутки. В восточном и южном направлениях (ППП В-6, Ю-5) получены приблизительно одинаковые значения «активности» SO_2 . Минимальные значения исследуемого показателя, соответствующие фоновым, отмечены на пробных площадях Ю-7 и З-11 (на удалении 10 км в южном направлении и 8 км - в западном направлении от основного источника загрязнения). Несмотря на относительно низкие значения содержания SO_2 в атмосферных выбросах Нижнетагильского промзла (доминирует СО), можно по полученным результатам судить об особенностях распределения газообразных загрязняющих веществ в районе исследований и аэротехногенной нагрузке на ППП.

Из расчета вероятных величин аэротехногенных нагрузок на поверхность почвы SO_2 на исследуемых пробных площадях за сентябрь-октябрь 2000 г. установлено: на удалении 5 км от НТМК 10,4 кг/га; 6-7 км – 8,4 кг/га; 10 км на запад – 5,1 кг/га.

Таблица 1. Жизненное состояние сосновых древостоев на ВПП в районе Нижнего Тагила (2000 г.)

№ ВПП, местоположение	Состояние древостоя	Порода*	Индекс повреждения	Дефолиация, %	Дехромация, %
1. Садоводы	Слабо повреждено		2,14	25,9	12,8
2. Шайтанка	Слабо повреждено	С	2,08	27,0	13,8
3. Новоасбест	Слабо повреждено	С	2,22	27,1	16,0
	Фоновые	Е	2,00	29,2	22,5
4. Старатель	Слабо повреждено	С	2,23	30,8	12,0
5. Псих. больница	Слабо повреждено	С	2,60	39,8	22,5
6. Сан-Донат	Слабо повреждено	С	2,62	38,1	15,8
	Слабо повреждено	Е	2,10	31,0	6,0
7. Ст.13 км	Средне повреждено	С	2,90	45,2	27,0
8. Коксохим	Средне повреждено	С	3,05	50,3	24,0
9. Северная	Средне повреждено	С	3,22	56,8	24,2
	Слабо повреждено	Е	2,40	36,0	8,0
10. Лая	Слабо повреждено	С	2,50	39,2	18,0
	Фоновые	Е	1,50	10,0	10,0
	Фоновые	П	1,10	7,5	5,0
11. Черемшанка	Средне повреждено	С	2,91	49,4	24,1
	Фоновые	Лц	1,25	10,0	0,0
12. Новоасбест 2	Слабо повреждено	С	2,52	41,9	17,1
	Фоновые	Лц	1,50	20,0	2,2
13. Евстюниха	Фоновые	С	1,72	17,3	6,7
14. Р. Тагил	Слабо повреждено	С	2,15	30,3	13,8
15. Старатель.2	Слабо повреждено	Е	2,00	35,0	20,0
16. Туб. дисп.	Средне повреждено	С	2,78	46,5	15,7
17. Вагонка	Средне повреждено	С	3,10	50,8	28,8
18. ГГМ	Слабо повреждено	С	2,50	37,1	15,3
19. Север 2	Слабо повреждено	С	2,12	28,3	18,4
	Средне повреждено	Лц	2,76	40,9	22,7
20. 365 км	Фоновые	С	1,33	8,3	6,7
21. Салка	Слабо повреждено	С	2,06	29,7	10,5
	Слабо повреждено	Е	2,60	41,6	23,5
22. Псих. больница.2	Фоновые	С	1,60	18,9	6,7
	Средне повреждено	Е	3,47	57,0	17,7

* С – сосна, Е – ель, Лц – лиственница, П – пихта.

Подробная таксационная характеристика древостоев на ГПП приведена в табл.3. Большинство ГПП характеризуются свежим, периодически влажным режимом увлажнения почвогрунтов, которые расположены на ровных приподнятых участках водоразделов и пологих склонах с суглинистыми дерново-подзолистыми почвами на суглинистом элювии-делювии горных пород, что соответствует разнотравному типу леса. Это ГПП Ю-2, В-3, Ю-5, В-6, Ю-7, З-8. Помимо разнотравного типа леса, широко представлены участки, относящиеся к группе устойчиво свежих типов леса.

