

Леса России и хозяйство в них. 2024. № 3 (90). С. 15–25.

Forests of Russia and economy in them. 2024. № 3 (90). P. 15–25.

Научная статья

УДК 502/504:630\*231

DOI: 10.51318/FRET.2024.44.46.002

## ОЦЕНКА УСПЕШНОСТИ ЕСТЕСТВЕННОГО ВОЗОБНОВЛЕНИЯ СОСНЫ ОБЫКНОВЕННОЙ В ПРИГОРОДНЫХ ЛЕСАХ БАРНАУЛА

**Алексей Анатольевич Малиновских**

Алтайский государственный аграрный университет, Барнаул, Россия

almaa1976@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0003-1719-3841>

**Аннотация.** В связи с необходимостью сохранения лесных насаждений в городских и пригородных лесах данные об их способности к возобновлению становятся все более актуальными. Вопрос о функциональном зонировании и благоустройстве зеленых зон городов остается открытым, в том числе по причине отсутствия точных данных об их состоянии. Материалы лесоустройства содержат неполные, часто устаревшие данные о лесных насаждениях в пригородных лесах. Цель нашего исследования состояла в получении актуальных точных данных о естественном возобновлении сосны обыкновенной в лесах зеленой зоны г. Барнаула, их анализе и оценке успешности возобновления на лесотипологической основе. По данным учета возобновления сосны на 12 пробных площадях, расположенных на разном удалении от черты города, составлены таблицы распределения подроста на группы высот, возраста и жизненного состояния. В зоне интенсивной антропогенной деятельности (0–15 км от черты города) возобновление сосны неравномерное, нередко отсутствует, поэтому не может считаться успешным. Сосновые насаждения в зоне слабой антропогенной деятельности (34 км от черты города) имеют устойчивое естественное возобновление. Полученные данные дают возможность выделения функциональных зон в пригородных лесах Барнаула, назначении лесовосстановительных мероприятий.

**Ключевые слова:** естественное возобновление, сосна обыкновенная, оценка успешности, тип леса, пригородные леса

**Финансирование:** работа выполнена в рамках гранта РНФ по теме «Влияние гидротермического режима почв на устойчивость сосновых насаждений в условиях техногенного загрязнения». Соглашение № 23-26-00198.

**Для цитирования:** Малиновских А. А. Оценка успешности естественного возобновления сосны обыкновенной в пригородных лесах Барнаула // Леса России и хозяйство в них. 2024. № 3 (90). С. 15–25.

Scientific article

## EVALUATION OF NATURAL REGENERATION SUCCESS OF SCOTS PINE IN THE SUBURBAN FORESTS OF THE CITY OF BARNAUL

Aleksey A. Malinovskikh

Altai State Agricultural University, Barnaul, Russia

almaa1976@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0003-1719-3841>

**Abstract.** In connection with the need to preserve forest plantations in urban and suburban forests, data on their ability to regenerate becomes increasingly relevant. The question of functional zoning and improvement of green areas of cities remains open, including due to the lack of accurate data on their condition. Forest inventory materials contain incomplete, often outdated data on forest plantations in suburban forests. The research goal was to obtain current and accurate data on the natural regeneration of Scots pine in the forests of the green zone of the City of Barnaul, their analysis and evaluation of the regeneration success on forest typology basis. Based on the records of pine regeneration on 12 sample plots located at different distances from the city limits, tables of the undergrowth distribution into groups of height, age and vital status were compiled. In the zone of intense anthropogenic activity (0–15 km from the city limits), pine regeneration is uneven, often absent, and therefore cannot be considered successful. Pine plantations in the zone of weak anthropogenic activity (34 km from the city limits) have a stable natural renewal. The data obtained make it possible to identify functional zones in the suburban forests of the City of Barnaul and provide for reforestation measures.

**Keywords:** natural reforestation, Scots pine, reforestation success, forest stand type, suburban forests

**Funding:** the research was carried out within the framework of a grant from the Russian Science Foundation on the topic «The influence of soil hydrothermal regime on the stability of pine plantations under the conditions of technogenic pollution» Agreement № 23-26-00198.

**For citation:** Malinovskikh A. A. Evaluation of natural regeneration success of scots pine in the suburban forests of the city of Barnaul // Forests of Russia and economy in them. 2024. № 3 (90). P. 15–25.

