

Научная статья
УДК 630*181.351

ОЦЕНКА ВОЗОБНОВЛЕНИЯ СОСНЯКОВ В УСЛОВИЯХ АТМОСФЕРНОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ

Ольга Михайловна Астафьева¹, Александр Михайлович Астафьев²

¹ Уральский государственный лесотехнический университет,
Екатеринбург, Россия

¹ astafievaom@m.usfeu.ru

² amastafyev45@yandex.ru

Аннотация. Статья посвящена изучению видового состава и количества подроста и подлеска в сосновых насаждениях искусственного происхождения в районе Первоуральско-Ревдинского промышленного узла. Учет подроста и подлеска производился на учетных площадках размером 2 × 2 м на четырех пробных площадях в различных зонах поражения аэропромвыбросами. На каждой пробной площади для определения таксационных показателей древостоев проводился сплошной пересчет деревьев по диаметру и частичный обмер высот деревьев.

Ключевые слова: сосняки, естественное возобновление, подрост, подлесок, атмосферное загрязнение

Scientific article

ASSESSMENT OF THE REGENERATION OF PINE FORESTS IN CONDITIONS OF ATMOSPHERIC POLLUTION

Olga M. Astafieva¹, Alexander M. Astafiev²

¹ Ural State Forest Engineering University, Yekaterinburg, Russia

¹ astafievaom@m.usfeu.ru

² amastafyev45@yandex.ru

Abstract. The article is devoted to the study of the species composition and quantity of undergrowth and undergrowth in artificial pine plantations in the Pervouralsko-Revdinsky industrial hub area. The undergrowth and undergrowth were accounted for at 2 × 2 m accounting sites on four test areas in various areas affected by aeroprom emissions. On each test area, a continuous enumeration of trees by diameter and a partial measurement of tree heights were carried out to determine the taxational indicators of stands.

Keywords: pine forests, natural regeneration, undergrowth, undergrowth, atmospheric pollution

В промышленных регионах для разработки мероприятий по повышению устойчивости лесных насаждений к антропогенному загрязнению и определению стадии их дигрессии занимаются исследованиями всех компонентов леса [1, 2, 3]. Вопросам формирования подроста в сосновых насаждениях на Среднем Урале посвящено немало работ [4, 5]. С учетом изменения факторов окружающей среды и разнообразия условий произрастания, тема оценки состояния подроста заслуживает внимания и нуждается в дальнейшем исследовании.

Весь район исследования представляет собой вытянутый в восточном направлении эллипс с максимальной осью около 30 км и минимальной – 20 км. Зона сильного поражения простирается с запада на восток и с севера на юг около 9 и 10 км соответственно. Зона среднего поражения выделена вслед за первой и занимает территорию протяженностью с западной стороны около 2,5 км, с восточной – 4, с северной – 2,5 и с южной – 3 км. Зона слабого поражения простирается приблизительно на 5, 8, 4 и 4 км соответственно в западном, восточном, северном и южном направлениях. Зонирование выполнено ранее Б. С. Фимушиным (1988) [1, 6]. Пробные площади 5, 16 и 32 расположены в зоне сильного, среднего и слабого поражения соответственно, пробная площадь 47 – в фоновых условиях.

В табл. 1 приведена лесоводственно-таксационная характеристика сосновых насаждений в различных зонах поражения аэропромвыбросами.

Таблица 1

Лесоводственно-таксационная характеристика древостоев
на пробных площадях в разных зонах поражения на 1 га

№ ПП	Состав	Возраст, лет	Элемент леса	Высота, м	Диаметр, см	Тип леса	Класс бонитета	Полнота	Запас, м ³
Зона сильного поражения									
5	8С2Б	56	С Б	15 15	15 14	ЕСЯГ	3	0,6	168 32
Зона среднего поражения									
16	10С	56	С	20	21	СРТР	2	1,0	563
Зона слабого поражения									
32	10С + Б	57	С	21	20	СЯГ	1	1,0	400
Контроль									
47	10С + Л	59	С Л	20 20	20 14	СРТР	1	1,0	443 19

