

**ШКАЛА ОЦЕНКИ ПРОЦЕССА ЛЕСОВОССТАНОВЛЕНИЯ И ИНТЕНСИВНОСТИ РОСТА
МОЛОДНЯКА СОСНЫ НА ЗАЛЕЖНЫХ ЗЕМЛЯХ КРАСНОЯРСКОЙ ЛЕСОСТЕПИ*****А. А. Вайс, С. К. Мамедова, А. А. Андропова, Н. О. Мотырев**Сибирский государственный университет науки и технологий имени академика М. Ф. Решетнева
Российская Федерация, 660037, г. Красноярск, просп. им. газеты «Красноярский рабочий», 31

Аннотация. Леса играют важную роль в глобальном углеродном цикле и стабилизации климата. Лесовосстановление заброшенных и вышедших из сельскохозяйственного использования земель – это значимый механизм смягчения последствий изменения климата. В Красноярской лесостепи, на бывших сельскохозяйственных угодьях, формируются преимущественно сосновые древостои, отличающиеся однородным составом, с редким присутствием березы, лиственницы и ели. Наблюдается четкая стадийность развития этих сосновых насаждений. Можно выделить три основные стадии: стадия формирования (возраст до 10 лет), характеризующаяся периодом восстановления и ранним развитием древесных пород; стадия умеренного роста (11–17 лет), когда происходит интенсивное наращивание биомассы; и стадия интенсивного роста (18 лет и старше), для которой характерно максимальное развитие и рост сосновых деревьев. Для исследования динамики роста сосняков в высоту использовалось уравнение Гомпертца. На основе строения сгруппированных рядов по диаметру выполнен анализ процесса формирования сосняков в постаграрных условиях. Критерием являлась оценка формы рядов, выполнена оценка процесса лесовосстановления сосняков на бывших сельскохозяйственных землях Красноярской лесостепи. Анализ формы рядов распределения по диаметру деревьев предоставляет возможность оценить динамику и характеристики восстановленных насаждений. Данный подход позволяет более точно определить этапы развития сосновых лесов на залежных землях и разработать оптимальные стратегии управления процессами лесовосстановления в регионе. Полученные результаты имеют практическое значение для мониторинга и планирования мероприятий по восстановлению лесных экосистем на бывших сельскохозяйственных землях. Такой комплексный подход, основанный на сочетании аналитических методов и конкретных данных, позволяет более эффективно использовать потенциал лесных экосистем для смягчения последствий изменения климата.

Ключевые слова: залежные земли, сосна, лесовосстановление, ряд распределения, эксцесс, асимметрия, шкала оценки.

*Conifers of the boreal area. 2025, Vol. XLIII, No. 2, P. 14–19***ASSESSMENT SCALE OF REFORESTATION PROCESS AND GROWTH INTENSITY
OF YOUNG PINE TREES ON FALLOW LANDS OF THE KRASNOYARSK FOREST-STEPPE******A. A. Vais, S. K. Mamedova, A. A. Andronova, N. O. Motyrev**Reshetnev Siberian State University of Science and Technology
31, Krasnoyarskii rabochii prospekt, Krasnoyarsk, 660037, Russian Federation

Annotation. Forests play an important role in the global carbon cycle and climate stabilization. Reforestation of abandoned and non-agricultural lands is a significant mechanism for mitigating the effects of climate change. In the Krasnoyarsk forest-steppe, on former agricultural lands, predominantly pine stands are formed, characterized by a homogeneous composition, with rare presence of birch, larch and spruce. A clear stage-by-stage development of these pine stands is observed. Three main stages can be distinguished: the formation stage (age up to 10 years), characterized by a period of restoration and early development of tree species; the moderate growth stage (11–17 years), when there is an intensive increase in biomass; and the intensive growth stage (18 years and older), which is characterized by maximum development and growth of pine trees. The Gompertz equation was used to study the dynamics of pine forest growth in height. Based on the structure of grouped rows by diameter, the analysis of the process of pine forest formation in post-agricultural conditions was performed. The criterion was the assessment of the form of distribution series. As a result, the process of reforestation of pine forests on former agricultural lands of

* Исследование проводилось в рамках государственного задания, установленного Министерством науки и высшего образования Российской Федерации, для реализации проекта FEFE-2024-0029 «Динамика восстановления таежных лесов Центральной Сибири, нарушенных энтомофитофагами» коллективом научной лаборатории «Лесных экосистем».