### Введение

Рост городов и городских агломераций неразрывно связан с освоением окружающих природных комплексов, ландшафтов, которые подвергаются процессам интенсивной антропогенной трансформации (Алексеев, 1990; Таран и др., 2004; Экологическое состояние..., 2009). Основным компонентом природных комплексов чаще всего является растительность, которой принадлежит ведущая роль при поддержании стабильности экологических условий. Наибольшую ценность из всех типов растительности представляют леса, выполняющие средообразующие защитные функции и обладающие способностью снижать негативное антропогенное воздействие (Gundersen, Vistad, 2016; Оценка..., 2020).

Лесные экосистемы эволюционно хорошо приспособлены к воздействию природных факторов, в том числе катастрофических – лесным пожарам, болезням, вредителям, ветровалам и др. В то же время у лесных насаждений нет механизмов адаптации против антропогенных факторов – рекреации, техногенного загрязнения. Антропогенные факторы действуют на лес длительное время, что приводит к снижению биоразнообразия, продуктивности, способности к воспроизводству, сокращению занимаемых площадей (Состояние..., 2018; Михайлова и др., 2020). На примере различных регионов было показано, что чаще всего негативные антропогенные факторы действуют на лесные насаждения комплексно, что осложняет оценку их состояния и устойчивости (Экологическое



Таблица 1  
Table 1Таксационная характеристика сосновых древостоев в пригородных лесах г. Барнаула  
Taxation characteristics of pine stands in suburban pine forests of the City of Barnaul

№ ППП № PSP	Тип леса Stand type	Состав Stand composition	Возраст, лет Age, years	Средний диаметр, см Average diameter, cm	Средняя высота, м Mean height, m	Класс бонитета Growth class	Относительная полнота Relative density	Запас, м <sup>3</sup> /га Stand stock, m <sup>3</sup> /ha
0 км от городской черты 0 km from the city boundaries								
1	Трб Gpf	10С+Б 10Р+В	80	28,2	21,3	III	1,3	410,7
2	Свб Hpf	10С 10Р	95	29,8	22,0	III	1,2	344,3
4 км от городской черты 4 km from the city boundaries								
3	Трб Gpf	10С+Б 10Р+В	110	39,0	26,0	II	1,0	326,2
4	Свб Hpf	10С+Б 10Р+В	130	26,9	21,1	III	1,0	280,1
7 км от городской черты 7 km from the city boundaries								
5	Свб Hpf	10С+Б 10Р+В	95	24,0	21,0	III	1,0	267,6
6	Трб Gpf	10С+Б 10Р+В	120	43,8	28,8	II	1,1	428,0
11 км от городской черты 11 km from the city boundaries								
7	Трб Gpf	10С+Б 10Р+В	120	44,4	28,0	II	0,8	340,5
8	Свб Hpf	9С1Б 9Р1В	120	41,7	27,0	II	0,8	242,5
15 км от городской черты 15 km from the city boundaries								
9	Свб Hpf	10С+Б 10Р+В	130	32,7	22,4	III	1,0	300,1
10	Трб Gpf	10С+Б 10Р+В	130	44,9	26,5	II	0,8	232,6
34 км от городской черты 34 km from the city boundaries								
11	Свб Hpf	10С 10Р	120	38,5	23,9	III	0,7	236,6
12	Трб Gpf	10С 10Р	120	42,3	27,0	II	1,1	380,4

Примечание. Свб – свежий бор, Трб – травяной бор.

Note. Hpf – humid pine forest, Gpf – grass pine forest.

В пределах ППП под пологом сосновых насаждений были заложены учетные площадки размером 2×2 м в количестве 30 шт. равномерным способом. На каждой учетной площадке выполнен

учет подроста главной древесной породы (сосна обыкновенная) с разделением его по группам высот, возраста и жизненного состояния.

На основе полученных полевых данных были рассчитаны доли участия каждой группы в зависимости от общего количества и встречаемости подраста. Оценка успешности возобновления главной породы выполнена по региональным шкалам и действующим нормативам (Крылов, 1961; Правила..., 2021). Сбор полевого материала проходил в 2023 г.

