

# 1. ЛЕСНОЕ ХОЗЯЙСТВО

---

УДК 574.3

Д.В. Лежнев, С.А. Коротков

## ЕСТЕСТВЕННОЕ ВОЗОБНОВЛЕНИЕ ПОД ПОЛОГОМ СОСНОВЫХ ФИТОЦЕНОЗОВ В МОСКОВСКОМ РЕГИОНЕ

*Введение.* Одним из важных элементов лесного фитоценоза является древесно-кустарниковая растительность нижних ярусов (подрост и подлесок). Наблюдение за ходом естественного возобновления под пологом древостоев, позволяет глубже понять роль подроста в сохранении устойчивости и повышении продуктивности насаждения [Беляева, Грязькин, Кази, 2012]. Исследования, направленные на изучение естественного возобновления под пологом леса, позволяют получить информацию, необходимую для прогнозирования лесообразовательного процесса.

Нижний ярус в лесах хвойно-широколистной зоны представляет собой элемент фитоценоза, состоящий из древесно-кустарниковых растений. Нижние ярусы являются важными с точки зрения биоразнообразия лесов умеренного пояса, которые имеют в среднем примерно 80% разнообразия сосудистых растений [Gilliam, 2007]. Помимо сохранения биоразнообразия, подрост и подлесок также может играть важную функциональную роль, регулируя естественные процессы в экосистеме, например, посредством влияния на лесообразовательный процесс [George, Bazzaz, 2014], гидрологический режим [Thrippleton et al., 2018], а также круговорот питательных веществ и углерода [Muller, 2014; Elliott et al., 2015]. Однако в настоящий момент количество исследований, направленных на количественную и качественную оценку нижнего яруса в сосновых фитоценозах зоны хвойно-широколиственных лесов, весьма ограничено.

На количество видов и породный состав растительности нижних ярусов леса сильно влияют глобальные изменения в биосфере. За последние десятилетия накопились данные о том, что изменения в землепользовании могут отразиться на составе подроста и подлеска и их функциональном разнообразии [Flinn, Vellend, 2005; Hermy, Verheyen, 2007; Landuyt et al., 2019].

В последнее время в центре внимания все чаще оказываются изменения в сообществах нижнего яруса, вызванные трансформацией климата [Bertrand et al., 2011; De Frenne et al., 2013], наряду с последствиями увеличения инвазионных видов [Peebles-Spencer et al., 2017].

Вместе с тем, стоит отметить, что подрост и подросток очень динамичны и реагируют на изменения в условиях освещенности, климатические условия конкретного сезона или интенсивность рекреационного воздействия.

Естественное возобновление – одна из важнейших характеристик ценопопуляции, отражающая ее способность к самовоспроизводству, уровень приспособления к среде обитания, устойчивость и тенденции динамики численности в различных условиях. В лесных фитоценозах результат возобновления основных лесообразующих пород в значительной мере предопределяет дальнейшие возрастные изменения видового состава и структуры насаждений [Санников, 1985].

Сохранность защитных лесов, находящихся под интенсивным антропогенным воздействием, и способы их воспроизводства требуют особых подходов, в первую очередь направленных на формирование устойчивых сложных по форме насаждений, способных эффективно выполнять природоохранные функции.

Московская область и г. Москва (Московский регион), характеризуются интенсивным антропогенным воздействием, проявляющимся как напрямую, так и косвенно. При этом одним из ведущих процессов в регионе является активная урбанизация. Агломерация, сформировавшаяся на территории Московского региона, является крупнейшей и наиболее развитой в России, а также одной из самых крупных в мире. Соответственно, антропогенное воздействие на урбоэкосистемы региона возрастает ежегодно. Данный процесс закономерно связан с увеличением численности населения Московского региона на протяжении последних 100 лет [Управление..., 2023].

В Московском регионе комплекс различных факторов оказывает значительное влияние на функционирование лесных экосистем, нередко находящихся под влиянием урбанизации и давно вызывающих интерес. Однако это направление исследований в основном сосредоточено на верхнем ярусе, зачастую игнорируя функциональную роль нижнего яруса [Landuyt et al., 2019].