Возраст сосняков на момент исследования 56–59 лет. По составу лесные насаждения чистые сосновые или с преобладанием сосны обыкновенной. Следует отметить, что все пробные площади заложены в сосняках и сосняках-ельниках ягодникового и разнотравного типов леса искусственного происхождения. Как видно из табл. 1, класс бонитета по мере приближения к источникам выбросов снижается. Так, сосновые насаждения в фоновых условиях и зоне слабого поражения характеризуются 1 классом бонитета, зоне среднего поражения – 2, а зоне сильного поражения – 3. Исследования показали, что средние высота и диаметр древостоев сосны обыкновенной в зонах среднего и слабого поражения и фоновых условиях сопоставимы, в зоне сильного поражения значительно ниже (5–6 м и 5–6 см соответственно). Следует отметить, что средняя высота древостоя березы повислой и сосны обыкновенной в зоне сильного поражения одинакова и составляет 15 м, а средний диаметр березы повислой на 1 см меньше, чем у сосны обыкновенной. В фоновых условиях средняя высота лиственницы и сосны обыкновенной одинакова и составляет 20 м, но средний диаметр лиственницы ниже на 6 см. Анализ полученных данных показал, что в зоне сильного поражения промышленными поллютантами полнота сосновых насаждений составляет 0,6, а в зонах среднего и слабого поражения и в фоновых условиях – 1,0. Анализ полученных данных показал, что запас в зоне сильного поражения минимальный и составляет лишь 200 м³/га, в зоне слабого поражения и фоновых условиях – 400 и 462 м³/га соответственно.

В табл. 2 приведена характеристика естественного возобновления на пробных площадях в различных зонах поражения.

Как видно из табл. 2, на пробных площадях встречаются всходы ели и пихты в зонах сильного и среднего поражения аэропромвыбросами 10,0 и 19,2 тыс. экз./га соответственно. Следует отметить, что в зоне среднего поражения встречаются только всходы ели. В зоне сильного поражения количество всходов ели и пихты составляет 5,5 и 4,5 тыс. экз./га соответственно.

В зоне сильного поражения 0,9 тыс. экз./га подроста были отнесены к категории «нежизнеспособный». В зоне слабого поражения и в фоновых условиях количество жизнеспособного подроста составляет 1,8 тыс. экз./га. Следует отметить, что на 47 пробной площади встречается только еловый подрост. В зоне слабого поражения почти треть экземпляров подроста ели, а остальные – подрост пихты. Наибольшее количество жизнеспособного подроста наблюдается в зоне среднего поражения и составляет 17,4 тыс. экз./га. На 16 пробной площади насчитывается 16,4 тыс. экз./га подроста ели и 1,0 тыс. экз./га подрост пихты. В зоне сильного поражения всего насчитывается 7,3 тыс. экз./га жизнеспособного подроста и 3,8 и 3,5 тыс. экз./га подрост ели и пихты соответственно.

Таблица 2

Характеристика возобновления на пробных площадях

Древесная порода	Показатель															
	1. Жизнеспособное состояние подростов, тыс. экз./га		2. Возрастная структура жизнеспособного подростов				3. Высотная структура жизнеспособного подростов			4. Таксационная характеристика жизнеспособного подростов						
			Жизнеспособный	Нежизнеспособный	3-5	6-10	11-15	16 и более	до 0,5	0,6-1,5	1,6 и более	Встречаемость, %	Средний возраст, лет	Средняя высота, м	Плотность, тыс. экз./га	Прирост, см
	Зона сильного поражения, пробная площадь 5															
Ель	5,5	3,8	0,5	-	1,6	2,2	0,9	2,9	-	-	-	64,0	14,0	0,7	3,8	4,0
Пихта	4,5	3,5	0,4	-	0,5	2,3	0,4	2,2	0,9	-	-	45,0	14,0	0,9	3,5	7,0
Всего, тыс. экз./га	10,0	7,3	0,9	-	0,5	4,5	1,3	5,1	0,9	-	-	81,0	14,0	-	7,3	-
	Зона среднего поражения, пробная площадь 16															
Ель	19,2	16,4	-	2,5	10,5	2,6	0,8	2,4	-	-	-	90,0	8,0	0,4	16,4	5,0
Пихта	-	1,0	-	-	-	-	1,0	-	1,0	-	-	10,0	18,0	1,7	1,0	10
Всего, тыс. экз./га	19,2	17,4	-	2,5	10,5	2,6	1,8	2,4	1,0	-	-	100	-	-	17,4	-
	Зона слабого поражения, пробная площадь 32															
Ель	-	0,5	-	-	-	0,5	-	0,5	-	-	-	10,0	12,0	0,4	0,5	3,0
Пихта	-	1,3	-	-	0,5	0,8	-	0,5	0,8	-	-	20,0	12,0	0,8	1,3	6,0
Всего, тыс. экз./га	-	1,8	-	-	0,5	1,3	-	1,0	0,8	-	-	30,0	12,0	0,6	1,8	-
	Контроль, пробная площадь 47															
Ель	-	1,8	-	-	-	0,8	1,0	0,8	1,0	-	-	20,0	18,0	1,6	1,8	9,0
Всего, тыс. экз./га	-	1,8	-	-	-	0,8	1,0	0,8	1,0	-	-	20,0	18,0	1,6	1,8	9,0