** The study was carried out by the staff of the scientific laboratory “Forest Ecosystems” within the framework of the state assignment commissioned by the Ministry of Science and Higher Education of the Russian Federation for the implementation of the FEFE-2024-0029 project “Dynamics of restoration of taiga forests of Central Siberia disrupted by entomological damage”.

Krasnoyarsk forest-steppe was characterised. Analysis of the forms by tree diameter makes it possible to assess the dynamics and characteristics of restored stands. This approach allows for a more accurate determination of the stages of pine forest development on fallow lands and the development of optimal strategies for managing forest restoration processes in the region. The results obtained are of practical importance for monitoring and planning measures to restore forest ecosystems on former agricultural lands. Such an integrated approach, based on a combination of analytical methods and specific data, allows for a more efficient use of the potential of forest ecosystems to mitigate the effects of climate change.

Keywords: fallow lands, pine, reforestation, distribution series, kurtosis, asymmetry, assessment scale.

ВВЕДЕНИЕ

Леса играют ключевую роль в глобальном углеродном цикле и стабилизации климата, а лесовосстановление заброшенных, вышедших из сельскохозяйственного использования земель, является важным механизмом смягчения последствий изменения климата [1; 2]. В связи с этим, создание искусственных плантаций (преимущественно, хвойных) стало важным инструментом для снижения выбросов CO₂ в атмосферу [3].

В соответствии с Киотским протоколом 1992 года, агролесоводство признано в качестве одной из стратегий смягчения последствий изменения климата и адаптации к ним [4].

Процессы зарастания, лесовосстановления происходят с разной скоростью и цикличностью [5–10]. Так, Е. А. Домнина с соавторами [5] на основе анализа спутниковых снимков установили, что процесс зарастания постаграрных площадей носит неоднородный (гетерогенный) характер. Естественное возобновление на залежах малой площади происходит одновременно, а на больших территориях восстановление происходит от стены леса, со временем постепенно удаляясь от неё. Э. А. Терёхин [6–8] исследовал материалы многозональных спутниковых снимков Landsat и определил на основе анализа вегетационных индексов, что для территории Среднерусской лесостепи процесс зарастания составляет в среднем 8 лет [6; 7]. В другой статье автор констатирует, что лесистость залежей является индикатором пространственной вариации скорости её годового прироста [8]. Д. А. Данилов с соавторами [9] констатируют, что почвенное плодородие является одним из основных факторов, влияющим на процесс естественного возобновления леса. Процесс развития сосновых и еловых древостоев может проходить через множество временных стадий, связанных конкуренцией с мелколиственными древесными породами.

По мере роста и развития насаждений на постаграрных территориях всё острее становится проблема оценки продуктивности древостоев [10–14]. Как отмечает ряд исследователей учёт экономической и экологической составляющей, а также рациональный и научно-обоснованный подход позволяет существенно увеличить выход деловой древесины с единицы площади земель после сельскохозяйственного использования [10; 11]. А. В. Жигунов с соавторами [12] установили возможность успешного искусственного лесовосстановления на землях, вышедших из сельскохозяйственного пользования. Л. В. Голубева, Е. Н. Наквасина, Н. С. Минин [13] исследовали постаграрные сосновые насаждения, сформированные на залежах более 40 лет назад, и определили, что эти древостои характеризуются

интенсивным ростом и близким к нативным насаждениям качеством древесины. Ряд авторов отмечают, что биологическая продуктивность естественных 10-летних сосняков соответствует по фитомассе 20-летним плантационным культурам [14], а успешность зарастания оценивается увеличением числа растений и повышением годичного прироста в высоту [15].

МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЙ

На первом этапе на всех участках выполнены учётные работы в виде перечёта деревьев, замера высот. Основным методом работ являлся ленточный способ [16]. Выбор данного метода учёта обоснован тем, что при таком подходе происходит охват максимальной территории, что целесообразно при выполнении работ на площадных территориях (залежные земли). Общие принципы работ описаны в ряде научных и инструктивных источниках [16–18].

Таксационная оценка насаждений выполнялась по стандартным методическим положениям, представленным в классических трудах М. М. Орлова [17], Н. П. Анучина [16] и В. С. Моисеева [18].

