

Д.В. Лежнев, Ю.Б. Глазунов, С.А. Коротков, А.В. Титовец

ВТОРИЧНЫЕ СУКЦЕССИИ ПОСЛЕ СПЛОШНОЙ САНИТАРНОЙ РУБКИ СОСНЯКОВ В БЛИЖНЕМ ПОДМОСКОВЬЕ

Введение. Известно, что восстановление лесных экосистем после антропогенных нарушений до условно коренного типа, при условии наличия в доступной близости источников обсеменения, занимает несколько столетий и зависит от характера предшествующего землепользования [Морозов, 1900; Мелехов, 1962; Рысин, 2009; Лукина и др., 2018]. Процесс естественного возобновления является сложным. В него могут вмешиваться многочисленные экологические и лесохозяйственные факторы [Ruano et al., 2009; Guignabert, 2018; Ribeiro et al., 2022].

Структура лесных фитоценозов, формирующихся после катастрофических нарушений, определяется характером протекающих сукцессий. Изучение закономерностей сукцессионных процессов позволяет оценить перспективы возобновления леса [Бобровский, 2010; Разнообразие..., 2012; Киселева, 2016; Лежнев, 2022]. Внешнее вмешательство в фитоценоз нередко приводит к кардинальным изменениям в структуре всей экосистемы. Значительные нарушения во всех ценоэлементах фитоценоза наблюдаются после рубки [Крышень, 2006; Беляева и др., 2012; Patacca et al., 2023].

Как правило, данные нарушения приводят к необратимым последствиям. На сплошных вырубках лес формируется в одних случаях через смену видов-эдификаторов и субэдификаторов, что принято считать генетическими рядами сукцессий [Исаев и др., 2008], а в других – без смены эдификаторов [Сукачев, 1964]. Начальная фаза восстановительных сукцессий требует детального изучения. Необходимо выявлять условия, которые следует учитывать при проведении лесовосстановления на вырубках. Для обоснованного назначения лесовосстановительных мероприятий необходим научно обоснованный прогноз последующих направлений сукцессионных циклов [Целитан и др., 2021; Лежнев и др., 2023].

Сосна обыкновенная (*Pinus sylvestris* L.) устойчива только в местообитаниях с экстремальными условиями, в остальных случаях она сменится другими породами либо в силу того, что по тем или причинам занимает несвойственные ей местообитания, либо в связи с исчезновением факто-

ров, поддерживающих ее существование [Рысин, 2009; Кухта и др., 2023; Глазунов и др., 2024a]. Рассматривая сукцессии в лесах, необходимо учитывать исторический фактор. После катастрофических нарушений протекают демулационные процессы, в ходе которых может восстановиться исходный породный состав древостоев. Вместе с тем породный состав и структура насаждений способны восстановиться только в том случае, если условия, в которых протекает демулационный процесс, соответствуют условиям, в которых было сформировано исходное насаждение.

В контексте глобального изменения климата и из-за широкого естественного ареала сосна сталкивается с рядом экологически разнообразных условий, которые значительно отличаются от ее экологического оптимума [Loarie et al., 2009; Benavides et al., 2013]. При этом данная порода имеет способность адаптации к различным экологическим условиям.

Преимуществом сосны по сравнению с другими лесообразующими породами является нетребовательность к почвенным условиям. Наиболее успешно возобновление сосны происходит на бедных сухих и заболоченных почвах, так как в этих условиях конкуренция практически отсутствует [Шиманюк, 1974; Усольцев, 2001; Hannerz et al., 2002; Galdina, Khazova, 2019].

Отрицательная связь густоты соснового подроста с эффективным плодородием почвы означает, что лучшие почвы после вырубki материнского древостоя быстро занимают конкуренты: травяной покров, подлесок, подрост мелколиственных пород [Смирнов и др., 2020]. Некоторые растения из состава подлеска и травянистых растений являются главными конкурентами сосны [Лежнев, Купченко, 2024; Uutera, 1995; Nilsson, Allen, 2003]. Мелколиственные породы считаются сильными конкурентами на поздних стадиях возобновления хвойных пород [McCarthy et al., 2011; Lof et al., 2012]. Сосна, при высокой устойчивости к некоторым стрессовым абиотическим условиям, на начальных стадиях онтогенетического развития испытывает сильную конкуренцию со стороны травянистых растений [Мелехов, 1958; Черненькова и др., 2019].

Сохранение длительно и эффективно функционирующих сосновых фитоценозов в условиях возрастающей урбанизации крайне важно для обеспечения устойчивого развития мегаполисов. Пригородные леса подвержены значительным нагрузкам, которые связаны с процессом урбанизации [Махрова, 2021; Korotkov et al., 2023]. Увеличение количества различных катастрофических нарушений обуславливает актуальность исследований, направленных на изучение особенностей лесовосстановительных процессов на вырубках в Московской области.

Цель исследования – изучение восстановительных процессов древесной и кустарниковой растительности на начальных стадиях демутации после ветровала с последующей сплошной санитарной рубкой в сосновых насаждениях ближнего Подмосковья.

Объект и методика исследования. Объектом исследования стали две вырубki после сплошных санитарных рубок на месте ветровала в 2017 г. на территории Серебряноборского опытного лесничества, относящейся к Москворецко-Окской физико-географической провинции. Территория лесничества занимает долину реки Москвы и прилежащий водораздел. Примерно половину площади лесничества занимают надпойменные террасы реки Москвы [Анненская и др., 1997; Огуреева, Булдакова, 2006].

По лесорастительному районированию изучаемые участки относятся к зоне хвойно-широколиственных лесов. Почвы супесчаные. Тип условий местопроизрастания – свежие субори (B_2). Тип вырубki –вейниково-разнотравный. Обе вырубki были расчищены от упавших деревьев в 2018 г., следовательно, их зарастание началось одновременно.

Обследования вырубок проводились в течение четырех лет, начиная с 2020 г. Первая вырубка ($55^{\circ}44'30''$ с.ш. $37^{\circ}18'46''$ в.д.) имеет площадь 7,76 га. Вторая вырубка ($55^{\circ}44'15''$ с.ш. $37^{\circ}19'09''$ в.д.) имеет площадь 7,79 га (рис. 1, табл. 1).



Рис. 1. Контуры обследованных вырубок и расположение учетных площадок
Fig. 1. Contours of the surveyed cuttings and the location of the accounting sites

Таблица 1

**Характеристика насаждений, произраставших
в Серебряноборском опытном лесничестве на месте ветровала**

**Characteristics of the stands that grew in the Serebryanoborsky Experimental
Forestry on the site of the wind**

Вырубка	Квартал	Выдел	Площадь, га	Состав	Тип леса
№ 1	44	9	7,76	10С+Б	Сосняк сложный
	45	14		8С1Б1Ос+Лп+Д	
№ 2	59	2	7,79	8Б2Ос	Березняк разнотравный
		3		6Б2Ос2Олс	
		7		6Б2Ос1Олс1Д	
	45	22		7С3Б+Ос+Д	Сосняк сложный
		23		9С1Б	
		24		6Б3Ос1Олс+С	
		25		7С3Б	

Примечание. С – сосна обыкновенная (*Pinus sylvestris* L.); Б – береза повислая (*Betula pendula* Roth); Ос – осина (*Populus tremula* L.); Лп – липа мелколистная (*Tilia cordata* Mill.); Д – дуб черешчатый (*Quercus robur* L.); Олс – ольха серая (*Alnus incana* (L.) Moench)

Для учета численности древесно-кустарниковой растительности на исследуемых вырубках было заложено 46 круговых учетных площадок по 10 м² каждая. На вырубке № 1 заложено 22 учетных площадки, на вырубке № 2 – 24 площадки [Глазунов и др., 2024б].

При оценке жизнеспособности подроста использовали количественные и качественные показатели: цвет хвои, протяженность кроны. В перечень включали только жизнеспособный подрост с подразделением его по классам высот. У каждого экземпляра сосны измерялись годовичные приросты осевого побега в высоту по мутовкам.

В ходе исследования определялась средняя численность на учетной площадке, ошибка средней численности, среднеквадратическое отклонение, коэффициент вариации, показатель точности наблюдений и коэффициент гомогенности (КГ). Если КГ < 1, то распределение подроста случайное, если КГ = 1, то распределение равномерное, если КГ > 1 – распределение групповое [Данилов и др., 2018].

На каждой учетной площадке учитывали численность и высоту всех древесных и кустарниковых растений. При характеристике подроста выде-

лялось три класса высот: мелкий (высота до 50 см), средний (51-150 см), крупный (более 151 см)¹ [Загребев, 1992].

Расчет средних значений, стандартных ошибок, коэффициента вариации и других статистических показателей выполнен в программе Microsoft Excel 2020.