В зоне сильного поражения подрост ели старше 10 лет, а пихты – 5 лет. Следует отметить, что возраст более 60 % подростка составляет 16 и более лет. В зоне среднего поражения подрост ели представлен во всех возрастных группах, тогда как пихты – только в группе старше 16 лет. При этом большая часть подростка ели отнесена к группе от 6–10 лет. В зоне слабого поражения возраст подростка ели составляет 11–15 лет, пихты – 6–15 лет. Подрост ели в фоновых условиях представлен в возрастных группах от 11 до 15 лет и 16 лет и более.

Более 70 % жизнеспособного подростка ели в зоне сильного поражения отнесено к группе от 0,6 до 1,5 м, оставшиеся – к группе до 0,5 м. В зоне среднего поражения высота большей части жизнеспособного подростка не превышает 0,5 м. Жизнеспособный подрост пихты в зоне среднего поражения имеет высоту 1,6 м и более. В зоне слабого поражения высота подростка ели не превышает 0,5 м, а пихты – 1,5 м. В фоновых условиях высота жизнеспособного подростка ели выше 0,6 м.

Встречаемость жизнеспособного подростка в зоне сильного и среднего поражения высокая и составляет 81 и 100 % соответственно. В зоне слабого поражения и фоновых условиях встречаемость подростка ели и пихты ниже и равна 30 и 20 % соответственно.

В табл. 3 приведена характеристика подлеска в различных зонах атмосферного загрязнения.

Таблица 3

Характеристика подлеска в различных зонах атмосферного загрязнения

№ ПП	Название вида	Количество стволов, тыс. шт./га	Встречаемость, %	Средняя высота, м
5	Рябина обыкновенная	6,4	36	0,6
	Боярышник обыкновенный	1,8	9	0,2
	Малина лесная	10,0	36	0,6
	Калина обыкновенная	3,6	18	0,7
16	Малина лесная	11,0	40	0,6
	Рябина обыкновенная	2,0	20	0,3
32	Малина лесная	5,0	30	0,5
47	Малина лесная	53,0	90	1,4
	Черемуха обыкновенная	16,0	40	2,3
	Рябина обыкновенная	5,0	40	2,7
	Смородина красная	1,0	10	1,5
	Калина обыкновенная	2,0	10	0,8

Как видно из табл. 3, в зоне сильного поражения аэропромвыбросами в составе подлеска встречаются рябина обыкновенная, боярышник обыкновенный, малина лесная и калина обыкновенная. Встречаемость рябины обыкновенной и малины лесной достаточно высокая и составляет 36 %. Реже всего встречается боярышник обыкновенный (9 %). Наибольшее количество стволов малины лесной и рябины обыкновенной и составляет 10 и 6, 4 тыс. шт./га соответственно. При этом средняя высота рябины обыкновенной, малины лесной и калины обыкновенной не превышает 0,7 м, а боярышника обыкновенного – 0,2 м.