Необходимо отметить следующие основные особенности сосняков, формирующихся на залежных землях в условиях Красноярской лесостепи. На бывших сельскохозяйственных землях формируются преимущественно сосновые древостои, чистые по составу с единичной представленностью берёзы, лиственницы и ели.

Средний диаметр варьировал от 3,1 до 11,8 см. На двух участках молодняк не достиг высоты груди, поэтому замеры произведены у шейки корня. Высота молодняка менялась от 0,9 до 9,4 м. Условия формирования и развития способствуют густотному разнообразию древостоев: 346–15733 шт. · га⁻¹. Класс бонитета насаждений на участках представлен всем спектром продуктивности сосняков в условиях Красноярской лесостепи: I–III классы качества условий произрастания. Размеры и густота сосняков способствует достаточно высокой производительности древостоев (5–229 м³ · га⁻¹). Таким образом, можно констатировать, что опытные участки включают в себя максимальное разнообразие как условий формирования и произрастания, так и продуктивности сосновых насаждений.

Целью исследования являлась оценка периода и стадий формирования сосняков на залежных землях с помощью различных методических подходов.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

На следующем этапе выявлено наличие определённых соотношений в морфологических показателях

молодняков, поскольку наличие таких связей с достаточно высокой степенью позволяет констатировать устойчивость роста и морфологическую адаптивность к условиям местопроизрастания.

С учётом методологии кусочной линейной аппроксимации общую линию роста можно разделить на три возрастных стадии (рис. 1).

Изменение коэффициентов линейной регрессии подтверждает возможность выделения возрастных стадий формирования:

1 стадия – $H = 0,348 \cdot A - 1,664$;

2 стадия – $H = 0,450 \cdot A - 2,097$;

3 стадия – $H = 0,711 \cdot A - 1,664$.

На основании данных рисунка 1 и коэффициентов уравнений можно определить три стадии развития сосновых насаждений на залежных землях:

- стадия формирования (возраст до 10 лет);
- стадия умеренного роста (11–17 лет);
- стадия интенсивного роста (18 лет и старше).

Линии по отдельным участкам залежей были объединены в одну статистическую совокупность для связи $H = f(A)$ (рис. 2).

С помощью функции Гомпертца получены линии роста сосняков в высоту для древостоев различного возраста (рис. 3). Следует отметить, что данная функция в большей мере отражает рост возрастных древостоев, у которых выражена затухающая фаза.

Стадия формирования, умеренного и начало интенсивного роста (возраст до 24 лет).

$H = 20,136 \cdot \exp(-\exp(1,703 - 0,089 \cdot A))$, $R^2 = 0,84$;
 $m_x = 1,6$ м.

Все стадии роста, включая затухающий период (возраст до 76 лет).

$H = 19,137 \cdot \exp(-\exp(1,545 - 0,081 \cdot A))$, $R^2 = 0,86$;
 $m_x = 1,8$ м.

Ряды распределения по диаметру в той или иной мере, наряду с возрастной структурой, указывают на продолжительность процесса формирования насаждения (рис. 4).