Результаты исследования и их обсуждение. Характер формирования лесных сообществ во многом определяется конкурентными взаимоотношениями между древесной растительностью. Изучение спелых и перестойных сосновых насаждений не позволяет определить начальные стадии их формирования [Рысин, Савельева, 2008].

В 2020 г. на вырубке №1 численность сосны составляла 2860 шт./га, березы – 1860 шт./га, осины – 410 шт./га. В 2021 г. на вырубке №1 данные виды упрочили свое доминирование, численность сосны составила 10680 шт./га, березы – 5510 шт./га, осины – 1640 шт./га. Подлесочные виды: ива козья – 2140 шт./га, рябина – 1770 шт./га. На шестой год после ветровала (2023 г.) численность сосны и березы снизилась до 7860 и 3570 шт./га соответственно, при этом численность осины и ивы козьей увеличилась до 5430 и 4210 шт./га соответственно. Численность рябины за исследуемый период варьирует в диапазоне от 1500 до 3000 шт./га (рис. 2).

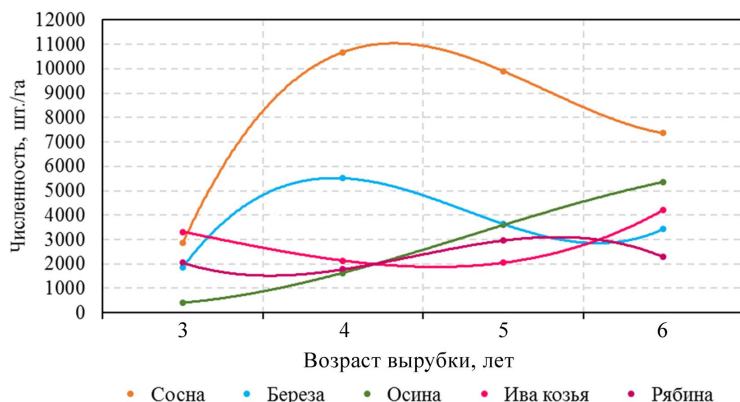


Рис. 2. Изменение численности основных древесных пород на вырубке №1
Fig. 2. The change in the number of main tree species at cutting No. 1

¹ Приказ Министерства природных ресурсов и экологии Российской Федерации от 29 декабря 2021 года № 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».

На вырубке №2 в 2020 г. численность сосны составляла 1890 шт./га, березы – 4420 шт./га, осины – 1150 шт./га. В 2021 г. численность сосны, осины и ивы козьей значительно увеличилась и составила 5300, 2540 и 3180 шт./га соответственно, а численность березы сохранилась на прежнем уровне и составила 4410 шт./га. За последний год отмечается значительное увеличение численности всех основных древесных пород. Численность рябины за исследуемый период варьирует от 440 до 1540 шт./га (рис. 3). На шестой год отмечается значительное доминирование ивы козьей по численности среди древесных пород (8170 шт./га).

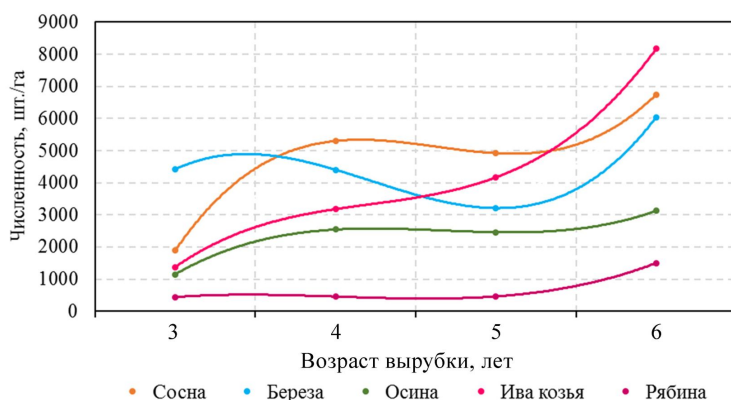


Рис. 3. Изменение численности основных древесных пород на вырубке №2
Fig. 3. The change in the number of main tree species at cutting No. 2

Численность сосны на вырубках превосходит количество сопутствующих пород, однако по средней высоте береза и осина значительно опережают сосну.

Анализ видового состава показал, что на вырубке №1 обнаружено 11 видов деревьев (65% от общего количества видов деревьев и кустарников) и 6 – кустарников (35%). На вырубке №2 обнаружено 8 видов деревьев (61% от общего числа видов) и 5 видов кустарников (39%). На обеих вырубках в возобновлении доминируют береза, осина и сосна. Также в незначительном количестве представлены дуб черешчатый, липа мелколистная, клен остролистный, тополь душистый, черемуха обыкновенная, лещина обыкновенная, крушина ломкая и бузина красная.

Установлена общая численность древесно-кустарниковой растительности на шестой год после осуществления сплошной санитарной рубки

(рис. 4, 5). Численность древесных и кустарниковых пород на вырубке №1 составляет 26,0 тыс. шт./га, из которых 7,86 тыс. шт./га приходится на долю сосны обыкновенной. Численность древесных и кустарниковых пород на территории вырубки №2 составляет 29,2 тыс. шт./га, из которых 6,78 тыс. шт./га приходится на долю сосны, однако ива козья превышает по количеству сосну на 1390 шт./га.

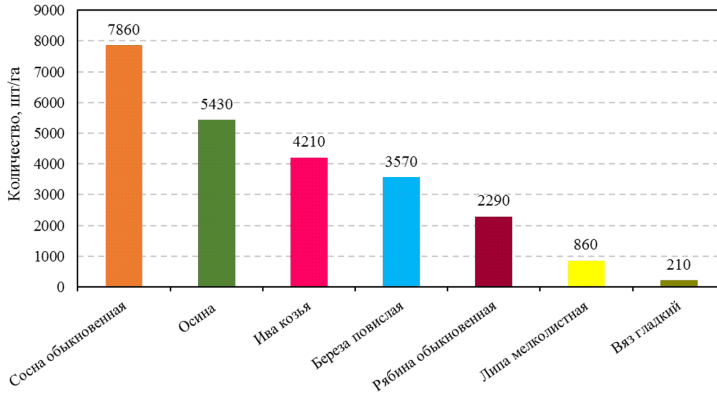


Рис. 4. Численность древесно-кустарниковой растительности в 2023 г. на вырубке №1

Fig. 4. The number of woody and shrubby vegetation in 2023 at cutting No. 1

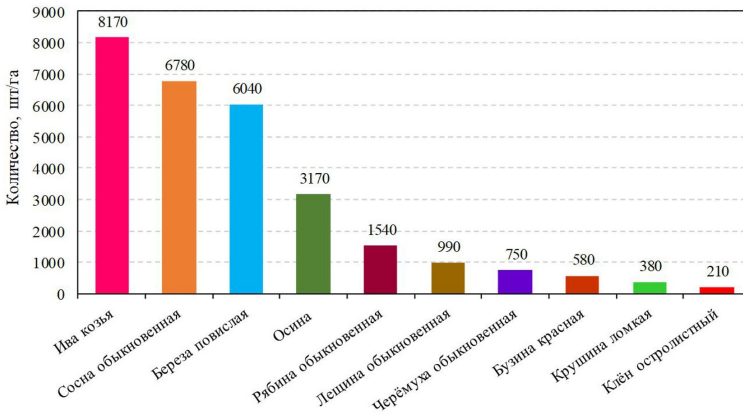


Рис. 5. Численность древесно-кустарниковой растительности в 2023 г. на вырубке №2

Fig. 5. The number of woody and shrubby vegetation in 2023 at cutting No. 2

На 6-й год после ветровала и сплошной санитарной рубки на вырубке №1 формируется насаждение со следующим синтезированным породным составом в переводе на крупный: 38С36Ос19Б6Лп1В+Д, Кло. Аналогичный породный состав формируется и на вырубке №2 – 39С39Б21Ос1Кло. Таким образом, долевое участие сосны обыкновенной на обоих участках исследования не превышает 40% от общего количества основных лесообразующих пород в переводе на крупный.

Характер размещения возобновления древесных пород на вырубках различный. Вырубка №1, максимальная ширина которой не превышает 120 м, со всех сторон окружена насаждениями с преобладанием в составе сосны. Возобновление основных древесных пород на этой вырубке распределено относительно равномерно. Встречаемость сосны в 2023 г. была равна 100%, березы – 71%, осины – 79%. Количество сосны на учетных площадках в непосредственной близости от опушек составило от 2 до 13 тыс. шт./га, тогда как в центральной части вырубки оно изменялось от 3 до 15 тыс. шт./га. Количество березы и осины на учетных площадках варьировало от 0 до 12 тыс. шт./га. Площадки с отсутствием подроста этих пород встречались как в непосредственной близости от опушек, так и в центральной части вырубки.

На вырубке №2 возобновление сосны приурочено в основном к северной опушке, где сосна преобладает в составе насаждения. Возобновление березы распределяется по площади вырубки № 2 равномерно. Осина семенного происхождения успешно возобновляется на расстоянии до 100 м от стен леса (рис. 6).