На урбанизированных территориях лесные экосистемы, как правило, приобретают островной характер [Беднова, Кузнецов, 2016]. Особое значение приобретают наблюдения за состоянием сосновых фитоценозов, которые являются одними из наиболее часто представленных в Московском регионе.

Актуальность работы обусловлена протекающими сукцессионными процессами в сосновых фитоценозах. Это является важным элементом

лесообразовательного процесса, который обусловлен следующими факторами: естественным возобновлением лесов и увеличением антропогенных воздействий в Московском регионе.

*Цель исследования* – изучить и оценить процесс естественного возобновления под пологом в приспевающих сосновых древостоях Московского региона.

*Объект и методика исследования.* В ходе исследования обследовано 20 пробных площадей (ПП). Изучение естественного возобновления под пологом сосновых лесов осуществлялось на территории Фряновского участкового лесничества Московского учебно-опытного лесничества (ПП 1-10) и Лосиноостровского лесопарка национального парка «Лосиный остров» (ПП 11–20) (рис. 1). На всех ПП закладывались учетные площадки размером 5×5 м, в количестве 5 штук. В ходе работы проанализированы данные по 100 учетным площадкам. У каждого экземпляра подростка измеряли высоту, а также переводили в крупный используя стандартные коэффициенты перевода: 0,5 – для мелкого; 0,8 – для среднего и 1,0 – для крупного. Осуществлялась оценка по жизненному состоянию [Стоноженко и др., 2018; Лежнев, 2022; Лежнев и др., 2022].



Рис. 1. Карта-схема расположения исследуемых объектов в Московском регионе

Fig. 1. Location of the studied objects in the Moscow region

Для анализа полученных экспериментальных данных и оценки степени сходства (или различия) объектов исследования между собой использовались методы многомерной статистики, в частности, метод построения дендрограмм [Киселева и др., 2016а].

Для оценки влияния подлеска на характеристики подростка был использован однофакторный дисперсионный анализ с использованием программы STATISTICA 12.0.

Закладка ПП проводилась в насаждениях с однородными условиями. Основные таксационные показатели, на объектах исследования: наличие в составе насаждения более пяти единиц сосны, относительная полнота варьируется от 0,7 до 0,9; тип лесорастительных условий – С<sub>2</sub>; тип леса – сосняк сложный; класс возраста – IV; класс бонитета – I-I<sup>a</sup>.

*Результаты исследования и их обсуждение.* Породный состав Московского учебно-опытного лесничества более чем за 70 лет кардинально не изменился (рис. 2), однако лесоустройство 2020 г. показало снижение доли *Picea abies* (L.) Н. Karst за счет засухи в 2010–2011 гг. и последующей вспышки массового размножения короеда-типографа (*Ips typographus* L.) [Маслов, Комарова, Котов, 2012; Лямцев, Малахова, 2013].

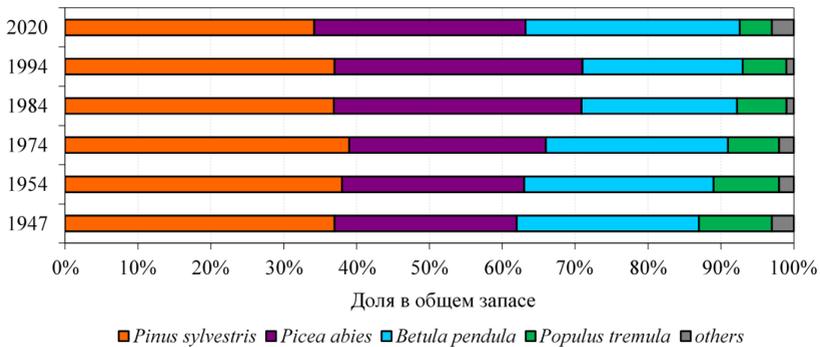


Рис. 2. Изменение усредненного породного состава Московского учебно-опытного лесничества

Fig. 2. Change in the average species composition of the Moscow Educational and Experimental Forestry

Ситуация в Лосином Острове развивается динамичнее, чем в Московском учебно-опытном лесничестве. За последние 170 лет преобладающими породами становятся лиственные. Доля *Pinus sylvestris* L. поддерживается

за счет создания лесных культур. Вместе с тем в Лосином Острове увеличиваются площади, занятые лесами с господством *Tilia cordata* Mill. По материалам лесоустройства 2020 г. именно высокая доля участия липовых насаждений к настоящему моменту служит отличительным признаком Лосино Острова от других лесных массивов Московского региона.