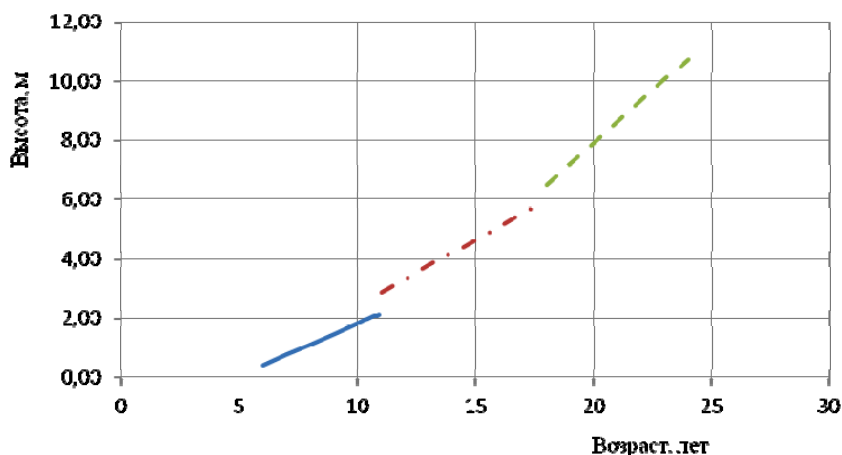


Рис. 1. Возрастные стадии роста в высоту сосновых молодняков

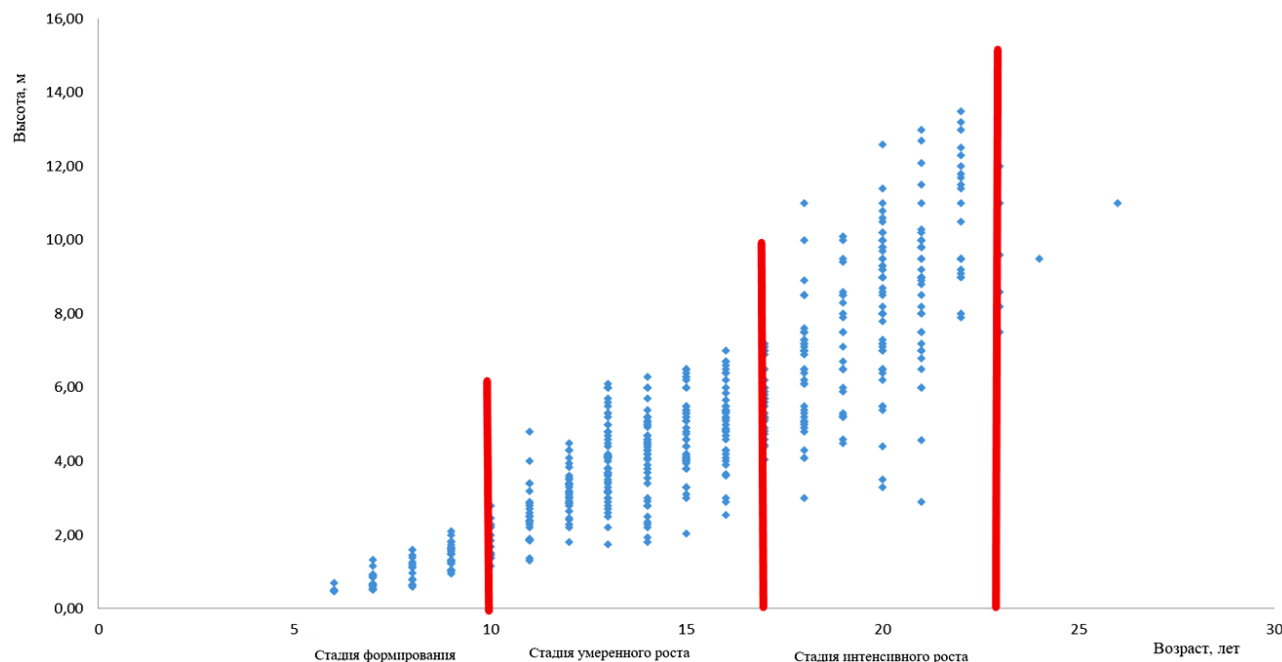


Рис. 2. Точечная диаграмма связи высот и возраста деревьев на постаграрных землях