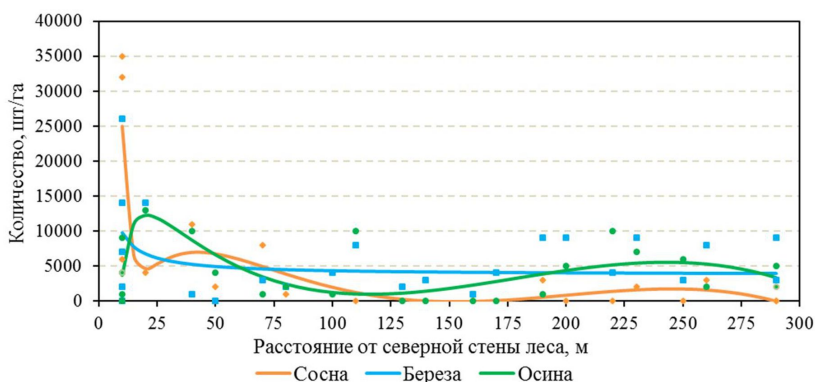


Рис. 6. Распределение деревьев основных лесообразующих пород в зависимости от расстояния от северной стены леса на вырубке №2 в 2023 г.

Fig. 6. Distribution of trees of the main forest-forming species depending on the distance from the northern wall of the forest at cutting No. 2 in 2023

Различный характер распределения возобновления по территории вырубок обусловлен как особенностями строения и разлета семян, так и наличием источников обсеменения.

Высота и прирост растений характеризуют их состояние на момент проведения исследования, а в динамике по ним можно выявить закономерности развития во времени [Зарипов и др., 2021].

Способность расти с различной скоростью является адаптивным механизмом, позволяющим древесным породам формировать в различных условиях роста устойчивые долговечные насаждения [Бабич и др., 2008].

На вырубке №1 больше всего экземпляров сосны в средней категории крупности (55%), мелколиственные породы (береза и осина) также преобладают в средней категории – 50% и 56% соответственно. Значительное количество мелкого подроста сосны свидетельствует об успешном естественном возобновлении на шестой год после начала восстановления. Наличие крупного подроста осины (40%) и березы (15%) увеличивает вероятность образования сомкнутого полога из мелколиственных пород в ближайшей перспективе.

На вырубке №2 в составе молодого поколения сосна преобладает в средней категории (60%). У мелколиственных пород преобладает крупный подрост березы – 80% – и осины – 75%, что указывает на их доминирование над сосной (27%).

Рассматривая высотную структуру, необходимо отметить большой разброс высот. Категория крупных и средних экземпляров лиственных пород по высоте на обеих вырубках преобладает, что демонстрирует их успешное возобновление на шестой год после катастрофических нарушений. Сосна существенно уступает в росте по высоте конкурентам (рис. 7).

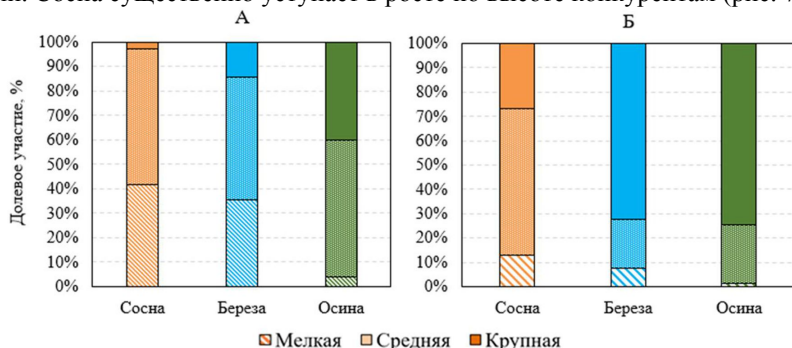


Рис. 7. Высотная структура основных лесообразующих пород на вырубках №1 (А) и №2 (Б) в 2023 г.

Fig. 7. The height structure of the main forest-forming rocks at cuttings No. 1 (A) and No. 2 (B) in 2023

Анализируя возрастную структуру сосны на вырубке №1, можно отметить, что возраст деревьев варьирует от 2 до 5 лет, а на вырубке №2 – от 2 до 6 лет. По результатам проведенного исследования установлено, что на шестой год после ветровала с последующей сплошной санитарной рубкой отсутствуют однолетние особи сосны обыкновенной (рис. 8).

На вырубке №1 преобладают экземпляры сосны четырехлетнего возраста – 57%, а на вырубке №2 больше особей пятилетнего возраста – 54%. Средний возраст главной породы на объектах исследования: вырубка №1 – $3,6 \pm 0,1$ года; вырубка №2 – $4,5 \pm 0,1$ года.

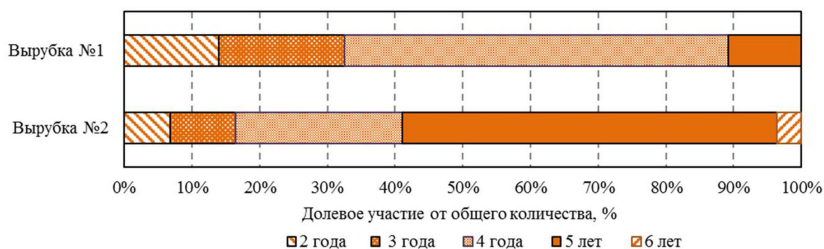


Рис. 8. Возрастная структура сосны обыкновенной на вырубках в 2023 г.
Fig. 8. Age structure of Scots pine at the research sites in 2023

Показателем жизнеспособности древесных растений является прирост по высоте. На двух вырубках проанализированы средние приросты по высоте сосны после катастрофических нарушений (рис. 9).

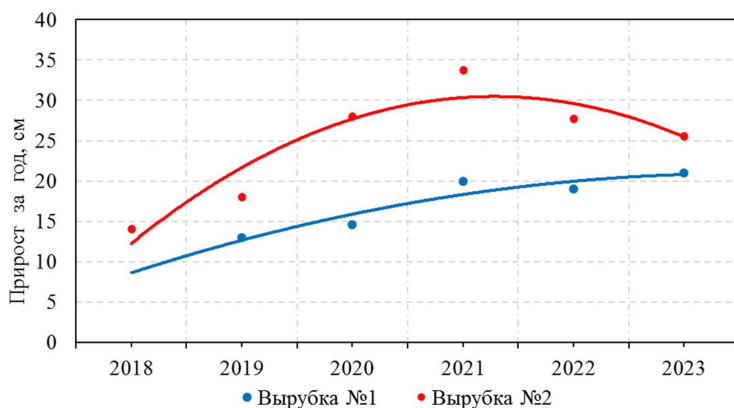


Рис. 9. Изменение ежегодных приростов сосны обыкновенной на объектах исследования

Fig. 9. Change in annual increments of Scots pine at the research sites

На вырубке №1 отмечается ежегодное увеличение приростов, что свидетельствует о благоприятных условиях для главной породы. На вырубке №2 прирост за последние два года (2022 и 2023) снижается относительно 2021 г. В целом на шестой год отмечается выравнивание ежегодных приростов сосны на вырубках в диапазоне 20–30 см.

Древесно-кустарниковая растительность на вырубках №1 и №2 существенно отличается по высоте. Сосна обыкновенная в 2021 г. на вырубке №1 имеет среднюю высоту 33,1 см, а на вырубке №2 – 78 см. Средние высоты мелколиственных пород на вырубке №1 в 2021 г. составили: береза – 92 см; осина – 138 см. Минимальная высота березы была равна 15 см, а максимальная – 204 см, осины – 63 см и 239 см соответственно. Средние высоты подлесочных пород варьируют от 29,5 до 143,8 см. На шестой год (2023 г.) наблюдается уменьшение средней высоты у березы на 12 см, до 93 см, и ивы козьей на 33 см, до 122 см относительно 2022 г. (рис. 10).

