

11. Майник двулистный – *Majanthemum bifolium* (L.) F.W. Schmidt
12. Малина обыкновенная – *Rubus idaeus* L.
13. Морошка – *Rubus chamaemorus* L
14. Мятлики – *Poa* sp.
15. Ожика волосистая – *Luzula pilosa* (L.) Willd.
16. Осоки – *Carex* sp.
17. Полевица тонкая – *Agrostis tenuis* Sibth.
18. Рябина обыкновенная – *Sorbus aucuparia* L.
19. Седмичник – *Trientalis europaea* L.
20. Черника – *Vaccinium myrtillus* L.
21. Щавелек малый – *Rumex acetosella* L.
22. Ясколка полевая – *Cerastium arvense* L.

Библиографический список

Дунин-Горкавич, А.А. Тобольский Север. Т. 1: Общий обзор страны, ее естественных богатств и промышленной деятельности населения [Текст]/ А.А. Дунин-Горкавич. М.: Либерей, 1995. 376 с. (Факсимильное издание 1904 г.).

Москвина, Н.Н. Ландшафтное районирование ХМАО [Текст]/ Н.Н. Москвина, В.В. Козин. Ханты-Мансийск: ГУИПП «Полиграфист», 2001. 40 с.

Соромотин, А.В. Решение экологических проблем как основа концепции устойчивого развития региона [Текст]/ А.В. Соромотин, В.Ю. Рядинский// Налоги. Инвестиции. Капитал. 2004. № 1.

УДК 630.243

В.В. Барановский, С.Л. Менщиков, К.Е. Завьялов
(Ботанический сад УрО РАН, Екатеринбург)

ПОВРЕЖДЕНИЕ СОСНОВЫХ ДРЕВОСТОЕВ В УСЛОВИЯХ АЭРОТЕХНОГЕННОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ В КАМЕНСК-УРАЛЬСКОМ ПРОМЫШЛЕННОМ ЦЕНТРЕ

Проведено исследование сосновых древостоев в лесной и лесопарковой зонах г. Каменска-Уральского. Выявлена степень повреждения кроны сосны в зависимости от удаления от источника аэротехногенного загрязнения, класса Крафта, уровня загрязнения снеговой воды и почвы.

Воздействие аэротехногенного загрязнения вызывает ряд негативных реакций всех компонентов сосновых насаждений. В частности, идет ухудшение жизненного состояния древостоя (Кулагин, 1974, Влияние..., 1981; Меншиков и др., 1987; Шавнин и др., 1988; Ярмишко, 1997; Залесов, Луганский, 2002; Цветков, Цветков, 2003; и др.).

Пригородные леса г. Каменска-Уральского расположены в зоне влияния аэротехногенного загрязнения выбросами Уральского алюминиевого завода (ОАО «СУАЛ – УАЗ») и Красногорской ТЭЦ (КТЭЦ) с 1939 г. Объект исследований расположен в юго-восточной части Свердловской области, по лесорастительному районированию - в южной части Западно-Сибирской равнинной лесорастительной области. Исследования проводились в подзоне предлесостепных и сосново-березовых лесов. По лесохозяйственному районированию территория Каменск-Уральского лесхоза входит в Среднеуральский лесохозяйственный округ и относится к зауральскому увалисто-равнинному району (Колесников и др., 1973).

Степень повреждения крон деревьев (дефолиация) - важнейший диагностический признак снижения устойчивости древостоев под воздействием аэротехногенного загрязнения, нашедший широкое применение (Алексеев, 1993). Визуальная оценка степени аэротехногенного повреждения древостоев проводилась с использованием российских и зарубежных методик (Manual..., 1994; Санитарные правила..., 1998), адаптированных для уральского региона (Меншиков, 2001). На постоянных пробных площадях (ППП) закладывались почвенные разрезы, на которых описывалась морфология почв, отбирались образцы по генетическим горизонтам для химических анализов: рН водная (ГОСТ 26423), рН обменная (ГОСТ 26483), подвижные фосфор и калий (по Кирсанову), азот (ГОСТ 26107), фтор с использованием фтористого электрода марки ЭФ-Т2 на иономере И-120.1. Содержание металлов в образцах определялось методом атомно-абсорбционной спектrophотометрии.

В очаге повреждения лесов выполнено зонирование лесопокрытой площади. В качестве контроля подобраны фоновые насаждения, расположенные к востоку и северо-востоку от источника выбросов на расстоянии от 4 км, к западу и северо-западу – от 4,5 км. Зона слабого повреждения распространяется к востоку и северо-востоку от источника выбросов на расстояние от 1,8 до 4 км, к западу и северо-западу – от 1,5 до 4,5 км. Зона среднего повреждения распространяется к востоку и северо-востоку от источника выбросов на расстояние до 1,8 км, к западу и северо-западу – до 1,5 км.