### Результаты и их обсуждение

Процесс естественного возобновления под пологом насаждений чаще всего происходит неравномерно и зависит от многих факторов. Поэтому анализ параметров и оценку успешности возобновления необходимо проводить комплексно применительно к тем условиям, в которых оно происходит. В пригородных сосняках Барнаула подрост сосны угнетается по причине нехватки света и вытаптывается, вследствие чего нарушается его высотная структура (табл. 2).

Вблизи черты города (0–11 км) подрост сосны наиболее подвержен вытаптыванию. Особенно страдает мелкий (0–47,5 %) подрост, который угнетается, вытаптывается и слабо переходит в средний (0–67,5 %) и крупный (0–100 %). На отдельных участках (ПП 6–7) в травяном бору подрост отсутствует полностью по причине заглушения густым подлеском из клена ясенелистного (Малиновских, 2023). По мере удаления от города (15–34 км) антропогенная нагрузка и участие клена в подлеске в насаждениях снижается, в высотной структуре преобладает средний (15,9–23,7 %) и крупный (67,8–72,6 %) подрост сосны, который в дальнейшем сформирует молодняк. Свежий бор имеет лучшие показатели высотной структуры подраста, чем травяной бор. По данным Бугаева, Косарева (1998), собственным исследованиям в ленточных борах Алтайского края (Малиновских, Маленко, 2018), тип леса свежий бор имеет густоту подраста сосны 6,1–48,6 тыс. шт./га,

Таблица 2  
Table 2

Распределение подраста сосны по группам высот, шт./га/%  
Distribution of undergrowth by height groups, pcs./ha

№ ППП № PSP	Группы высот Height groups						Итого Total	
	Мелкий (до 0,5 м) Shallow (up to 0,5 )		Средний (0,5–1,0 м) Medium (0,5–1,0 m)		Крупный (свыше 1,0 м) Large (over 1,0 m)			
	шт./га pcs./ha	%	шт./га pcs./ha	%	шт./га pcs./ha	%	шт./га	%
1	125	19,0	200	30,4	333	50,6	658	100
2	1458	34,0	2333	54,4	500	11,6	4291	100
3	0	0,0	0	0,0	83	100,0	83	100
4	3208	47,5	2801	41,4	750	11,1	6759	100
5	4625	42,1	5200	47,3	1167	10,6	10992	100
6	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0
7	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0
8	500	8,9	3800	67,5	1333	23,6	5633	100
9	708	5,6	5000	39,9	6833	54,5	12541	100
10	500	23,1	667	30,8	1000	46,1	2167	100
11	1542	11,5	2133	15,9	9750	72,6	13425	100
12	167	8,5	467	23,7	1333	67,8	1967	100

тогда как густота подроста в травяном бору составляет 3,5–20,0 тыс. шт./га при полноте 0,5–0,6 ед.

Возрастная структура подроста позволяет точнее оценивать и прогнозировать ход естественного возобновления в лесных насаждениях. В пригородных леса Барнаула подрост сосны распределен по группам возраста неравномерно, что в первую очередь связано с влиянием антропогенных факторов (табл. 3).

Возрастная структура подроста сосны вблизи черты города (0–11 км) характеризуется значительной неравномерностью: в травяном бору большая часть подроста на участках с возобновлением относится к группе 16 лет и старше (50,6–100 %), в свежем бору преобладает подрост групп 2–5 лет (2,2–33,9 %), 6–10 лет (25,6–50,7 %), 11–15 лет (7,9–34,5 %). На удалении от черты города (15–34 км) высотная структура подроста меняется в сторону преобладания старшей группы возраста (16 лет и старше): в травяном бору доля подроста этой группы составляет 42,4–67,8 %, в свежем бору – 57,2–65,8 %. Это связано, по на-

шему мнению, с лучшей выживаемостью подроста и равномерным распределением по площади по мере снижения антропогенной нагрузки.

Жизненное состояние подроста сосны обыкновенной имеет биологическое и лесоводственное значение. Полученные нами данные для пригородных сосняков Барнаула представлены в табл. 4.