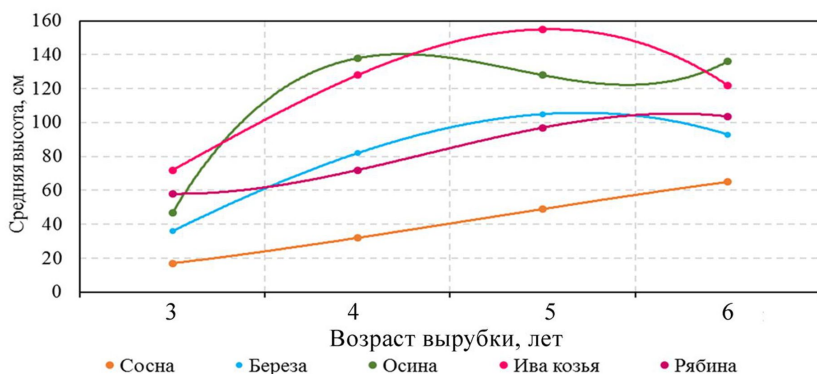


Рис. 10. Средняя высота основных древесных пород на вырубке №1

Fig. 10. The average height of the main tree species in cutting No. 1

На вырубке №2 в 2021 г. средняя высота березы составляла 180 см, а осины – 175 см. Средние высоты подлесочных пород варьировали от 108 до 230 см. Высота отдельных особей ивы достигала 5,0 м. Прослеживается постепенный рост всех древесных пород. Однако значение средней высоты в 2022 г. оказалось ниже на 41 см, чем в предыдущем, и составило 129 см, а в 2023 г. установлено незначительное уменьшение средней высоты у березы на 6 см (205 см). На шестой год у сосны увеличилась средняя высота на 17 см по сравнению с предыдущим годом. При этом высота сосны значительно ниже, чем у лиственных пород (рис. 11).

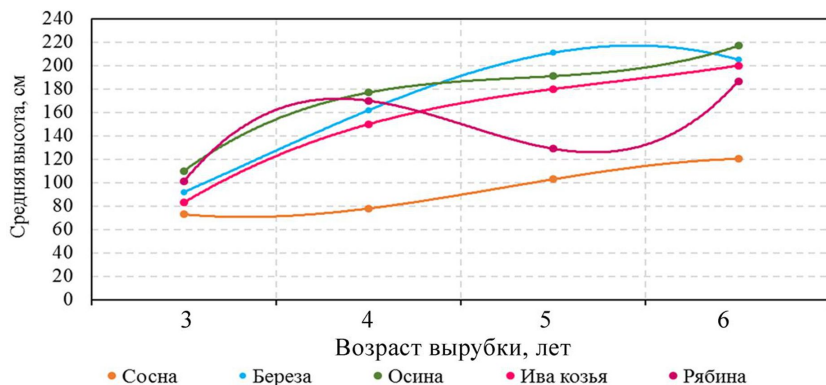


Рис. 11. Средняя высота основных древесных пород на вырубке №2
 Fig. 11. The average height of the main tree species in cutting No. 2

Варьирование средней высоты в разные годы исследования обусловлено продолжающимся процессом естественного возобновления всех рассматриваемых пород.

Распределение высот основных лесобразующих пород на объектах исследования показывает доминирование березы и осины, которые, наряду с подлесочными породами (ива козья и рябина), значительно опережают в росте и угнетают сосну. Статистические показатели учета естественного возобновления сосны, березы и осины на исследуемых вырубках отражены в табл. 2.

Молодое поколение основных лесобразующих пород имеет среднюю густоту и представлено в количестве от 3710 до 7860 шт./га на 6-й год после начала восстановительного процесса. Коэффициент встречаемости свидетельствует о равномерном размещении пород по всей площади выбранных объектов, однако на вырубке №2 сосна распространена только вблизи северной стены леса и эпизодически у южной (встречаемость 58,3%). На вырубке №1 средняя численность подроста сосны на учетной площадке – 7,4 шт., на вырубке № 2 – 6,8 шт. соответственно.

Варьирование на обеих вырубках по всем породам высокое, так как коэффициент вариации превышает 31% [Данилов и др., 2018]. Величина коэффициента гомогенности говорит о групповом размещении особей на всех вырубках ($KG > 1$), эти обстоятельства обусловлены экологическими свойствами (отношение к свету, влаге и почвенному плодородию) исследуемых пород, кроме осины на вырубке №2 ($KG = 0,65$). Для популяции сосны характерно равномерно-случайное распределение на вырубках независимо от типа леса [Беляева и др., 2019; Bilek et al., 2018].

Таблица 2

**Статистические показатели учета естественного возобновления
основных лесообразующих пород на шестой год
после катастрофических нарушений**

**Statistical indicators of accounting for the natural renewal of the main forest-
forming species in the sixth year after catastrophic violations**

Статистический показатель	Порода					
	Сосна		Береза		Осина	
	Вырубка					
	№ 1	№ 2	№ 1	№ 2	№ 1	№ 2
Численность подроста, шт./га	7860	6780	3570	6040	5430	3710
Встречаемость, %	100	58,3	71,4	91,7	78,6	66,7
Средняя численность на учетной площадке, шт./10м ²	7,4	6,8	3,6	4,9	5,4	2,5
Ошибка среднего, шт.	±1,6	±1,1	±0,6	±0,8	±1,1	±0,3
Среднеквадратическое отклонение	5,8	5,4	2,3	3,8	4,0	1,3
Коэффициент вариации, %	79,26	80,64	64,86	76,83	74,44	50,95
Коэффициент гомогенности	4,62	4,39	1,50	2,93	3,01	0,65

Проверка нормальности распределения подроста сосны, березы и осины на вырубках по критерию χ^2 Пирсона показала, что распределение является нормальным у всех пород на вырубке №2 и у осины на вырубке №1. Учитывая значительные различия в характере распределения роста по высоте на вырубках, сравнение вырубок было выполнено с использованием рангового коэффициента корреляции Спирмена. Слабая корреляция при уровне значимости $p < 0,05$ обнаружена только у осины (табл. 3).

Однако соотношение асимметрии, эксцесса и ошибок репрезентативности этих показателей указывает на то, что распределение, возможно, отличается от нормального для всех исследуемых выборок. Асимметрия везде имеет положительные значения; вместе с тем у сосны и в особенности у березы на вырубке №1 она значительно больше, чем на вырубке №2. На это указывает также анализ гистограмм (рис. 12).

Таблица 3

Статистические показатели распределения основных лесообразующих пород по высоте на шестой год после катастрофических нарушений**Statistical indicators of the distribution of the main forest-forming species by height in the sixth year after catastrophic disturbances**

Статистический показатель	Порода					
	Сосна		Береза		Осина	
	Вырубка					
	№ 1	№ 2	№ 1	№ 2	№ 1	№ 2
Средняя высота, см	70,0	119,7	90,6	203,6	136,0	217,5
Стандартная ошибка, см	4,0	4,2	8,7	8,1	6,5	9,6
Стандартное отклонение, см	42,3	53,8	61,6	97,4	56,6	83,3
Минимальная высота, см	4	9	12	17	34	42
Максимальная высота, см	182	270	240	450	260	400
Медиана, см	58,5	123,0	69,0	210,0	128,5	211,0
Асимметрия	0,56	0,14	0,80	0,10	0,30	0,19
Ошибка репрезентативности асимметрии	0,23	0,19	0,35	0,20	0,28	0,20
Эксцесс	-0,57	0,001	-0,34	-0,34	-0,82	-0,75
Ошибка репрезентативности эксцесса	0,48	0,38	0,69	0,41	0,56	0,41
Критерий χ^2 Пирсона факт. χ^2 табл. (0,05)	24,67 11,07	14,34 16,92	14,21 9,49	10,92 11,07	3,80 12,59	5,17 7,81
Коэффициент корреляции Спирмена r	0,15 0,126		-0,12 0,391		0,31 0,006	

Таким образом, характер роста в высоту сосны и березы на исследуемых вырубках различается. Для распределения по высотам у этих пород на вырубке №1 характерна существенная правосторонняя асимметрия, медианы значительно меньше средних значений, в распределении количественно преобладают особи с меньшей высотой. Косвенно это указывает на лучшие условия возобновления сосны и березы на вырубке №1, объясняющие появление в большом количестве молодых растений. Возможно, это определяется меньшими размерами вырубки, ее конфигурацией и близким расположением источников семян.