Как показал анализ данных о степени повреждения характерных для выделенных зон повреждения (табл. 1), величина средней дефолиации в зоне слабого повреждения выше, чем в фоне, на 82,6%, величина средней декромации – на 71% , средний срок жизни хвои ниже на 22,5%. Различия

величин вышерассмотренных показателей в зоне среднего повреждения и фоне более значительны.

Таким образом, с приближением к источнику выбросов показатели жизненного состояния сосновых древостоев снижаются. Зоны аэротехногенной нагрузки имеют границы распространения и характеризуются степенью повреждения древостоя.

Таблица 1 – Изменение показателей жизненного состояния древостоев в зонах повреждения

№ ППП	Направление / расстояние от источника выбросов, км	Средние показатели				Категория состояния древостоев
		Индекс повреждения, балл	Дефолиация, %	Дехромация, %	Срок жизни хвои, лет	
12	СЗ / 12,0	1,5±0,1	21±2	6±1	3,7±0,1	Неповрежденные
4	СВ / 2,5	2,4±0,1	39±1	11±1	2,9±0,1	Слабоповрежденные
2	В / 1,2	2,8±0,1	44±1	21±1	2,5±0,1	Среднеповрежденные

В каждой из выделенных зон аэротехногенного повреждения был проведен анализ структуры древостоев по классам повреждения (табл. 2). По сравнению с фоном в очаге повреждения изменяется распределение деревьев по классам повреждения - преобладают деревья 2-го класса. Количество здоровых деревьев снижается с 75% в фоне до 8% в зоне слабого и 3% в зоне среднего повреждения. Если в фоне ослабленные деревья составляют 22% по количеству, то в слабо поврежденных древостоях их насчитывается 67%, в зоне среднего повреждения – 50%. Средне- и сильно ослабленных деревьев в фоновых древостоях нет, тогда как в очаге повреждения их насчитывается 3-17% по количеству. В зоне среднего повреждения в структуре древостоя процент сухостоя по количеству максимальный (22%).

Таблица 2 – Распределение деревьев сосны по классам повреждения на ГПП

№ ГПП	Направление / расстояние от источника выбросов, км	Количество деревьев по классам повреждения, %						Категория состояния древостоев
		1	2	3	4	5	6	
12	СЗ / 12,0	75	22	-	-	-	5	Неповрежденные
5	СЗ / 1,5	8	67	16	3	-	7	Слабо поврежденные
18	В / 1,2	3	50	17	7	-	22	Среднеповрежденные

Таким образом, с увеличением уровня аэротехногенного загрязнения наблюдается смещение в распределении деревьев по классам повреждения в сторону снижения доли здоровых и нарастанию доли ослабленных и сухостойных деревьев.

Изучение изменения показателей жизненного состояния деревьев под действием аэротехногенного загрязнения осуществлялось с группировкой их по классам Крафта (табл. 3). Для исключительно господствующих деревьев (1 класс Крафта) в фоне характерна принадлежность к классу условно здоровых. Ослабленные экземпляры появляются среди деревьев 2 класса Крафта, хотя доминируют в этом классе все-таки здоровые деревья. В числе деревьев 3 и 4 классов Крафта преобладают сильно ослабленные деревья. Средний индекс повреждения деревьев возрастает с повышением класса Крафта.

В отличие от фоновых в слабо поврежденных древостоях появляются сильно ослабленные и усыхающие деревья. Причем последние встречаются в числе деревьев 1 класса Крафта. С понижением фитосоциального статуса возрастает число условно здоровых экземпляров. Число ослабленных деревьев относительно статично в пределах вариации класса Крафта. В целом число усыхающих деревьев сосны, а также средний индекс повреждения древостоя в слабо поврежденных древостоях возрастают с повышением класса Крафта. Полученные результаты согласуются с данными Я. А. Шяптыне (1988), С. Л. Менщикова, В.Э. Власенко (1999) и др.

В среднеповрежденных древостоях отсутствуют здоровые деревья. Среди деревьев 2 класса повреждения доминируют экземпляры 2-го и 3-го классов Крафта. С повышением фитосоциального статуса возрастает количество деревьев 2 класса повреждения. Для деревьев 3 класса повреждения характерно доминирование среди исключительно господствующих в пологе экземпляров. С этим связано повышение среднего индекса повреждения для 1 класса Крафта. Усыхающие экземпляры наблюдаются в древостое в числе деревьев 4-5 классов Крафта.