На рис. 3 приведен усредненный породный состав объектов в разные годы (архивные данные доступны по «исторической» части национального парка – бывшей Лосиноостровской лесной даче). В исторической части национального парка «Лосиный остров» наблюдается смена породного состава от ельников к вторичным березнякам и липнякам. Вместе с тем доля *Pinus sylvestris* L. снижалась с 25% в 1842 г. до 8% в 2020 г.

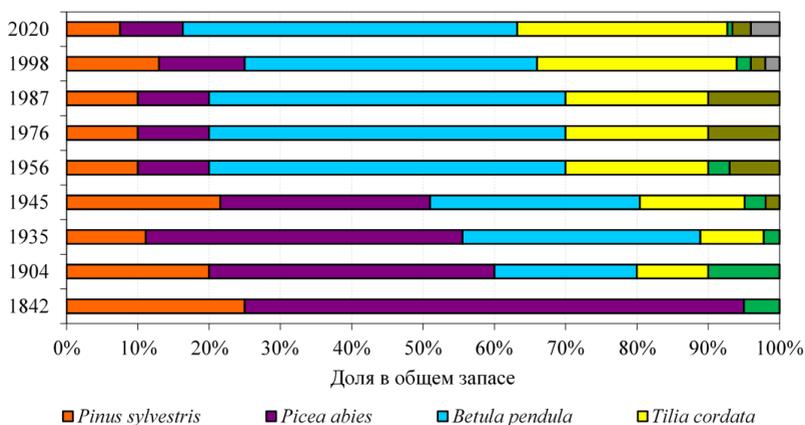


Рис. 3. Изменение усредненного породного состава в Лосиноостровской лесной даче

Fig. 3. Change in the average species composition in the Losinoostrovskaya Forest Station

На всех пробных площадях проанализировано распределение подроста по категориям крупности и выражено в доле от общего количества (рис. 4–5).

При анализе распределения подроста по категориям крупности в Московском учебно-опытном лесничестве необходимо отметить, что на ПП преобладает мелкий (46,2%) и средний (37,3%) подрост. Доля крупного подроста в среднем составляет всего 16,5%. Это свидетельствует о достаточно большом проценте отпада подроста под воздействием внешних и внутритриенотических факторов.

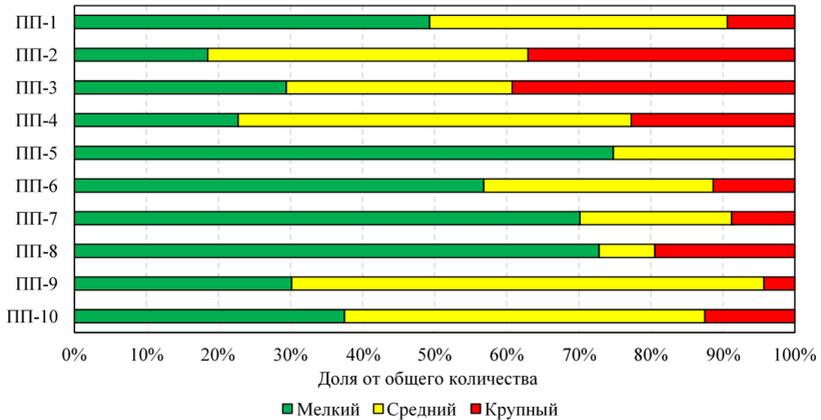


Рис. 4. Распределение подроста по категориям крупности в Московском учебно-опытном лесничестве