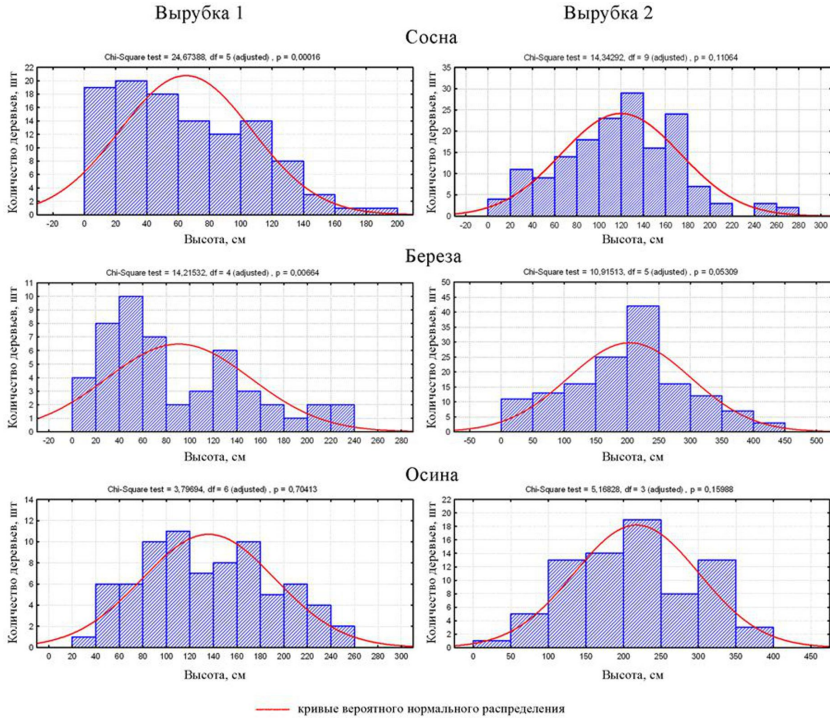


Рис. 12. Распределение по высоте основных лесообразующих пород на вырубках на шестой год после катастрофических нарушений

Fig. 12. Distribution of heights of the main forest-forming species in clearcut areas in the sixth year after catastrophic disturbances

Закключение. В условиях свежих суборей после катастрофических нарушений на начальных стадиях вторичных сукцессий происходит успешное возобновление сосны, березы и осины, которые входят в состав древостоев, примыкающих к вырубкам. По численности возобновления преобладает сосна обыкновенная. Вместе с тем сосна хорошо возобновляется на расстоянии до 60-70 м от источников обсеменения, а на большем удалении численность возобновления значительно снижается и становится равной нулю на расстоянии более 100 м. Численность возобновления осины заметно снижается на расстоянии более 100 м от стены леса, у березы этот показатель практически не изменяется на удалении до 150 м. Различный характер распределения возобновления по территории вырубок обусловлен особенностями строения и разлета семян.

Численность древесных и кустарниковых пород на шестой год после осуществления сплошной санитарной рубки на вырубке №1 составляет 26,0 тыс. шт./га. Численность древесных и кустарниковых пород на территории вырубки №2 составляет 29,2 тыс. шт./га. При этом долевое участие сосны обыкновенной на обеих рубках составляет менее 40% от общего количества основных лесообразующих пород в переводе на крупный.

Средний возраст сосны обыкновенной на объектах исследования составляет на вырубке №1 – $3,6 \pm 0,1$ года, а на вырубке №2 – $4,5 \pm 0,1$ года. На вырубке №1 отмечается ежегодное увеличение приростов. На вырубке №2 прирост за последние два года (2022 и 2023) снижается относительно 2021 г. В целом на шестой год отмечается выравнивание ежегодных приростов сосны на рубках в диапазоне 20–30 см. По результатам проведенного исследования установлено, что на шестой год после ветровала с последующей сплошной санитарной рубкой отсутствуют однолетние особи сосны обыкновенной.

Сосна значительно уступает лиственным породам, как древесным, так и кустарниковым, по скорости роста. На исследованных объектах на шестой год после рубки высота сосны в 1,5–2 раза меньше высоты березы и осины. При естественном развитии в данных условиях сформируется насаждение с преобладанием лиственных пород, в котором сосна будет представлена единично. Вместе с тем значительное количество подроста сосны позволяет сформировать сосновое насаждение с помощью своевременных проведенных уходов.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Библиографический список

Анненская Г.Н., Жучкова В.К., Калинина В.Р., Мамай И.И., Низовцев В.А., Хрусталева М.А., Цесельчук Ю.Н. Ландшафты Московской области и их современное состояние. Смоленск: СГУ, 1997. 296 с.

Бабиц Н.А., Евдокимов И.В., Неволин Н.Н. Культуры сосны Вологодской области. Вологда, 2008. 136 с.

Беляева Н.В., Грязькин А.В., Ковалёв Н.В., Фетисова А.А., Кази И.А. Сравнительная оценка структуры живого напочвенного покрова после рубок ухода и комплексного ухода за лесом в сосняках брусничных // Вестник Московского государственного университета леса. 2012. № 6. С. 194–200.

Беляева Н.В., Данилов Д.А., Кази И.А. Особенности естественного возобновления ели европейской на постагрогенных землях // Актуальные проблемы лесного комплекса. 2019. № 54. С. 6–10.

Бобровский М.В. Лесные почвы Европейской России: биотические и антропогенные факторы формирования. М.: КМК, 2010. 359 с.

Глазунов Ю.Б., Коротков С.А., Лежнев Д.В., Титовец А.В. Формирование сосняков сложных в Серебряноборском опытном лесничестве // Лесоведение. 2024а. № 6. С. 595-603. DOI: 10.31857/S0024114824060018.

Глазунов Ю.Б., Полякова Г.А., Коротков С.А., Лежнев Д.В. Естественное возобновление на вырубках в Серебряноборском опытном лесничестве // Сибирский лесной журнал. 2024б. № 2. С. 74–83.

Данилов Д.А., Мандрыкин С.С., Шестаков В.И., Шестакова Т.А. Возобновление ели и сосны на постагрозенных землях в Ленинградской области // Актуальные проблемы лесного комплекса. 2018. № 8. С. 28–31.

Зареев В.В. Общесоюзные нормативы для таксации лесов. М.: Колос, 1992. 495 с.

Зарипов Ю.В., Залесов С.В., Залесова Е.С., Попов А.С., Платонов Е.П., Стародубцева Н.И. Подрост сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.) на отвалах месторождения хризотил-асбеста // ИВУЗ. Лесной журнал. 2021. № 5 (383). С. 22–33.

Исаев А.С., Суховольский В.Г., Бузыкин А.И., Овчинникова Т.М. Сукцессионные процессы в лесных сообществах: модели фазовых переходов // Хвойные бореальной зоны. 2008. Вып. XXV, № 1–2. С. 9–15.

Киселева В.В. Изменение состава и вертикальной структуры фитоценозов в культурах сосны в отсутствие лесохозяйственных мероприятий // Современные концепции экологии биосистем и их роль в решении проблем сохранения природы и природопользования: мат. Всерос. (с межд. уч.) науч. шк.-конф., посвящ. 115-летию со дня рождения А.А. Уранова. Пенза, 2016. С. 239–242.

Крышень А.М. Растительные сообщества вырубок Карелии. М., 2006. 264 с.

Кухта А.Е., Максимова О.В., Кузнецова В.В. Воздействие климатических факторов на приросты сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.) на побережье Канда-лакшского залива Белого моря // ИВУЗ. Лесной журнал. 2023. №. 4. С. 105-119.

Лежнев Д.В. Возобновление под пологом сосняков и на вырубках в ближайшем Подмосковье // Повышение эффективности лесного комплекса: мат. Восьмой Всерос. нац. науч.-практ. конф. с межд. уч. Петрозаводск, 2022. С. 95–97.

Лежнев Д.В., Купченко К.М. Восстановительная динамика сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.) после ветровала на вырубках в Ближнем Подмосковье // Актуальные проблемы развития лесного комплекса: мат. XXII Межд. науч.-тех. конф. Вологда, 2024. С. 316-321.

Лежнев Д.В., Куликова Д.Д., Полякова Г.А. Восстановительная динамика сосновых фитоценозов на вырубках в надпойменных террасах реки Москвы // Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: Экология и безопасность жизнедеятельности. 2023. Т. 31, № 4. С. 447-467. DOI: 10.22363/2313-2310-2023-31-4-447-467.

Лукина Н. В., Тихонова Е.В., Шевченко Н.Е., Горнов А.В., Кузнецова А.И., Гераськина А.П., Смирнов В.Э., Горнова М.В., Ручинская Е.В., Анищенко Л.Н.,

Тебенкова Д.Н., Данилова М.А., Бахмет О.Н., Крышень А.М., Князева С.В., Шашков М.П., Быховец С.С., Чертов О.Г., Шанин В.Н. Аккумуляция углерода в лесных почвах и сукцессионный статус лесов. М.: КМК, 2018. 232 с.

Махрова А.Г. Современные тенденции развития пригородной зоны Московской агломерации // Социально-экономическая география: история, теория, методы, практика 2021: сб. науч. ст. VII Всерос. науч. конф. с межд. уч. Смоленск, 2021. С. 346–351.

Мелехов И.С. О теоретических основах типологии вырубок // ИВУЗ. Лесной журнал. 1958. №1. С. 27–38.

Мелехов И.С. Рубки главного пользования. М.: Гослесбумиздат, 1962. 329 с.

Морозов Г.Ф. К вопросу о возобновлении сосны // Лесной журнал. 1900. Вып. 4. С. 222–276.

Огуреева Г.Н., Булдакова Е.В. Разнообразие лесов Клинско-Дмитровской гряды в связи с ландшафтной структурой территории // Лесоведение. 2006. № 1. С. 58–69.

Разнообразие и динамика лесных экосистем России: монография. Т. 1. М.: КМК, 2012. 460 с.

Рысин Л.П. Сукцессионные процессы в лесах центральной части Русской равнины // Успехи современной биологии. 2009. Т. 129, № 6. С. 578–587.