Им соответствует ягодниковый тип леса, расположенный на вершинах спокойных возвышенностей, пологих склонах со щебнистыми горно-лесными и дерново-подзолистыми суглинистыми почвами. Здесь размещены ППП СЗ-1, С-10, З-11. Доля сосны по запасу в древостоях – от 76 до 100%. Другие лесобразующие породы встречаются на ППП в примеси. Средний возраст сосны находится в пределах от 61 года на ППП З-8 до 155 лет на Ю-5. Наибольшая полнота характерна для ППП Ю-5 и З-11, а наименьшая для С-10 – 0,41. Высокий запас древостоев характерен для ППП Ю-5, что связано с высокой полнотой, отсутствием рубок ухода, а также высоким возрастом древостоя – 155 лет.

Таблица 2. «Активность» SO_2 в воздухе на ППП (2000 г.)

№ ППП	SO_2 мг/м ³ x сут.
З-11	6,89±0,81
Ю-7	7,61±0,33
С-8	10,61±1,85
Ю-5	13,71±2,76
В-6	13,82±3,05
С-10	17,01±3,99

Наибольшая доля сухостоя по количеству деревьев характерна для ППП Ю-2 - 7,7 %, что обусловлено влиянием комплекса факторов, в том числе высоким возрастом, а также высокой полнотой древостоев. В фоновых насаждениях на ППП СЗ-1 сухостойные деревья сосны практически отсутствуют. Наибольший процент сухостоя по запасу характерен для ППП Ю-5 – 4,96 %. Почти во всех случаях доля сухостоя по запасу меньше доли сухостоя по количеству деревьев, что обусловлено преобладанием во всех случаях низового отпада за счет отставших в росте деревьев IV и V классов Крафта.

Исследуемые древостои в той или иной мере были пройдены как рубками ухода, так и самовольными порубками преимущественно погибших деревьев, поэтому на ППП определялось количество пней. Сильнее всего затронуты рубками древостои на ППП З-8, где число пней на 1 га составило в среднем 234. На других ППП наблюдается значительно меньшее количество пней: на Ю-2 их оказалось 127, на В-6 – 93, на СЗ-1 – 89, а на Ю-7 – 82 шт./га. На ППП С-10 количество пней составило 28 шт./га. В пределах лесопарковой зоны вблизи Нижнего Тагила на ППП В-3 и Ю-5 имеются единичные трухлявые сосновые пни.

Таблица 3. Лесоводственно-таксационная характеристика древостоев на ГПП в районе Нижнего Тагила

№ППП/ расстояние от промузла, км	Тип леса	Растущая часть								Сухостойная часть							
		Состав, %	Порода	Возраст, лет	Высота, м	Диаметр, см	Класс бо- ниитета	Густота, экз./га	Плотнота	Запас, м ³ /га	Состав, %	Порода	Высота, м	Диаметр, см	Густота, экз./га	Запас, м ³ /га	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	
СЗ-1/30		99	С		25,8	30,9		478	0,75	404							
	Сяг.	1	Ли	79	26,0	32,0	1	3	0,01	3	100	С	29	52	3	8	
		ед.	Е		16,0	16,9		3	0	1							
		Всего						484	0,76	407							
Ю-2/3	Сртр.	98	С	70	24,7	25,5	1	1044	1,14	577	100	С	20	17,4	40	9	
		1	Е		26,0	37,3		6	0,01	7							
		Всего						1050	1,15	584							
В-3/6	Сртр.	100	С	80	27,3	36,4	1	444	0,95	548	97	С	24	23,4	12	6	
		0,34	С		14,0	10,5		33	0,01	2	3	С	15	12	2	0	
		Всего						477	0,96	550					14	6	6
Ю-5/5	Сртр.	100	С	155	31,2	32,8	1	695	1,15	592	100	С	28	26,5	58	43	
В-6/9	Сртр.	88	С		23,7	31,1		442	0,72	354	86	Е	25	36,0	3	3	
		9	Б	65	23	28,5	1	53	0,1	35	14	С	18	17,8	3	0	
		3	Е		18	20,6		38	0,03	11			43	53,8	6	3	
		Всего						533	0,85	400							

Окончание табл. 3

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	
Ю-7/10	Сртр.	100	С	120	27,0	31,4	1	558	0,89	507	100	С	24	28	21	15	
3-8/12	Сртр.	74	С		23,3	24,7		455	0,50	230							
		12	Б		21,8	25,8	1	79	0,13	39	100	С	18	15,4	26	4	
		9	Лц	61	27,7	36,9		19	0,06	28							
		5	Е		24,0	30,9		19	0,03	16							
		Всего					572	0,72	313								
С-10/5	Сяг.	100	С	75	16,8	31,5	III	209	0,41	137	100	С	15	21,4	3	1	
3-11/8	Сяг.	94	С		25,3	23,8		1144	1,08	577							
		2	Лц	80	26,7	23,6	1	25	0,02	14							
		3	Е		24,2	23,4		31	0,03	16							
			Всего					1200	1,13	607							