Таблица 3 – Распределение поврежденных деревьев по классам Крафта

№ ГПП	Направление / расстояние от источника выбросов, км	Класс Крафта	Количество деревьев по классам повреждения, %						Средний индекс для класса Крафта	Категория состояния деревьев
			1	2	3	4	5	6		
12	СЗ / 12,0	1	100	-	-	-	-	-	1,0	Неповрежденные
		2	69	31	-	-	-	-	1,3	
		3	40	60	-	-	-	-	1,6	
		4	9	91	-	-	-	-	1,9	
4	СВ / 2,5	1	2	79	17	2	-	-	2,2	Слабо поврежденные
		2	4	79	17	-	-	-	2,1	
		3	7	73	20	-	-	-	2,1	
		4	-	-	50	50	-	-	3,5	
2	В / 1,2	1	-	54	46	-	-	-	2,5	Среднеповрежденные
		2	-	82	18	-	-	-	2,2	
		3	-	58	42	-	-	-	2,4	
		4	-	42	36	22	-	-	2,8	
		5	-	40	20	40	-	-	3,0	

Таким образом, в слабоповрежденных древостоях степень повреждения деревьев с увеличением класса Крафта возрастает. В зоне среднего повреждения наблюдается более значительное ухудшение состояния господствующих (1-2 класса Крафта) деревьев.

Многими исследователями констатируется тесная связь между уровнем содержания фитотоксикантов в лесных почвах и различными характеристиками состояния древостоев (Менщиков и др., 1987; Власенко и др., 1995; Цветков, Цветков, 2003; и др.).

Для установления причинно-следственных связей загрязнения был проведен корреляционный анализ связи величины среднего индекса повреждения древостоя с содержанием химических элементов в снеговой воде и верхних почвенных горизонтах (табл. 4). Выявлена достоверная положительная корреляционная связь среднего индекса повреждения с содержанием взвешенного вещества в снеговой воде ($r=0,70$), с содержанием марганца в фильтрате снеговой воды ($r=0,83$). Следует также отметить среднюю корреляционную связь индекса повреждения древостоя с содержанием кадмия, как фитотоксичного элемента ($r=0,53$). Выявлены достоверные положительные корреляционные связи индекса повреждения с содержанием хрома в лесной подстилке ($r=0,53$), с содержанием фтора в гумусовом горизонте ($r=0,71$).

Таблица 4 – Корреляционная связь среднего индекса повреждения с уровнем загрязнения снега и почвы

Связь с содержанием в фильтрате снеговой воды ($t_{табл.} = 2,306$):			Связь с содержанием элемента ($t_{табл.} = 2,131$):			
			в лесной подстилке		в гумусовом горизонте	
Массы взвешенного вещества	r	$t_{факт.}$	r	$t_{факт.}$	r	$t_{факт.}$
Массы сух. остатка	-0,04	0,11	-	-		
F	- *		0,17	0,40	0,71	2,20
Zn	0,15	0,42	-0,03	0,12	-0,09	0,33
Pb	- **		0,10	0,39	-0,09	0,37
Cd	0,53	1,68	0,06	0,25	-0,18	0,71
Co	- **		0,04	0,15	-0,08	0,33
Ni	0,52	1,62	0,26	1,02	0,50	2,10
Cu	0,16	0,46	-0,09	0,36	-0,05	0,19
Mn	0,83	3,40	0,03	0,1	0,10	0,40
Fe	0,59	1,93	0,04	0,16	0,06	0,21
Cr	- **		0,53	2,28	0,11	0,41

* - элемент не определялся; ** - не обнаружен.

Таким образом, с приближением к источнику выбросов усиливается дефолиация и дехромация кроны сосны, сокращается продолжительность жизни

хвои, возрастает средний индекс повреждения древостоя, возрастает число ослабленных и уменьшается число здоровых деревьев в древостое.

В слабо поврежденных древостоях с увеличением класса Крафта возрастает степень повреждения деревьев – отпад по низовому принципу. С увеличением уровня аэротехногенного загрязнения в зоне среднего повреждения наблюдается более значительное ухудшение состояния господствующих (1-2 класса Крафта) в древостое деревьев – отпад по верховому принципу.

Выявлены достоверные положительные корреляционные связи среднего индекса повреждения древостоя с содержанием взвешенного вещества в снеговой воде, в фильтрате снеговой воды - марганца, а также с содержанием фтора в гумусовом горизонте, хрома в лесной подстилке, что указывает на негативное воздействие этих элементов на жизненное состояние сосны.