Рысин Л.П., Савельева Л.И. Сосновые леса России. М.: КМК, 2008. 288 с.

Смирнов А.А., Богачев П.А., Смирнов А.П. Естественное возобновление на вырубках Карелии в связи с плодородием и увлажнением лесной почвы // Известия Санкт-Петербургской лесотехнической академии. 2020. Вып. 232. С. 20–32.

Сукачев В.Н. Основы лесной биогеоценологии. М.: Наука, 1964. 574 с.

Усольцев В.А. Фитомасса лесов Северной Евразии: База данных и география = Forest biomass of Northern Eurasia: data base and geography / отв. ред. С.Г. Шиятов. Екатеринбург: УрО РАН, 2001. 708 с.

Целитан И.А., Соколов В.А., Данилин И.М. Структура и рост насаждений, формирующихся на гарях и рубках в Красноярском Приангарье // Сибирский лесной журнал. 2021. №. 4. С. 34–47.

Чернышкова Т.В., Пузаченко М.Ю., Беляева Н.Г., Котлов И.П., Морозова О.В. Характеристика и перспективы сохранения сосновых лесов Московской области // Лесоведение. 2019. № 5. С. 449–464. DOI: 10.1134/S0024114819050024.

Шиманюк А.П. Дендрология. М.: Лесн. пром-сть, 1974. 264 с.

Benavides R., Rabasa S.G., Granda E., Escudero A., Hódar J.A., Martínez-Vilalta J., Rincón A.M., Zamora R., Valladares F. Direct and indirect effects of climate on demography and early growth of *Pinus sylvestris* at the rear edge: changing roles of biotic and abiotic factors // PLoS One. 2013. Vol. 8, no. 3. Art. no. e59824. DOI: 10.1371/journal.pone.0059824.

Bílek L., Vacek Z., Vacek S., Bulušek D., Linda R., Král J. Are clearcut borders an effective tool for Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) natural regeneration? // Forest systems. 2018. Vol. 27, no. 2. Art. no. e010. DOI: 10.5424/fs/2018272-12408.

Galdina T., Khazova E. Adaptability of *Pinus sylvestris* L. to various environmental conditions // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. 2019. Vol. 316, no. 1. Art. no. 012002.

Guignabert A. Etude des Processus de Régénération Naturelle du pin Maritime en Contexte de Dune Forestière Gérée: Influence de la Sylviculture, du Climat et des Interactions Biotiques: PhD Thesis. Bordeaux: Université de Bordeaux, 2018. 212 p.

Hannerz M., Almqvist C., Hörnfeldt R. Timing of seed dispersal in *Pinus sylvestris* stands in central Sweden // Silva Fennica. 2002. Vol. 36, iss. 4. P. 757–765.

Korotkov S., Stonozenko L., Lezhnev D., Eregina S. Pine Plants Formation in the North-Eastern Moscow Region // II International Conference “Sustainable Development: Agriculture, Veterinary Medicine and Ecology” (VMAEE-II-2023). Karshi, 2023. Art. no. 20031.

Loarie S. R., Duffy Ph. B., Hamilton H., Asner G. P., Field Ch. B., Ackerly D D. The velocity of climate change // Nature. 2009. Vol. 46, no. 7276. P. 1052–1055.

Lof M., Dey D., Navarro R., Jacobs D. Mechanical site preparation for forest restoration // New Forests. 2012. № 5-6 (43). P. 825–848.

McCarthy N., Scott Bentsen N., Willoughby I., Balandier P. The state of forest vegetation management in Europe in the 21st century // Eur. J. Forest. Res. 2011. Vol. 130. P. 7–16.

Nilsson U., Allen H.L. Short- and long-term effects of site preparation, fertilization and vegetation control on growth and stand development of planted loblolly pine // Forest Ecology and Management. 2003. No. 1. P. 367–377.

Patacca M., Lindner M., Lucas-Borja M.E., Cordonnier T., Fidej G., Gardiner B., Hauf Y., Jasinevičius G., Labonne S., Linkevičius E., Mahnken M., Milanovic S., Nabuurs G.-J., Nagel T.A., Nikinmaa L., Panyatov M., Bercak R., Seidl R., Ostrogovič Sever M.Z., Socha J., Thom D., Vuletic D., Zudin S., Schelhaas M.-J. Significant increase in natural disturbance impacts on European forests since 1950 // Global Change Biology. 2023. Vol. 29, no. 5. P. 1359–1376.

Ribeiro S., Cerveira A., Soares P., Fonseca T. Natural regeneration of maritime pine: a review of the influencing factors and proposals for management // Forests. 2022. Vol. 13, no. 3. P. 386.

Ruano I., Pando V., Bravo F. How do light and water influence *Pinus pinaster* Ait. germination and early seedling development? // For. Ecol. Manag. 2009. Vol. 258. P. 2647–2653.

Uutera J. Impact of Regeneration Method on Stand Structure Prior to First Thinning: Comparative study North Karelia, Finland vs. Republic of Karelia, Russian Federation // Silva Fennica. 1995. Vol. 29, no. 4. P. 267–285.

References

Annenskaya G.N., Zhuchkova V.K., Kalinina V.R., Mamay I.I., Nizovtsev V.A., Khrustaleva M.A., Tsesel'chuk Yu. N. Landshafty Moskovskoy oblasti i ikh sovremennoe sostoyanie. Smolensk: SGU, 1997. 296 p. (In Russ.)

Babich N.A., Evdokimov I.V., Nevolin N.N. Kul'tury sosny Vologodskoy oblasti. Vologda, 2008. 136 p. (In Russ.)

Belyaeva N.V., Danilov D.A., Kazi I.A. Osobennosti estestvennogo vuzobnovleniya eli evropeyskoy na postagrogennykh zemlyakh. *Aktual'nye problemy lesnogo kompleksa*, 2019, no. 54, pp. 6–10. (In Russ.)

Belyaeva N.V., Gryaz'kin A.V., Kovalyov N.V., Fetisova A.A., Kazi I.A. Sravnitel'naya otsenka struktury zhivogo napochvennogo pokrova posle rubok ukhoda i kompleksnogo ukhoda za lesom v sosnyakakh brusnichnykh. *Vestnik Moskovskogo gosudarstvennogo universiteta lesa*, 2012, no. 6, pp. 194–200. (In Russ.)

Benavides R., Rabasa S.G., Granda E., Escudero A., Hódar J.A., Martínez-Vilalta J., Rincón A.M., Zamora R., Valladares F. Direct and indirect effects of climate on demography and early growth of *Pinus sylvestris* at the rear edge: changing roles of biotic and abiotic factors. *PLoS One*, 2013, vol. 8, no. 3, art. no. e59824. DOI: 10.1371/journal.pone.0059824.

Bílek L., Vacek Z., Vacek S., Bulušek D., Linda R., Král J. Are clearcut borders an effective tool for Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) natural regeneration? *Forest systems*, 2018, vol. 27, no. 2, art. no. e010. DOI: 10.5424/fs/2018272–12408.

Bobrovskiy M.V. Lesnye pochvy Evropeyskoy Rossii: bioticheskie i antropogennye faktory formirovaniya. Moscow: KMK, 2010. 359 p. (In Russ.)

Chernen'kova T.V., Puzachenko M.Yu., Belyaeva N.G., Kotlov I.P., Morozova O.V. Kharakteristika i perspektivy sokhraneniya osnovnykh lesov Moskovskoy oblasti. *Lesovedenie*, 2019, no. 5, pp. 449–464. DOI: 10.1134/S0024114819050024. (In Russ.)

Danilov D.A., Mandrykin S.S., Shestakov V.I., Shestakova T.A. Vozobnovlenie eli i sosny na postagrogennykh zemlyakh v Leningradskoy oblasti. *Aktual'nye problemy lesnogo kompleksa*, 2018, no. 8, pp. 28–31. (In Russ.)

Galdina T., Khazova E. Adaptability of *Pinus sylvestris* L. to various environmental conditions. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 2019, vol. 316, no. 1, art. no. 012002.

Glazunov Yu.B., Korotkov S.A., Lezhnev D.V., Titovets A.V. Formation of complex pine forests in the Serebryanobor experimental forestry. *Forest Science*, 2024a, no. 6, pp. 595–603. DOI: 10.31857/S0024114824060018. (In Russ.)

Glazunov Yu.B., Polyakova G.A., Korotkov S.A., Lezhnev D.V. Estestvennoe vuzobnovlenie na vyrubkakh v Serebryanoborskom opytном lesnichestve. *Sibirskiy lesnoy zhurnal*, 2024b, no. 2, pp. 74–83. (In Russ.)

Guignabert A. Etude des Processus de Régénération Naturelle du pin Maritime en Contexte de Dune Forestière Gérée: Influence de la Sylviculture, du Climat et des Interactions Biotiques: PhD Thesis. Bordeaux: Université de Bordeaux, 2018. 212 p.