Fig. 4. Distribution of undergrowth by size categories in the Moscow Educational and Experimental Forestry

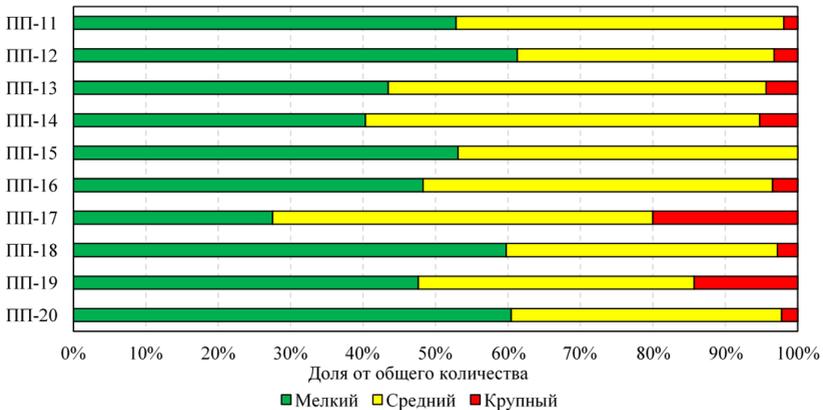


Рис. 5. Распределение подроста по категориям крупности в национальном парке «Лосиный остров»

Fig. 5. Distribution of undergrowth by size categories in the Losiny Ostrov National Park

Аналогичные тенденции наблюдаются и в национальном парке «Лосиный остров». На исследуемых пробных площадях доля мелкого подроста составила 49,4%; среднего – 44,8%; крупного – 8,8%.

Таблица 1

**Данные пересчета подроста на пробных площадях  
в Московском учебно-опытном лесничестве, шт./га**

**Data on the recalculation of undergrowth on observation plots  
in the Moscow Educational and Experimental Forestry, pcs/ha**

Порода № ППП	<i>Picea abies</i> (L.) Н. Karst	<i>Quercus</i> <i>robur</i> L.	<i>Acer</i> <i>platanoides</i> L.	<i>Betula</i> <i>pendula</i> Roth.	<i>Populus</i> <i>tremula</i> L.	Итого
1	340	214	20	56	170	800
2	904	536	264	–	–	1704
3	1016	640	200	–	–	1856
4	344	–	440	40	–	824
5	224	480	–	104	104	912
6	496	912	–	–	–	1408
7	568	208	240	–	–	1016
8	208	80	–	64	–	352
9	200	104	–	104	–	408
10	288	144	–	–	–	432
Среднее	459	332	116	37	27	–

Таблица 2

**Данные пересчета подроста на пробных площадях  
в национальном парке «Лосиный остров», шт./га**

**Data on recalculation of undergrowth on observation plots  
in the Losiny Ostrov National Park, pcs/ha**

Порода № ППП	<i>Acer</i> <i>platanoides</i> L.	<i>Acer</i> <i>negundo</i> L.	<i>Ulmus</i> <i>laevis</i> Pall.	<i>Fraxinus</i> <i>excelsior</i> L.	<i>Quercus</i> <i>robur</i> L.	Итого
11	3872	560	–	–	–	4432
12	10056	64	432	–	64	10616
13	8968	–	–	–	–	8968
14	2592	–	464	80	–	3136
15	1400	–	–	40	–	1440
16	2272	200	80	64	–	2616
17	1376	768	–	–	–	2144
18	2216	–	144	64	40	2464
19	1456	–	80	–	–	1536
20	2840	–	64	248	–	3152
Среднее	3705	159	126	50	10	–

Преобладающая порода в подросте исследуемых сосняков Московского учебно-опытного лесничества *Picea abies* (L.) Н. Karst (от 200 до 1016 шт./га в переводе на крупный). Также на пробных площадях естественное возобновление представлено *Quercus robur* L., *Acer platanoides* L., *Betula pendula* Roth. и *Populus tremula* L.