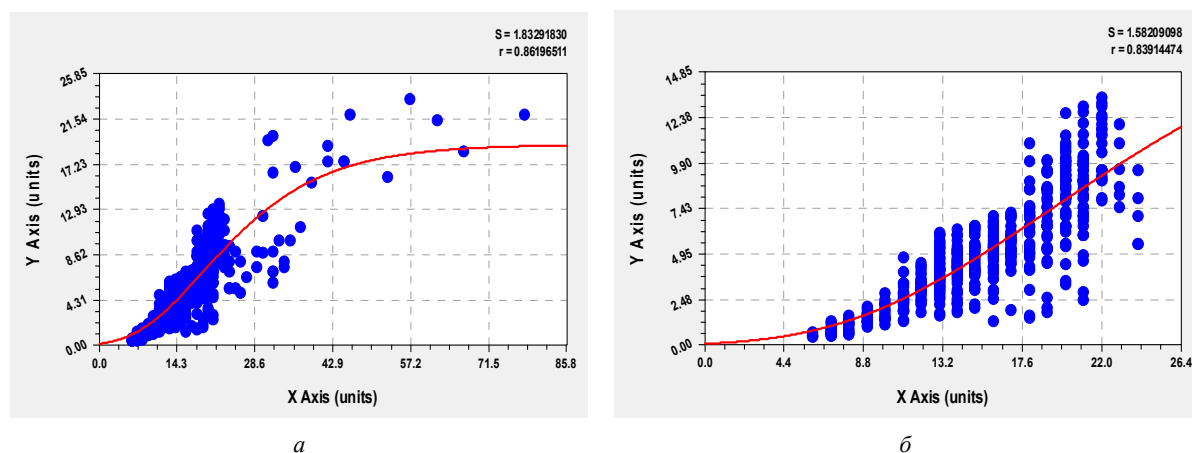


Рис. 3. Ход роста в высоту сосняков на постаграрных землях (x – возраст, лет; y – высота, м):
а – молодняки сосны возраста до 24 лет; б – сосняки возраста до 76 лет

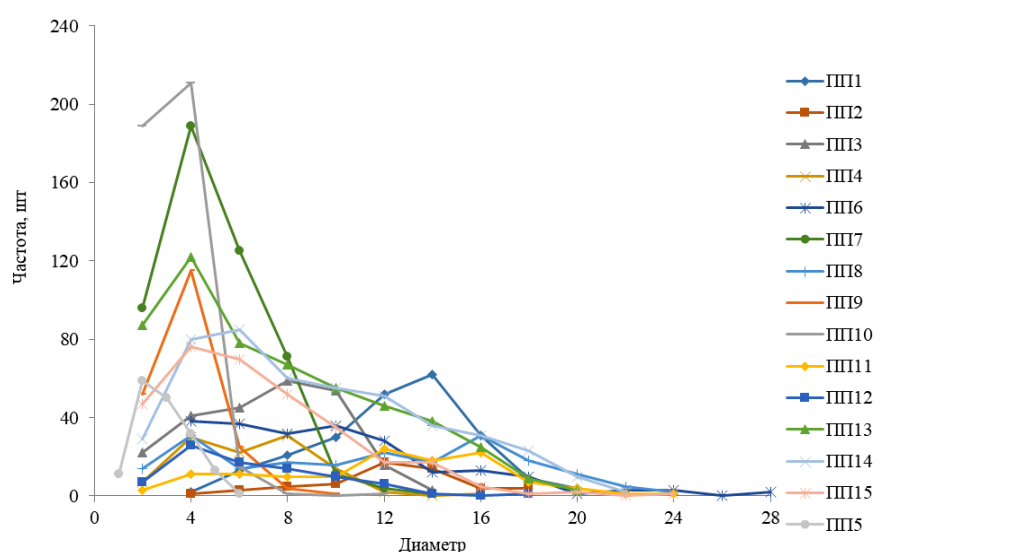


Рис. 4. Стрoение по диаметру сосняков на залежных землях

На этом основании выполнен анализ стрoения сгруппированных рядов по диаметру для оценки процесса формирования сосняков в постаграрных условиях. Критерием являлась оценка формы рядов распределения (табл. 1) по двум основным характеристикам (асимметрии и эксцессу).

После проведения описательной статистики рядов распределения по диаметру выполнена оценка формы рядов согласно статистическим критериям [19; 20].

Данная таблица позволяет с учётом стандартной оценки формы рядов распределения по асимметрии и эксцессу определить период формирования (зарастания) постаграрных земель.

С учётом классификационной таблицы выполнена оценка формирования сосняков Красноярской лесостепи на бывших сельскохозяйственных землях с учётом анализа формы рядов распределения по диаметру (табл. 2).

Таблица 1

Анализ распределения с учётом стадии начального формирования сосняков на бывших сельскохозяйственных землях (период до 10 лет)

Показатель формы ряда распределения	Числовое значение показателя формы ряда распределения	Оценка распределения	Период формирования
Асимметрия	$A = 0$	нормальное распределение	одномоментный период формирования
	$A < 0$	левая асимметрия	растянутый период формирования с максимумом в конце периода зарастания
	$A > 0$	правая асимметрия	растянутый период формирования с максимумом в начале периода зарастания
	$\pm A < 0,5$	малое смещение	одномоментный период формирования 1–2 года
	$0,5 > \pm A < 1,0$	среднее смещение	растянутый период зарастания 3–5 лет
	$\pm A > 1,0$	большое смещение	растянутый период зарастания 6–10 лет