В зоне среднего поражения поллютантами встречаемость малины лесной и рябины обыкновенной составляет 40 и 20 % соответственно. При этом количество стволов малины лесной и рябины обыкновенной составляет 11 и 2 тыс. шт./га соответственно. Следует отметить, что высота подлеска на данной пробной площади не превышает 0,6 м.

В зоне слабого поражения встречается лишь 5 тыс. шт./га малины лесной со средней высотой до 0,5 м. Встречаемость подлеска на пробной площади 32 составляет лишь 30 %.

В фоновых условиях в сосняке наиболее разнообразный состав подлеска: малина лесная, черемуха обыкновенная, рябина обыкновенная, смородина красная и калина обыкновенная. Количество стволов малины лесной достаточно высокое и составляет 53 тыс. шт./га. Также встречается 16 тыс. шт./га черемухи обыкновенной, 5 тыс. шт./га рябины обыкновенной. Следует отметить, что встречаемость малины лесной составляет 90 %, черемухи и рябины обыкновенной – 40 %, а смородины красной и калины обыкновенной – 10 %. При этом средняя высота калины обыкновенной составляет 0,8 м, малины лесной и смородины красной – 1,4 и 1,5 м соответственно, черемухи обыкновенной и рябины обыкновенной – выше 2 м (2,3 и 2,7 м соответственно).

Исследования показали, что по мере приближения к источникам выбросов снижается производительность сосновых насаждений искусственного происхождения. Наблюдается снижение таких таксационных показателей древостоя, как полнота и запас. Следует отметить и более низкие показатели средней высоты и среднего диаметра по каждой древесной породе, входящей в состав насаждения.

На всех пробных площадях наблюдается отсутствие подроста сосны, что может свидетельствовать о смене пород в рассматриваемых насаждениях и устойчивости елового и пихтового подроста к произрастанию в данных природных условиях.

Жизнеспособный подрост на рассматриваемых пробных площадях имеет различную возрастную и высотную структуру. Следует отметить, что

средняя высота и прирост жизнеспособного подроста возрастает по мере удаления от источников загрязнения.

На пробных площадях, кроме зоны слабого поражения, достаточно разнообразный состав подлеска. Средняя высота и встречаемость подлеска по мере приближения к источнику загрязнения снижается, что свидетельствует об угнетении аэропромвыбросами подлесочных пород.

Список источников

1. Астафьева О. М. Влияние промышленных выбросов на подстилку сосняков в различных зонах поражения // Лесное хозяйство: актуальные проблемы и пути их решения. Нижний Новгород : ФГБОУ ВПО «Нижегородская государственная сельскохозяйственная академия», 2022. С. 139–142.

2. Залесов С. В. Лесоводство. Екатеринбург : Урал. гос. лесотехн. ун-т, 2020. 295 с.

3. Экологическое тестирование пригородных сосняков Красноярска в связи с промышленными выбросами / Г. Г. Полякова [и др.] // Экологический мониторинг: методы и подходы: Материалы Международной сателлитной конференции «Экологический мониторинг: методы и подходы» и XX Международного симпозиума «Сложные системы в экстремальных условиях» (Красноярск, 20–24 сентября 2021 года). Красноярск : Сибирский федеральный университет, 2021. С. 178–181.

4. Приказ Министерства природных ресурсов и экологии РФ от 29 декабря 2021 г. № 1024 «Об утверждении Правил лесовосстановления, формы, состава, порядка согласования проекта лесовосстановления, оснований для отказа в его согласовании, а также требований к формату в электронной форме проекта лесовосстановления». URL: <http://garant.ru> (дата обращения: 12.04.2023).

5. Соловей В. В., Луганский Н. А. Особенности естественного лесовозобновления в искусственных сосняках Билимбаевского лесхоза // Леса России и хоз-во в них. Екатеринбург, 2007. Вып. 1 (29). С. 46–48.

6. Юсупов И. А., Луганский Н. А., Залесов С. В. Состояние искусственных сосновых молодняков в условиях аэропромвыбросов. Екатеринбург : УГЛТА, 1999. 185 с.

7. Pine Stands as Bioindicators: Justification for Air Toxicity Monitoring in an Industrial Metropolis / G. Polyakova // Environments 2020. Vol. 7 (4), № 28. P. 1–13. DOI: 10.3390/environments7040028.