Hannerz M., Almqvist C., Hörnfeldt R. Timing of seed dispersal in *Pinus sylvestris* stands in central Sweden. *Silva Fennica*, 2002, vol. 36, iss. 4, pp. 757–765.

Isaev A.S., Sukhovol'skiy V.G., Buzykin A.I., Ovchinnikova T.M. Suktsessionnye protsessy v lesnykh soobshhestvakh: modeli fazovykh perekhodov. *Khvoynye boreal'noy zony*, 2008, vol. XXV, no. 1–2, pp. 9–15. (In Russ.)

Kiseleva V.V. Izmenenie sostava i vertikal'noy struktury fitotsenozov v kul'turakh sosny v otsutstvie lesokhozyaystvennykh meropriyatiy. *Sovremennye kontseptsii ekologii biosistem i ikhh rol' v reshenii problem sokhraneniya prirody i prirodopol'zovaniya*: mat. Vseros. (s mezhd. uch.) nauch. shk.-konf., posv. 115-letiyu so dnya rozhdeniya A.A. Uranova. Penza, 2016, pp. 239–242. (In Russ.)

Korotkov S., Stonozenko L., Lezhnev D., Ereghina S. Pine Plants Formation in the North-Eastern Moscow Region. II International Conference “Sustainable Development: Agriculture, Veterinary Medicine and Ecology” (VMAEE-II-2023). Karshi, 2023, art. no. 20031.

Kryshen' A.M. Rastitel'nye soobshchestva vyrubok Karelii. M., 2006. 264 p. (In Russ.)

Kukhta A.E., Maksimova O.V., Kuznetsova V.V. Vozdeystvie klimaticheskikh faktorov na prirosty sosny obyknovennoy (*Pinus sylvestris* L.) na poberezh'e Kandalakshskogo zaliva Belogo moray. *IVUZ. Lesnoy zhurnal*, 2023, no. 4, pp. 105–119. (In Russ.)

Lezhnev D.V. Vozobnovlenie pod pologom sosnyakov i na vyrubkakh v blizhayshe Podmoskov'e. *Povyshenie effektivnosti lesnogo kompleksa*: mat. Vos'moy Vseros. nats. nauch.-prakt. konf. s mezhd. uch. Petrozavodsk, 2022, pp. 95–97. (In Russ.)

Lezhnev D.V., Kupchenko K.M. Vosstanovitel'naya dinamika sosny obyknovennoy (*Pinus sylvestris* L.) posle vetrovala na vyrubkakh v Blizhnem Podmoskov'e. *Actual problems of forestry complex development*: mat. of the XXII Int. sci.-tech. conf. Vologda, 2024, pp. 316–321. (In Russ.)

Lezhnev D.V., Kulikova D.D., Polyakova G.A. Vosstanovitel'naya dinamika sosnovykh fitotsenozov na vyrubkakh v nadpoymennykh terrasakh reki Moskvy. *Bulletin of Peoples' Friendship University of Russia. Series: Ecology and Life Safety*, 2023, vol. 31, no. 4, pp. 447–467. DOI: 10.22363/2313-2310-2023-31-4-447-467. (In Russ.)

Loarie S.R., Duffy Ph.B., Hamilton H., Asner G.P., Field Ch.B., Ackerly D.D. The velocity of climate change. *Nature*, 2009, vol. 462, no. 7276, pp. 1052–1055.

Lof M., Dey D., Navarro R., Jacobs D. Mechanical site preparation for forest restoration. *New Forests*, 2012, no. 5–6 (43), pp. 825–848.

Lukina N.V., Tikhonova E.V., Shevchenko N.E., Gornov A.V., Kuznetsova A.I., Geras'kina A.P., Smirnov V.E., Gornova M.V., Ruchinskaya E.V., Anishchenko L.N., Teben'kova D.N., Danilova M.A., Bakhmet O.N., Kryshen' A.M., Knyazeva S.V., Shashkov M.P., Bykhovets S.S., Chertov O.G., Shanin V.N. Akkumulyatsiya ugleroda v lesnykh pochvakh i suktsessionny status lesov. Moscow: KMK, 2018. 232 p. (In Russ.)

Makhrova A.G. Sovremennye tendentsii razvitiya prigorodnoy zony Moskovskoy aglomeratsii. *Sotsial'no-ekonomicheskaya geografiya: istoriya, teoriya, metody, praktika 2021*: sb. nauch. st. VII Vseros. nauch. konf. s mezhd. uch. Smolensk, 2021, pp. 346–351. (In Russ.)

McCarthy N., Scott Bentsen N., Willoughby I., Balandier P. The state of forest vegetation management in Europe in the 21st century. *Eur. J. Forest Rep.*, 2011, vol. 130, pp. 7–16.

Melekhov I.S. O teoreticheskikh osnovakh tipologii vyrubok. *IVUZ. Lesnoy zhurnal*, 1958, no. 1, pp. 27–38. (In Russ.)

Melekhov I. S. Rubki glavnogo pol'zovaniya. Moscow: Goslesbumizdat, 1962. 329 p.

Morozov G.F. K voprosu o vozobnovlenii sosny. *Lesnoy zhurnal*, 1900, iss. 4, pp. 222–276. (In Russ.)

Nilsson U., Allen H.L. Short- and long-term effects of site preparation, fertilization and vegetation control on growth and stand development of planted loblolly pine. *Forest Ecology and Management*, 2003, no. 1, pp. 367–377.

Ogureeva G.N., Buldakova E.V. Raznoobrazie lesov Klinsko-Dmitrovskoy gryady v svyazi s landshaftnoy strukturoy territorii. *Lesovedenie*, 2006, no. 1, pp. 58–69. (In Russ.)

Patacca M., Lindner M., Lucas-Borja M.E., Cordonnier T., Fidej G., Gardiner B., Hauf Y., Jasinevičius G., Labonne S., Linkevičius E., Mahnken M., Milanovic S., Nabuurs G.-J., Nagel T.A., Nikinmaa L., Panyatov M., Bercak R., Seidl R., Ostrogovič Sever M.Z., Socha J., Thom D., Vuletic D., Zudin S., Schelhaas M.-J. Significant increase in natural disturbance impacts on European forests since 1950. *Global Change Biology*, 2023, vol. 29, no. 5, pp. 1359–1376.

Raznoobrazie i dinamika lesnykh ekosistem Rossii [monografiya]. Vol. 1. Moscow: KMK, 2012. 460 p. (In Russ.)

Ribeiro S., Cerveira A., Soares P., Fonseca T. Natural regeneration of maritime pine: a review of the influencing factors and proposals for management. *Forests*, 2022, vol. 13, no. 3, p. 386.

Ruano I., Pando V., Bravo F. How do light and water influence *Pinus pinaster* Ait. germination and early seedling development? *For. Ecol. Manag.*, 2009, vol. 258, pp. 2647–2653.

Rysin L.P. Suktsessionnye protsessy v lesakh tsentral'noy chasti Russkoy ravniny. *Uspekhi sovremennoy biologii*, 2009, vol. 129, no. 6, pp. 578–587. (In Russ.)

Rysin L.P., Savelyeva L.I. Sosnovye lesa Rossii. Moscow: KMK, 2008. 288 p. (In Russ.)

Shimanyuk A.P. Dendrologiya. Moscow: Lesnaya promyshlennost', 1974. 264 p. (In Russ.)

Smirnov A.A., Bogachev P.A., Smirnov A.P. Estestvennoe vozobnovlenie na vyrubkakh Karelii v svyazi s plodorodiem i uvlazhneniem lesnoy pochvy. *Izvestia Sankt-Peterburgskoy Lesotekhnicheskoy Akademii*, 2020, iss. 232, pp. 20–32. (In Russ.)

Sukachev V.N. Osnovy lesnoy biogeotsenologii. Moscow: Nauka, 1964. 574 p. (In Russ.)

Tselitan I.A., Sokolov V.A., Danilin I.M. Struktura i rost nasazhdeniy, formiruyushchikhsya na garyakh i vyrubkakh v Krasnoyarskom Priangar'e. *Sibirskiy lesnoy zhurnal*, 2021, no. 4, pp. 34–47. (In Russ.)

Usol'tsev V.A. Forest biomass of Northern Eurasia: data base and geography / resp. ed. S.G. Shiyatov. Yekaterinburg: UrO RAN, 2001. 708 p. (In Russ.)

Uutera J. Impact of Regeneration Method on Stand Structure Prior to First Thinning: Comparative study North Karelia, Finland vs. Republic of Carelia, Russian Federation. *Silva Fennica*, 1995, vol. 29, no. 4, pp. 267–285.

Zagreev V.V. Obshchesoyuznye normativy dlya taksatsii lesov. Moscow: Kolos, 1992. 495 p. (In Russ.)