Окончание табл. 1

Показатель формы ряда распределения	Числовое значение показателя формы ряда распределения	Оценка распределения	Период формирования
Экссесс	$E = 0$	нормальное распределение	одномоментный период формирования
	$E > 0$	экссессивное распределение	короткий период застарения
	$E < 0$	депрессивное распределение	растянутый период застарения
	$0 < E < 0,5$	незначительная экссессивность	одномоментный период формирования
	$E > 0,5$	экссессивное распределение	одномоментный период формирования 1–2 года
	$0 > E > -0,5$	незначительная депрессивность	растянутый период формирования 3–5 лет
	$-0,5 > E > -2$	депрессивное распределение	растянутый период застарения 6–10 лет)
	$E > -2$	полимодальное распределение	формирование разновозрастного древостоя

Таблица 2

Оценка формирования сосновых древостоев на залежных землях Красноярской лесостепи

Номер участка	Асимметрия	Экссесс	Оценка формы распределения	V, %	P, %
1	–0,30	–0,26	растянутый период формирования 3–5 лет	27,9	1,9
2	–0,33	0,15	одномоментный период формирования 1–2 года	30,4	3,3
3	–0,09	–0,89	растянутый период формирования 6–10 лет	45,9	3,0
4	0,43	0,10	одномоментный период формирования 1–3 года	46,4	4,5
5	0,49	–0,66	растянутый период формирования 3–5 лет	43,3	3,4
6	1,11	1,29	растянутый период формирования 6–10 лет	56,1	3,8
7	0,80	0,64	растянутый период застарения до 5 лет	51,7	2,3
8	0,03	–1,19	растянутый период застарения 6–10 лет	56,1	4,0
9	1,29	2,04	одномоментный период формирования 1–2 года	44,2	3,1
10	1,81	10,83	одномоментный период формирования 1–2 года	46,8	2,3
11	–0,18	–0,64	растянутый период формирования 6–10 лет	43,1	3,9
12	0,88	0,54	растянутый период застарения до 5 лет	55,6	6,1
13	0,65	–0,57	растянутый период формирования до 6 лет	68,0	3,0
14	0,57	–0,56	растянутый период формирования до 6 лет	58,6	2,7
15	1,09	1,48	растянутый период застарения до 5 лет	62,8	3,8

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Предлагаемая методика определения периода формирования сосняков на залежных землях носит не абсолютный, а в большей мере условный характер, и для окончательной оценки нужно учитывать совокупность факторов (визуальный анализ графиков, возрастную структуру). Но для первичной классификации периода формирования сосняков по перечётным данным в камеральных условиях рекомендуется использовать анализ формы рядов распределения по диаметру.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЕ ССЫЛКИ

1. Усольцев В. А., Колчин К. В., Маленко А. А. О необходимости построения и анализа аллометрических моделей фитомассы лесных деревьев как основы корректной оценки углерододепонирующей функции лесов (аналитический обзор) // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. 2017. № 3 (149). С. 78–87.
2. Belay B., Pötzelsberger E., Hasenauer H. The Carbon Sequestration Potential of Degraded Agricultural Land in the Amhara Region of Ethiopia // Forests. 2018. Vol. 9, No. 8. P. 470.
3. Chen C.-I., Wang Y.-N., Lin H.-H., Wang C.-W., Yu J.-C., Chen Y.-C. Seasonal Photosynthesis and Carbon Assimilation of Dynamics in a Zelkova serrata (Thunb.) Makino Plantation // Forests. 2021. Vol. 12, No. 4. P. 467.

4. Semere M., Cherinet A., Gebreyesus M. Climate resilient traditional agroforestry systems in Silite district, Southern Ethiopia // Journal Forest Science. 2022. Vol. 68. No. 4. – P. 136–144.

5. Домнина Е. А., Адамович Т. А., Тимонов А. С., Ашихмина Т. Я. Мониторинг застарения заброшенных земель сельскохозяйственного назначения по спутниковым снимкам высокого разрешения // Теоретическая и прикладная экология. 2022. № 3. С. 82–89.