Непосредственно возле черты города (0 км) в структуре естественного возобновления сосны суммарно преобладает сомнительный и неблагоприятный подрост (74,0–79,0 %). Подрост этих групп часто имеет механические повреждения стволика и кроны вследствие вытаптывания рекреантами. По мере удаления от города жизненное состояние подроста сосны заметно улучшается, в свежем бору доля благонадежного подроста составляет 53,6–83,1 %, в травяном бору – 53,8–96,9 %. На этих участках его состояние, рост и развитие зависят главным образом от таксационных показателей древостоя и влияния других компонентов насаждения.

Таблица 3

Table 3

Распределение подроста сосны по группам возраста, шт./га/ %  
Distribution of undergrowth by age groups pcs./ha

№ ППП № PSP	Группы возраста, лет Age groups, years								Итого Total	
	2–5		6–10		11–15		16 <			
	шт./га	%	шт./га	%	шт./га	%	шт./га	%	шт./га	%
1	125	19,0	67	10,2	133	20,2	333	50,6	658	100
2	1408	32,8	1100	25,6	1200	28,0	583	13,6	4291	100
3	0	0,0	0	0,0	0	0,0	83	100,0	83	100
4	2293	33,9	2600	38,5	533	7,9	1333	19,7	6759	100
5	2583	23,5	5576	50,7	2333	21,2	500	4,5	10992	100
6	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0
7	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0
8	125	2,2	2567	45,6	1941	34,5	1000	17,7	5633	100
9	125	1,0	1350	10,8	4000	31,9	7168	57,2	12541	100
10	458	21,1	525	24,2	267	12,3	917	42,4	2167	100
11	833	6,2	1800	13,4	1959	14,6	8833	65,8	13425	100
12	42	2,1	325	16,5	267	13,6	1333	67,8	1967	100

Таблица 4  
Table 4Распределение подроста сосны по группам качества, шт./га/%  
Distribution of undergrowth by qualitative groups pcs./ha

№ ППП № PSP	Группы качества Qualitative groups						Итого Total	
	Благонадежный Viable		Сомнительный Doubtful		Неблагонадежный Not viable			
	шт./га	%	шт./га	%	шт./га	%	шт./га	%
1	171	26,0	394	59,9	93	14,1	658	100
2	900	21,0	2475	57,7	916	21,3	4291	100
3	0	0,0	83	100,0	0	0,0	83	100
4	4575	67,7	1617	23,9	567	8,4	6759	100
5	7792	70,9	2642	24,0	558	5,1	10992	100
6	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0
7	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0
8	3017	53,6	1233	21,9	1383	24,5	5633	100
9	8500	67,8	2733	21,8	1308	10,4	12541	100
10	2100	96,9	0	0,0	67	3,1	2167	100
11	11167	83,1	1975	14,7	283	2,2	13425	100
12	1058	53,8	909	46,2	0	0,0	1967	100

Успешный ход естественного возобновления в пригородных лесах важен для поддержания стабильности лесных насаждений, смены поколений, баланса внутренней среды. Участки леса без возобновления теряют устойчивость, изреживаются, замещаются другими типами растительности, часто сорной. Без проведения лесохозяйственных мероприятий происходит необратимое сокращение площади лесного фонда в лесах зеленой зоны. Оценка успешности естественного возобновления сосны обыкновенной в условиях Барнаульского лесничества представлена в табл. 5.

Лучшие показатели естественного возобновления в лесах зеленой зоны Барнаула имеет тип леса свежий бор, даже несмотря на более высокую рекреационную привлекательность и посещаемость. По мере удаления от черты города густота подроста сосны в свежем бору увеличивается в 3 раза: с 4,3 до 13,4 тыс. шт./га, что соответствует категории очень густой. Тип леса травяной бор на отдельных участках не имеет возобновления главной породы, с удалением от города

густота подроста здесь также увеличивается в 3 раза – с 0,7 до 2,2 тыс. шт./га, но заметно ниже, чем в свежем бору, и имеет категорию средней густоты.

Встречаемость подроста сосны в пригородных лесах Барнаула характеризует его обилие и характер распределения под пологом насаждений. Встречаемость подроста сосны в травяном бору является низкой, варьирует в пределах 20,0–40,7 %, что подтверждает неравномерный и относительно равномерный характер распределения на участках леса. В свежем бору встречаемость подроста изначально выше – 66,7–100 %, что подтверждается равномерным распределением под пологом насаждений. В обоих типах леса встречаемость, как и густота, имеет тенденцию к увеличению по мере удаления от черты города.