В районе исследований в качестве контроля были выбраны древостои в фоновых насаждениях, т.е. там, где отсутствовали визуальные признаки повреждения - ППП СЗ-1. Индекс состояния древостоев - 1,67; дефолиация хвой - 20,16%; дехромация хвой - 6,53% (табл. 4). Слабо поврежденные древостои характеризуют и ППП Ю-2, В-6, Ю-7, 3-11. Показатели жизненного состояния сосновых древостоев здесь следующие: индексы повреждения - от 2,06 до 2,56; дефолиация - от 31,55 до 38,86 %; дехромация хвой - от 5,0 до 21,39%. Срок жизни хвой у сосны сокращается на 0,5-1 год.

Таблица 4. Жизненное состояние древостоев на ППП в районе Нижнего Тагила

№ ППП	Порода	Индекс повреждения	Дефолиация, %	Дехромация, %	Степень повреждения древостоев
СЗ-1		1,67±0,04	20,16±0,81	6,53±1,11	Фоновые
Ю-2	С	2,16±0,06	31,55±1,18	5,00±0,01	Слабо поврежденные
В-3	С	2,82±0,05	42,60±0,88	21,61±1,10	Средне поврежденные
Ю-5	С	3,13±0,07	48,94±1,34	19,36±1,94	Средне поврежденные
В-6	С	2,56±0,04	37,54±0,80	19,06±0,63	Слабо поврежденные
	Е	3,31±0,42	54,64±8,65	38,44±9,35	Средне поврежденные
Ю-7	С	2,69±0,05	38,86±1,01	21,39±1,25	Слабо поврежденные
3-8	С	2,87±0,05	42,66±1,08	26,29±1,26	Средне поврежденные
	Е	2,37±0,12	33,12±2,10	12,50±1,34	Слабо поврежденные
	Лц	2,19±0,13	27,22±3,55	2,50±1,64	Слабо поврежденные
С-10	С	2,89±0,04	47,68±0,92	38,39±0,71	Средне поврежденные
3-11	С	2,06±0,03	28,55±0,77	14,09±0,34	Слабо поврежденные
	Е	2,78±0,36	41,47±7,17	27,22±7,95	Средне поврежденные

Средне поврежденные древостои характеризуют ППП В-3, Ю-5, 3-8, С-10. На данных участках показатели жизненного состояния древостоев имели следующие показатели (средние): индексы повреждения - от 2,82 до 3,13; дефолиация - от 42,60 до 48,94%; дехромация - от 19,36 до 38,38%. Срок жизни хвой сокращается на 1-1,5 года. Сильно поврежденные древостои в данном очаге поражения встречаются в незначительном количестве куртинами и в редианах в непосредственной близости от НТМК и коксохимического завода, поэтому ППП здесь не закладывались.

Анализ структуры повреждений с дифференциацией деревьев по классам повреждения и диаметрам показал следующее. В фоновых насаждениях в составе древостоев доминируют слабо поврежденные деревья. Средний диаметр деревьев уменьшается с увеличением класса повреждения (ухудшением жизненного состояния). Средний диаметр сильно повре-

жденных деревьев составляет 79,3 % от среднего диаметра древостоев. Средний диаметр усыхающих деревьев составляет 65,0 % среднего диаметра. Свежий и старый сухостой в составе древостоев отсутствует. В зоне слабого повреждения также преобладают слабо поврежденные деревья. Здесь на ППП средний диаметр сильно поврежденных деревьев составляет 87,6 %, диаметр усыхающих деревьев составляет 61,3 и сухостойных - 72,4 % от среднего диаметра древостоя. В зоне среднего повреждения на ППП преобладают средне поврежденные деревья, средний диаметр усыхающих деревьев составляет 84,2 % от среднего диаметра. Средний диаметр сухостойных деревьев составляет 60,7 % среднего диаметра.