6. Терехин Э. А. Процессы лесовозобновления на залежах юго-запада Среднерусской возвышенности // Лесные экосистемы в условиях изменения климата: биологическая продуктивность и дистанционный мониторинг. 2016. № 2. С. 57–62.

7. Терехин Э. А. Особенности лесовозобновления на залежных землях Среднерусской лесостепи // Известия Российской академии наук. Серия географическая. 2022. Т. 86, № 4. С. 594–604.

8. Терехин Э. А. Состояние залежных земель и особенности их спектрально-отражательных свойств на территории Среднерусской лесостепи // Региональные геосистемы. 2022. Т. 46, № 3. С. 356–365.

9. Влияние плодородия почвы на естественное возобновление леса на старопахотных землях / Д. А. Данилов, Л. С. Богданова, С. С. Мандрыкин [и др.] // Известия Санкт-Петербургской лесотехнической академии. 2019. № 229. С. 145–163.

10. Мониторинг трансформации старопашотных почв лесостепной зоны при лесовосстановлении / Т. В. Пономарева, Е. И. Пономарёв, А. С. Шишкин, Е. Г. Швецов // География и природные ресурсы. 2018. № 2. С. 154–161.

11. Производительность древостоев, сформировавшихся на землях сельскохозяйственного назначения / С. Е. Грибов, С. А. Корчагов, Р. С. Хамитов, И. В. Евдокимов // Лесной вестник. Forestry Bulletin. 2020. Т. 24. № 6. С. 19–25.

12. Создание высокопродуктивных лесонасаждений на землях, вышедших из активного сельскохозяйственного оборота / А. В. Жигунов, Д. А. Данилов, А. Н. Красновидов, О. О. Эндерс // Вестник Башкирского гос. аграр. ун-та. 2014. № 3 (31). С. 85–90.

13. Голубева Л. В., Наквасина Е. Н., Минин Н. С. Продуктивность и качество древесины сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.) в постагrogenных насаждениях // Известия Санкт-Петербургской лесотехнической академии. 2016. № 215. С. 19–29.

14. Януш С. Ю., Данилов Д. А., Красновидов А. Н., Иванов А. А. Фитомасса 10-летних насаждений сосны на залежных землях Ленинградской области // Актуальные проблемы лесного комплекса. 2018. № 53. С. 55–57.

15. Динамика роста подроста сосны обыкновенной на неосваиваемых землях / Ю. А. Янбаев, В. В. Тагиров, С. Ю. Бахтина, А. А. Тагирова // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2018. № 4(72). С. 150–151.

16. Анучин Н. П. Лесная таксация : учебник для вузов. М. : Лесн. пром-ть, 1982. 550 с.

17. Орлов М. М. Лесная таксация. Л., 1929. 532 с.

18. Моисеев В. С. Таксация леса : учебное пособие. Л., 1970. 255 с.

19. Багинский В. Ф., Лапичкая О. В. Биометрия в лесном хозяйстве. Гомель : ГГУ, 2010. 374 с.

20. Бондаренко А. С., Жигунов А. В. Статистическая обработка материалов лесоводственных исследований : учеб. пособие. СПб., 2016. 125 с.

REFERENCES

1. Usol'cev V. A., Kolchin K. V., Malenko A. A. O neobходимosti postroeniya i analiza allometricheskikh modelej fitomassy lesnyh derev'ev kak osnovy korrektnoj ocenki uglerododeponiruyushchej funkcii lesov (analiticheskij obzor) // Vestnik Altajskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. 2017. № 3(149). С. 78–87.

2. Belay B., Pötzelsberger E., Hasenauer H. The Carbon Sequestration Potential of Degraded Agricultural Land in the Amhara Region of Ethiopia // Forests. 2018. Vol. 9, No. 8. P. 470.

3. Chen C.-I., Wang Y.-N., Lin H.-H., Wang C.-W., Yu J.-C., Chen Y.-C. Seasonal Photosynthesis and Carbon Assimilation of Dynamics in a Zelkova serrata (Thunb.) Makino Plantation // Forests. 2021. Vol. 12, No. 4. P. 467.

4. Semere M., Cherinet A., Gebreyesus M. Climate resilient traditional agroforestry systems in Silite district, Southern Ethiopia // Journal Forest Science. 2022. Vol. 68, No. 4. P. 136–144.