Согласно шкале Г. В. Крылова (1961), для светлохвойных насаждений Западной Сибири естественное возобновление сосны в пригородных сосняках Барнаула в условиях травяного бора происходит неудовлетворительно, в свежем бору –

слабо хорошо. Критерии оценки из действующих нормативных документов (Правила..., 2021) показывают, что обследованные участки нуждаются

в мероприятиях по воспроизводству, в том числе созданию лесных культур, и в мерах по содействию естественному возобновлению леса.

Таблица 5

Table 5

Оценка успешности естественного возобновления сосны обыкновенной  
в Барнаульском лесничестве  
Evaluation of natural regeneration success of Scots pine in the Barnaul forestry

№ ППП № PSP	Густота подроста, тыс. шт./га Density of undergrowth, thousand pcs./ha	Оценка по густоте Density rating	Встречаемость подроста, % Undergrowth occurrence of, %	Характер распределения подроста The nature of undergrowth distribution	Оценка по шкале Г. В. Крылова (1961) Rating according to scale of G.V. Krylov (1961)	Меры по лесовосстановлению (Правила..., 2021) Reforestation measures (Rules..., 2021)
1	0,7	Редкий Rare	20,0	Неравномерное Non-uniform	Неуд. Unsatisfactory	Лесные культуры Forestry crops
2	4,3	Сред. густоты Middle density	70,0	Равномерное Uniform	Слабое Low	Сохранение подроста Undergrowth survival
3	0,0	–	0,0	–	Неуд. Unsatisfactory	Лесные культуры forestry crops
4	6,8	Сред. густоты Middle density	76,7	Равномерное Uniform	Слабое Low	Сохранение подроста Undergrowth survival
5	11,0	густой Dense	100,0	Равномерное Uniform	Удовл. Satisfactory	Сохранение подроста Undergrowth survival
6	0,0	–	0,0	–	Неуд. Unsatisfactory	Лесные культуры Forestry crops
7	0,0	–	0,0	–	Неуд. Unsatisfactory	Лесные культуры Forestry crops
8	5,6	Сред. густоты Middle density	66,7	Равномерное Uniform	Слабое Low	Сохранение подроста Undergrowth survival
9	12,5	густой Dense	93,3	Равномерное Uniform	Удовл. Satisfactory	Сохранение подроста Undergrowth survival
10	2,2	Сред. густоты Middle density	26,7	Неравномерное Non-uniform	Неуд. Unsatisfactory	Сохранение подроста Undergrowth survival
11	13,4	Очень густой Very dense	93,3	Равномерное Uniform	Хорошее Sufficient	Сохранение подроста Undergrowth survival
12	2,0	Сред. густоты Middle density	40,7	относительно-равномерное Relatively uniform	Неуд. Unsatisfactory	Меры содействия Assistance measures

### Выводы

Естественное возобновление сосны обыкновенной в пригородных сосновых лесах г. Барнаула происходит неравномерно, что обусловлено, с одной стороны, типами леса, с другой – степенью антропогенного воздействия.

Наилучший ход естественного возобновления главной лесобразующей породы в лесах зеленой зоны отмечен в условиях типа леса свежий

бор (Свб). Густота подроста сосны на участках в зоне интенсивного воздействия (0–15 км) составляет 4,3–12,5 тыс. шт./га, в зоне слабого воздействия (34 км) – 13,4 тыс. шт./га.

В условиях типа леса травяной бор (Трб) густота подроста заметно меньше и в зоне интенсивного воздействия (0–15 км) составляет 0–2,2 тыс. шт./га, в зоне слабого воздействия – 2,0 тыс. шт./га.

Анализ распределения подроста сосны на группы высот, возраста и жизненного состояния для обоих типов леса показал заметное нарушение структуры в зоне интенсивной антропогенной нагрузки в отличие от участков леса со слабой нагрузкой. Доля сомнительного и неблагонадежного подроста сосны на участках леса вблизи городской черты достигает высоких значений (74,0–79,0 %), заметно превышая данный показатель в насаждениях со слабым антропогенным воздействием.

Для сохранения и восстановления сосновых насаждений зеленой зоны г. Барнаула нужен комплексный подход, в который необходимо включить обследование насаждений, выделение функциональных зон, благоустройство, проведение лесохозяйственных мероприятий. Среди лесохозяйственных мероприятий первоочередными являются рубки ухода, выборочные рубки, уборка захламленности, мероприятия по лесовосстановлению.