Библиографический список

Алексеев, А. С. Радиальный прирост деревьев и древостоев в условиях атмосферного загрязнения [Текст]/ А.С. Алексеев // Лесоведение. 1993. № 4. С. 66 – 69.

Власенко, В. Э. Состояние и устойчивость хвойных лесов в условиях аэротехногенного загрязнения на Среднем Урале [Текст]/ В.Э. Власенко, С.Л. Менщиков, А.К. Махнев // Экология. 1995. № 3. С. 193 – 196.

Влияние загрязнений воздуха на растительность [Текст]/ С.Бертитц, Х. Эндерляйн, Ф. Энгман [и др.], под ред. Х.Г. Дресслера: пер. с нем. М.: Лесн. пром-сть, 1981. 184 с.

Залесов, С. В. Повышение продуктивности сосновых лесов Урала [Текст]: моногр. / С.В. Залесов, Н.А. Луганский; Урал. гос. лесотехн. ун-т. Екатеринбург, 2002. 331 с.

Колесников, Б.П. Лесорастительные условия и типы лесов Свердловской области [Текст]: практич. руководство/ Б.П. Колесников, Р.С. Зубарева, Е.П. Смолоногов. Свердловск: УФ АН СССР, 1973. 176 с.

Кулагин, Ю. З. Древесные растения и промышленная среда [Текст]/ Ю.З.Кулагин. М.: Наука, 1974. 180 с.

Менщиков, С.Л. Методические аспекты оценки ущерба лесов, поврежденных промышленными выбросами на среднем Урале [Текст]/ С.Л. Менщиков // Леса Урала и хозяйство в них: сб. науч. тр.; Вып. 21. Екатеринбург, 2001. С. 243 – 251.

Менщиков, С.Л. Особенности химизма почв и анатомо-морфологического строения ассимиляционного аппарата сосны и березы в условиях магнетитового запыления [Текст]/ С.Л. Менщиков [и др.]. // Экология. 1987. №5. С. 84 – 87.

Менщиков, С.Л. Оценка степени повреждения лесных насаждений в условиях локального и регионального загрязнения воздушного бассейна на Среднем Урале [Текст]/ С.Л. Менщиков, В.Э. Власенко // Экологические проблемы

промышленных регионов: тез. докл. науч. - техн. конф. Екатеринбург, 1999. С. 94 – 95.

Санитарные правила в лесах России [Текст]. М., 1998. 16 с.

Цветков, В.Ф. Лес в условиях аэротехногенного загрязнения [Текст]/ В.Ф. Цветков, И.В. Цветков. Архангельск, 2003. 354 с.

Шавнин, С.А. О взаимосвязи ионообменных свойств хвои и биометрических характеристик деревьев сосны, подверженных действию атмосферных промышленных загрязнений [Текст]/ С.А. Шавнин [и др.] // Экология. 1988. № 6. С. 55 – 57.

Шяпятене, Я.А. Закономерности усыхания сосняков в зоне интенсивных промышленных выбросов [Текст]/ Я.А. Шяпятене // Лесное хозяйство. 1988. №2. С. 43 – 46.

Ярмишко, В.Т. Сосна обыкновенная и атмосферное загрязнение на европейском севере [Текст]/ В.Т. Ярмишко // Российская академия наук, Ботанический институт им. В.Л. Комарова. СПб, 1997. 210 с.

Manual on methodologies and criteria for harmonized sampling, assessment, monitoring and analysis of the effects of air pollution on forests [Text]. Hamburg; Geneva: Programme Coordinating Centers/UN-ECE. 1994. 97 p.

УДК 640*780

С.В.Вишнякова, Л.И. Аткина

(Уральский государственный лесотехнический университет, Екатеринбург)

ВЛИЯНИЕ УСЛОВИЙ ЗАГРЯЗНЕНИЯ НА УЛИЦАХ ЕКАТЕРИНБУРГА НА СОСТОЯНИЕ ЕЛИ ОБЫКНОВЕННОЙ

Изучено влияние условий загрязнения на состояние ели обыкновенной. Установлено, что наибольшее влияние уровень загрязнения оказывает на продолжительность жизни хвои ели, длину и ширину хвоинки, на площадь поверхности хвои.

Ель обыкновенная – одна из наиболее декоративных хвойных деревьев, произрастающих на Урале. Она позволяет формировать красивые зимние пейзажи в групповых композициях или в сочетании с лиственными породами. Рядовые посадки ели обеспечивают ощущение стабильности и строгой торжественности.

Целью наших исследований явилось изучение состояния деревьев ели, произрастающих в Октябрьском и Ленинском районах г. Екатеринбургa.