Существенное влияние на строение деревьев по диаметру имеет густота древостоя. Самый «редкий» древостой на ППП С-10. Он характеризуется островершинной кривой распределения с небольшим положительным эксцессом $E=0,234$, т.е. большее число деревьев находится в центральной ступени толщины. Для большинства ППП характерно плосковершинное распределение деревьев: E изменяется от $-1,351$ до $-1,874$. Для всех ППП характерна левосторонняя асимметрия A : в пределах от 0,108 на В-3 до 1,056 на С-10. Растущие деревья практически характеризуются близкими показателями асимметрии и эксцесса, характерными для общего числа деревьев на данных ППП.

Сухостойные и усыхающие деревья имеют иные закономерности в распределении деревьев. На ППП Ю-5 наблюдается правосторонняя асимметрия ($A=-0,849$), низовой отпад сменяется на пропорциональный. Данные древостои характеризуются высоким возрастом и полнотой. Небольшой отрицательной асимметрией характеризуется распределение усыхающих и сухостойных деревьев на ППП Ю-7, где $A=-0,249$, что обусловлено небольшим их числом. На ППП 3-8 и 10 распределение усыхающих и сухостойных деревьев имеет левостороннюю асимметрию ($A=0,967$ и $0,726$ соответственно). Наибольшее значение эксцесса распределения усыхающих и сухостойных деревьев характерно для ППП В-3 ($E=0,876$), а наименьшее для ППП 3-8 ($E=-1,314$). Лишь на ППП Ю-5 наблюдается левосторонняя асимметрия распределения сухостойных деревьев по диаметрам ($A=-1,517$). На ППП 3-8 распределение сухостойных деревьев по диаметрам характеризуется левосторонней асимметрией ($A=0,731$), что свидетельствует о ярко выраженном отпаде отставших в росте деревьев. Для остальных пробных площадей характерно очень малое число сухостойных деревьев и поэтому для них не удалось рассчитать показатели скошенности и крутизны кривых.

Таким образом, изучение очага повреждения аэротехногенными выбросами естественных сосновых насаждений в районе Нижнего Тагила на данном этапе исследований показало, что они повреждены в слабой и средней степени, очаг поражения лесов сформировался. Доминируют сла-

бо поврежденные древостои. Крупных участков леса с древостоями, находящимися в стадии усыхания и усохшими, в данном районе не наблюдается. В непосредственной близости от источников загрязнения (в импактной зоне до 1 км) встречаются куртинами и одиночно (редины) сильно поврежденные и усыхающие деревья сосны. С увеличением азротехногенной нагрузки в средне- и высоковозрастных сосняках наблюдается смена низового отпада на пропорциональный. Имеет место тенденция увеличения относительной полноты и возраста, а также относительного среднего диаметра усыхающих и сухостойных деревьев.

Библиографический список

Алексеев В.А. Диагностика жизненного состояния деревьев и древостоев // Лесоведение. 1989. N 4. С. 51-57.

Государственный доклад о состоянии окружающей природной среды и влиянии факторов среды обитания на здоровье населения Свердловской области в 1999 г. Екатеринбург, 2000. 256 с.

Колесников Б.П., Зубарева Р.С., Смолоногов Е.П. Лесорастительные условия и типы лесов Свердловской области: Практ. руководство. Свердловск, 1973. 176 с.

Меншиков С.Л., Власенко В.А. Региональная шкала индексов повреждения сосновых древостоев в условиях азротехногенного загрязнения (для Свердловской области)//Лесоводство севера на рубеже столетий: Матер. межд. конф. «Тр. XI съезда Русского географического общества». С.-Пб., 2000. С.236-237.

Методика организации и проведения работ по мониторингу лесов европейской части России по программе ICP-Forest (методика ЕЭК ООН). М., 1995. 42 с.

УДК 630.425

А.Е. Морозов, М.В. Винокуров
(Уральский государственный лесотехнический университет)

АЭРОТЕХНОГЕННОЕ ЗАГРЯЗНЕНИЕ КАК ФАКТОР ДЕГРАДАЦИИ ЛЕСОВ В РАЙОНЕ ИНТЕНСИВНОЙ НЕФТЕГАЗОДОБЫЧИ

Среди факторов, негативно влияющих на состояние лесов в районах нефтегазодобычи, следует отметить загрязнение атмосферы выбросами из различных технологических агрегатов. Наши исследования проводились в Нефтеюганском районе ХМАО на месторождениях нефтегазодобывающего управления (НГДУ) «Мамонтовнефть»: Мамонтовском, Тепловском,