### Список источников

- Алексеев В. А. Некоторые вопросы диагностики и классификации поврежденных загрязнением лесных экосистем // Лесные экосистемы и атмосферное загрязнение. Л. : Наука, 1990. С. 38–54.
- Бугаев В. А., Косарев Н. Г. Лесное хозяйство ленточных боров Алтайского края. Барнаул : Алт. кн. изд-во, 1988. 312 с.
- Крылов Г. В. Леса Западной Сибири. М. : Изд-во АН СССР, 1961. 255 с.
- Лесохозяйственный регламент Барнаульского лесничества Алтайского края. Барнаул, 2021. 129 с.
- Малиновских А. А. Влияние клена ясенелистного (*Acer negundo* L.) на естественное возобновление сосны обыкновенной в Барнаульском ленточном бору // Лесной вестник / Forestry Bulletin. 2023. Т. 23. № 3. С. 48–56.
- Малиновских А. А., Маленко А. А. Процесс естественного возобновления сосны обыкновенной после выборочных рубок в спелых и перестойных насаждениях в ленточных борах Алтайского края // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. 2018. № 1. С. 67–72.
- Михайлова Т. А., Калугина О. В., Шергина О. В. Мониторинг техногенного загрязнения и состояние сосновых лесов на примере Иркутской области // Лесоведение. 2020. № 3. С. 265–273.
- Оценка биологической продуктивности лесной среды в условиях урбанизации (на примере воронежской нагорной дубравы) / Г. А. Одноралов, Е. Н. Тихонова, И. В. Голядкина, Т. А. Малинина // Известия высших учебных заведений. Лесной журнал. 2020. № 2 (374). С. 60–72.
- Правила лесовосстановления : утв. приказом Минприроды РФ от 29.12.2021 г. № 1024. М., 2021. 190 с.
- Состояние сосновых лесов Кольского полуострова на фоне снижения объемов атмосферных выбросов предприятием цветной металлургии / И. В. Лянгузова, В. Т. Ярмишко, А. С. Евдокимов, А. И. Беляева // Растительные ресурсы. 2018. Вып. 4. С. 516–531.
- Таран И. В., Спиридонов В. Н., Беликова Н. Д. Леса города. Новосибирск : Изд-во СО РАН, 2004. 196 с.
- Шихова Н. С. Комплексная оценка состояния лесов зеленой зоны Владивостока // Лесоведение. 2015. № 6. С. 436–446.
- Ярмишко В. Т., Лянгузова И. В. Методы изучения лесных сообществ. СПб. : НИИХимии СПбГУ, 2002. 240 с.
- Экологическое состояние пригородных лесов Красноярска / Л. Н. Скрипальщикова, В. И. Татаринцев, О. Н. Зубарева [и др.]. Новосибирск : Гео, 2009. 179 с.
- Gundersen V. and Vistad O. I. Public opinions and use of various types of recreational infrastructure in boreal forest settings // Forests. 2016. Vol. 7. № 6. P. 113.
- Lynch A. J. Predictors of tree cover in residential open space : a multi-scale analysis of suburban Philadelphia // Urban Ecosyst. 2022. Vol. 5. P. 1515–1526.

- Multifunctionality in practice: measuring differences in urban woodland ecosystem properties via functional traits / *F. Cardou, I. Aubin, B. Shipley, M. Lapointe* // *Urban Forestry & Urban Greening*. 2022. Vol. 68. P. 127453.
- Referowska-Chodak E.* Pressures and threats to nature related to human activities in european urban and suburban forests // *Forests*. 2019. Vol. 10. № 9. P. 765.
- Urbanization Affects the Richness of Invasive Alien Trees But Has Limited Influence on Species Composition / *G. Heringer, L. Del Bianco Faria, A. U. Araújo* [et al.] // *Urban Ecosystems*. 2022. Vol. 3. P. 753–763.