5. Monitoring zarastaniya zabroshennyh zemel' sel'sko-hozyajstvennogo naznacheniya po sputnikovym snimkam

vysokogo razresheniya / E. A. Domnina, T. A. Adamovich, A. S. Timonov, T. Ya. Ashihmina // Teoreticheskaya i prikladnaya ekologiya. 2022. № 3. С. 82–89.

6. Terekhin E. A. Processy lesovozobnovleniya na zalezhhah yugo-zapada Srednerusskoj vozvysheynosti // Lesnye ekosistemy v usloviyah izmeneniya klimata: biologicheskaya produktivnost' i distancionnyj monitoring. 2016. № 2. С. 57–62.

7. Terekhin E. A. Osobennosti lesovozobnovleniya na zalezhhnyh zemlyah Srednerusskoj lesostepi // Izvestiya Rossijskoj akademii nauk. Seriya geograficheskaya. 2022. Т. 86, № 4. С. 594–604.

8. Terekhin E. A. Sostoyanie zalezhhnyh zemel' i osobennosti ih spektral'no-otrazhatel'nyh svoystv na territorii Srednerusskoj lesostepi // Regional'nye geosistemy. 2022. Т. 46, № 3. С. 356–365.

9. Vliyanie plodorodiya pochvy na estestvennoe vozobnovlenie lesa na staropashotnyh zemlyah / D. A. Danilov, L. S. Bogdanova, S. S. Mandrykin [et al.] // Izvestiya Sankt-Peterburgskoj lesotekhnicheskoy akademii. 2019. № 229. С. 145–163.

10. Monitoring transformacii staropashotnyh pochv lesostepnoj zony pri lesovosstanovlenii / T. V. Ponomareva, E. I. Ponomaryov, A. S. Shishikin, E. G. Shvecov // Geografiya i prirodnye resursy. 2018. № 2. С. 154–161.

11. Proizvoditel'nost' drevostoev, sformirovavshihsya na zemlyah sel'skohozyajstvennogo naznacheniya / S. E. Gribov, S. A. Korchagov, R. S. Hamitov, I. V. Evdokimov // Lesnoj vestnik. Forestry Bulletin. 2020. Т. 24, № 6. С. 19–25.

12. Sozdanie vysokoproduktivnyh lesonasazhdenij na zemlyah, vyshedshih iz aktivnogo sel'skohozyajstvennogo oborota / A. V. Zhigunov, D. A. Danilov, A. N. Krasnovidov, O. O. Enders // Vestnik Bashkirskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. 2014. № 3(31). С. 85–90.

13. Golubeva L. V., Nakvasina E. N., Minin N. S. Produktivnost' i kachestvo drevesiny sosny obyknovennoj (*Pinus sylvestris* L.) v postagrogennyh nasazhdeniyah // Izvestiya Sankt-Peterburgskoj lesotekhnicheskoy akademii. 2016. № 215. С. 19–29.

14. Фитомасса 10-летних насаждений сосны на залежных землях Ленинградской области / С. Ю. Януш, Д. А. Данилов, А. Н. Красновидов, А. А. Иванов // Актуальные проблемы лесного комплекса. 2018. № 53. С. 55–57.

15. Динамика роста подроста сосны обыкновенной на неосваиваемых землях / Ю. А. Янбаев, В. В. Тагиров, С. Ю. Бахтина, А. А. Тагирова // Известия Оренбургского гос. аграр. ун-та. 2018. № 4 (72). С. 150–151.

16. Анучин Н. П. Лесная таксация : учебник для вузов. М. : Лесн. пром-ть, 1982. 550 с.

17. Орлов М. М. Лесная таксация. Л., 1929. 532 с.

18. Моисеев В. С. Таксация леса : учебное пособие. Л., 1970. 255 с.

19. Багинский В. Ф., Лапичкая О. В. Биометрия в лесном хозяйстве. Гомель : ГГУ, 2010. 374 с.

20. Бондаренко А. С., Жигунов А. В. Статистическая обработка материалов лесоводственных исследований : учебное пособие. СПб., 2016. 125 с.

© Байс А. А., Мамедова С. К., Андропова А. А., Мотырев Н. О., 2025

Поступила в редакцию 16.02.2025

Принята к печати 25.04.2025