Zaripov Yu.V., Zalesov S.V., Zalesova E.S., Popov A.S., Platonov E.P., Starodubtseva N.I. Podrost sosny obyknovennoy (*Pinus sylvestris* L.) na otvalakh mestorozhdeniya khrizotil-asbesta. *IVUZ. Lesnoy zhurnal*, 2021, no. 5 (383), pp. 22–33. (In Russ.)

Материал поступил в редакцию 11.12.2024

Лежнев Д.В., Глазунов Ю.Б., Коротков С.А., Титовец А.В. Вторичные сукцессии после сплошной рубки сосняков в ближнем Подмосковье // Известия Санкт-Петербургской лесотехнической академии. 2025. Вып. 256. С. 115–140. DOI: 10.21266/2079-4304.2025.256.115-140

Структура лесных сообществ, формирующихся после катастрофических нарушений, определяется характером протекающих сукцессий. Особенности восстановительных сукцессий лесных фитоценозов после катастрофических нарушений в значительной степени определяются их начальной стадией. Увеличение количества различных катастрофических нарушений в Московской области обуславливает актуальность исследований, направленных на изучение особенностей лесовосстановительных процессов на вырубках. Целью исследования являлось изучение восстановительных процессов древесной и кустарниковой растительности на начальных стадиях демутации после катастрофических нарушений в сосновых насаждениях ближнего Подмосковья. Представлены результаты четырехлетнего изучения вторичных сукцессий на сплошных вырубках после ветровала 2017 г. в сосновых насаждениях на территории Серебряноборского опытного лесничества Московской области. При учете естественного возобновления на исследуемых вырубках было заложено 46 круговых учетных площадок по 10 м² каждая. На вырубке №1 заложено 22 учетных площадки, на вырубке №2 – 24 площадки. В перечень включали только жизнеспособный подрост с подразделением его по категориям крупности. У каждого экземпляра сосны измерялись годовые приросты осевого побега в высоту по мутовкам. Рассмотрена динамика основных лесообразующих пород за период 2020–2023 гг. На шестой год после ветровала доленое участие сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.) не превышает 30% от общей численности древесно-кустарниковой растительности. Численность древесных и кустарниковых пород на шестой год после осуществления сплошной санитарной рубки на вырубке №1 составляет 26,0 тыс.

шт./га, на территории вырубки №2 – 29,2 тыс. шт./га. Средний возраст сосны обыкновенной на вырубке №1 – $3,6 \pm 0,1$ года, на вырубке №2 – $4,5 \pm 0,1$ года. Сосна хорошо возобновляется на расстоянии до 60–70 м от источников обсеменения. Проведенные исследования показывают, что в типе лесорастительных условий B_2 на начальных стадиях вторичных сукцессий после катастрофических нарушений количество естественного возобновления сосны удовлетворительное, однако данная порода значительно уступает по средней высоте мелколиственным породам, что препятствует успешному формированию сосновых насаждений на изучаемой территории.

Ключевые слова: *Pinus sylvestris* L., *Betula pendula* Roth, *Populus tremula* L., рубка, восстановительная динамика, сукцессии, Серебряноборское опытное лесничество, Московская область.

Lezhnev D.V., Glazunov Yu.B., Korotkov S.A., Titovets A.V. Secondary successions after catastrophic disturbances in the pine stands of the near Moscow region. *Izvestia Sankt-Peterburgskoj Lesotekhniceskoj Akademii*, 2025, iss. 256, pp. 115–140 (in Russian with English summary). DOI: 10.21266/2079-4304.2025.256.115-140

The structure of forest communities formed after catastrophic disturbances is determined by the nature of ongoing successions. The characteristics of forest phytocenoses recovery successions after catastrophic disturbances are largely determined by their initial stage. The increase in the number of various catastrophic disturbances determines the relevance of research aimed at studying the characteristics of forest restoration processes in clear cut areas in the Moscow region. The aim of the study was to examine the recovery processes of tree and shrub vegetation at the initial stages of demutation after catastrophic disturbances in pine stands in the near Moscow region. The article presents the results of a four-year study of secondary successions in clear cut areas after the 2017 windfall in pine stands on the territory of the Serebryanoborsky Experimental Forestry of the Moscow region. Taking into account natural regeneration, 46 circular survey plots of 10 m² each were laid out in the studied clear cut areas. There are 22 counting plots in felling area no. 1 and 24 plots in felling area no. 2. Only viable undergrowth was counted, divided into size categories. For each pine specimen, annual increments of the axial shoot in height were measured by whorls. The dynamics of the main forest-forming species for the period 2020–2023 are considered. In the sixth year after the windthrow, the share of Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) does not exceed 30% of the total number of trees and shrubs. The number of trees and shrubs in the sixth year after clear sanitary felling in clear cut area no. 1 is 26.0 thousand pcs/ha, in the territory of clear cut area no. 2 – 29.2 thousand pcs/ha. The average age of the main species in clear cut area no. 1 is 3.6 ± 0.1 years, and in clear cut area no. 2 – 4.5 ± 0.1 years. Pine regenerates well at a distance of up to 60–70 m from the sources of seeding. The conducted studies show that in the type of forest growth conditions B_2 at the initial stages of secondary successions after

catastrophic disturbances, the amount of natural pine regeneration is satisfactory, however, this species is significantly inferior in average height to small-leaved species, which complicates the successful formation of pine stands in the studied area.

Keywords: *Pinus sylvestris* L., *Betula pendula* Roth, *Populus tremula* L., clear cut area, restoration dynamics, successions, Serebryanoborskoe Experimental Forestry, Moscow region.

ЛЕЖНЕВ Даниил Викторович – младший научный сотрудник лаборатории лесоводства и биологической продуктивности Института лесоведения РАН. SPIN-код: 5133-7760. ORCID: 0000-0003-2706-7320.

143030, ул. Советская, д. 21, с. Успенское, Московская область, Россия. E-mail: lezhnev.daniil@yandex.ru

LEZHNEV Daniil V. – Junior Research Assistant, Laboratory of Forestry and Biological Productivity, Institute of Forest Science, Russian Academy of Sciences. SPIN-code: 5133-7760. ORCID: 0000-0003-2706-7320.

143030. Sovetskaya str. 21. Uspenskoe. Moscow region. Russia. E-mail: lezhnev.daniil@yandex.ru

ГЛАЗУНОВ Юрий Борисович – ведущий научный сотрудник, заведующий лабораторией лесоводства и биологической продуктивности Института лесоведения РАН, кандидат сельскохозяйственных наук. SPIN-код: 8531-6453. ORCID: 0000-0001-9427-9740.

143030, ул. Советская, д. 21, с. Успенское, Московская область, Россия. E-mail: yu.b.glazunov@mail.ru

GLAZUNOV Yuriy B. – PhD (Agricultural), Leading Researcher, Head of the Laboratory of Forestry and Biological Productivity of the Institute of Forestry of the Russian Academy of Sciences. SPIN-code: 8531-6453. ORCID: 0000-0001-9427-9740.

143030. Sovetskaya str. 21. Uspenskoe. Moscow region. Russia. E mail: yu.b.glazunov@mail.ru

КОРОТКОВ Сергей Александрович – доцент кафедры лесоводства, экологии и защиты леса Московского государственного технического университета им. Н.Э. Баумана (Мытищинский филиал); старший научный сотрудник лаборатории лесоводства и биологической продуктивности Института лесоведения РАН, кандидат биологических наук. SPIN-код: 1514-9516. ORCID: 0000-0003-2754-6014.

141005, 1-я Институтская ул., д. 1, г. Мытищи, Московская область, Россия. E-mail: skorotkov-71@mail.ru

KOROTKOV Sergey A. – PhD (Biological), Associate Professor of the department of Forestry, Ecology, Forest Protection, Bauman Moscow State Technical University (Mytishchi branch); Senior Researcher, Laboratory of Forestry and Biological Productivity, Institute of Forest Science, Russian Academy of Sciences. SPIN-code: 1514-9516. ORCID: 0000-0003-2754-6014.

141005. 1st Institutskaya str. 1. Mytishchi. Moscow region. Russia. E-mail: skorotkov-71@mail.ru

ТИТОВЕЦ Анастасия Васильевна – научный сотрудник лаборатории лесной геоботаники и лесного почвоведения Института лесоведения РАН, кандидат биологических наук. SPIN-код: 6861-0016. ORCID: 0000-0002-6078-5853.

143030, ул. Советская, д. 21, с. Успенское, Московская область, Россия. E-mail: titovets@ilan.ras.ru

TITOVETS Anastasia V. – PhD (Biological), Researcher at the Laboratory of Forest Geobotany and Forest Soil Science of the Institute of Forestry of the Russian Academy of Sciences. SPIN-code: 6861-0016. ORCID: 0000-0002-6078-5853.

143030. Sovetskaya str. 21. Uspenskoe. Moscow region. Russia. E-mail: titovets@ilan.ras.ru