## References

- Alekseev V. A.* Some issues of diagnostics and classification of forest ecosystems damaged by pollution // *Forest ecosystems and atmospheric pollution*. Leningrad: Nauka, 1990. P. 38–54. (In Russ.)
- Bugaev V. A., Kosarev N. G.* Forestry of belt pine forests of the Altai Region. Barnaul : Alt. book publishing house, 1988. 312 p.
- Ecological state of suburban forests of Krasnoyarsk / *L. N. Skripalshchikova, V. I. Tatarintsev, O. N. Zubareva* [et al.]. Novosibirsk : Geo, 2009. 179 p.
- Evaluation of the biological productivity of the forest environment under urbanization conditions (by the example of the Voronezh upland oak forest) / *G. A. Odnorolov, E. N. Tikhonova, I. V. Golyadkina, T. A. Malinina* // *News of higher educational institutions. Forest magazine*. 2020. № 2 (374). P. 60–72. (In Russ.)
- Forestry regulations of the Barnaul forestry of the Altai Region. Barnaul, 2021. 129 p.
- Gundersen V. and Vistad O. I.* Public opinions and use of various types of recreational infrastructure in boreal forest settings // *Forests*. 2016. Vol. 7. № 6. P. 113.
- Urbanization Affects the Richness of Invasive Alien Trees But Has Limited Influence on Species Composition / *G. Heringer, L. Del Bianco Faria, A. U. Araújo* [et al.] // *Urban Ecosystems*. 2022. Vol. 3. P. 753–763.
- Krylov G. V.* Forests of Western Siberia. Moscow : Publishing House of the USSR Academy of Sciences, 1961. 255 p.
- Lynch A. J.* Predictors of tree cover in residential open space: a multi-scale analysis of suburban Philadelphia // *Urban Ecosyst*. 2022. Vol. 5. P. 1515–1526.
- Malinovskikh A. A.* The influence of ash-leaved maple (*Acer negundo* L.) on the natural regeneration of Scots pine in the Barnaul ribbon forest // *Forestry Bulletin*. 2023. Vol. 23. № 3. P. 48–56. (In Russ.)
- Malinovskikh A. A., Malenko A. A.* The process of natural regeneration of Scots pine after selective felling in mature and overmature plantings in belt forests of the Altai Region // *Bulletin of the Altai State Agricultural University*. 2018. № 1. P. 67–72. (In Russ.)
- Mikhailova T. A., Kalugina O. V., Shergina O. V.* Monitoring of technogenic pollution and the state of pine forests using the example of the Irkutsk region // *Lesovedenie*. 2020. № 3. P. 265–273. (In Russ.)
- Multifunctionality in practice: measuring differences in urban woodland ecosystem properties via functional traits / *F. Cardou, I. Aubin, B. Shipley, M. Lapointe* // *Urban Forestry & Urban Greening*. 2022. Vol. 68. P. 127453.
- Referowska-Chodak E.* Pressures and threats to nature related to human activities in european urban and suburban forests // *Forests*. 2019. Vol. 10. № 9. P. 765.
- Reforestation rules : approved by Order of the Ministry of Natural Resources of the Russian Federation dated December 29, 2021 № 1024. M., 2021. 190 p. (In Russ.)
- Shikhova N. S.* Comprehensive evaluation of the state of forests in the green zone of Vladivostok // *Lesovedenie*. 2015. № 6. P. 436–446. (In Russ.)

*Taran I. V., Spiridonov V. N., Belikova N. D.* Forests of the city. Novosibirsk : Publishing house SB RAS, 2004. 196 p.

The state of pine forests of the Kola Peninsula against the background of a decrease in atmospheric emissions from non-ferrous metallurgy enterprises / *I. V. Lyanguzova, V. T. Yarmishko, A. S. Evdokimov, A. I. Belyaeva* // Plant resources. 2018. Vol. 4. P. 516–531. (In Russ.)

*Yarmishko V. T., Lyanguzova I. V.* Methods for studying forest communities. St. Petersburg : Research Institute of Chemistry of St. Petersburg State University, 2002. 240 p.

#### ***Информация об авторах***

*A. A. Малиновских – кандидат биологических наук, доцент.*

#### ***Information about the authors***

*A. A. Malinovskikh – Candidate of Biological Sciences, Associate Professor.*

*Статья поступила в редакцию 07.03.2024; принята к публикации 10.05.2024.*

*The article was submitted 07.03.2024; accepted for publication 10.05.2024.*

---

---