В подросте Лосиног Острова доминирует *Acer platanoides* L., в среднем его количество составляет 3705 шт./га. Необходимо отметить в составе подраста присутствия инвазионного вида – *Acer negundo* L. (в среднем 159 шт./га).

В сосновых формациях национального парка «Лосиный остров» со вторым ярусом из широколиственных пород и густым подлеском нет жизнеспособного соснового подраста. Подрост сосны полностью отсутствует на всех исследуемых пробных площадях (ПП 1-20), так как под пологом леса он испытывает недостаток света.

Дополнительно изучался породный состав подлеска. В Московском учебно-опытном лесничестве отмечено преобладание *Sorbus aucuparia* L. (1194 шт./га). Также на ПП 1-10 встречаются *Corylus avellana* L., *Viburnum opulus* L., *Prunus padus* L. и *Salix caprea* L. (табл. 3).

Таблица 3

**Данные учета подлесочных пород на пробных площадях  
в Московском учебно-опытном лесничестве, шт./га**

**Accounting data for understory species on observation plots  
in the Moscow Educational and Experimental Forestry, pcs/ha**

Порода № ПП	<i>Sorbus aucuparia</i> L.	<i>Corylus avellana</i> L.	<i>Viburnum opulus</i> L.	<i>Prunus padus</i> L.	<i>Salix caprea</i> L.	Итого
1	1296	42	336	–	204	1878
2	584	552	432	–	–	1568
3	1168	472	744	–	–	2384
4	1024	1464	576	104	–	3168
5	640	592	304	–	40	1576
6	1424	–	344	–	–	1768
7	184	568	496	664	–	1912
8	1904	1432	288	–	–	3624
9	1832	–	504	376	–	2712
10	1888	168	408	–	–	2464
Среднее	1194	529	443	114	24	–

Анализ состава подроста и подлеска на ПП 11–20 показал, что набор пород подроста и подлеска достаточно ограничен. Установить достоверную взаимосвязь влияния подлеска на появление подроста на исследуемых участках не удалось. В случае разрастания *Corylus avellana* L. именно эта порода в дальнейшем сможет оказать влияние на подрост.

Среди подлесочных пород в национальном парке «Лосиный остров» необходимо отметить наличие на всех пробных площадях *Euonymus europaeus* L. (713 шт./га) и *Rhamnus frangula* L. (658 шт./га). Высока вероятность последующей конкуренции данных видов за присутствие в нижних ярусах фитоценоза (табл. 4).

Таблица 4

**Данные учета подлесочных пород на пробных площадях  
в национальном парке «Лосиный остров», шт./га**

**Accounting data for understory species on observation plots  
in the Losiny Ostrov National Park, pcs/ha**

Порода № ПП	<i>Euonymus europaeus</i> L.	<i>Rhamnus frangula</i> L.	<i>Corylus avellana</i> L.	<i>Sorbus aucuparia</i> L.	<i>Prunus padus</i> L.	Итого
11	680	392	392	680	80	2224
12	336	448	696	464	–	1944
13	232	1384	616	336	1384	3952
14	336	648	64	464	–	1512
15	760	488	–	416	–	1664
16	1552	272	168	–	–	1992
17	424	208	208	424	–	1264
18	936	1640	80	120	936	3712
19	1368	768	64	–	–	2200
20	848	336	432	536	–	2152
Среднее	713	658	348	302	240	–

Таким образом подлесок обильно представлен на всех исследуемых участках. Происходит дополнительное затенение подроста со стороны подлесочных пород.

Средние показатели высоты древесно-кустарниковых растений нижнего яруса приведены в табл. 5.

Таблица 5

**Средние высоты подроста и подлеска на исследуемых участках, см**  
**Average heights of undergrowth and understory on observation plots, cm**

Порода	Московское учебно-опытное лесничество (ПП 1-10)	Национальный парк «Лосиный остров» (ПП 11-20)
Подрост		
<i>Picea abies</i> (L.) H. Karst	70,3 ± 6,3	–
<i>Quercus robur</i> L.	55,0 ± 5,7	–
<i>Populus tremula</i> L.	48,4 ± 6,0	–
<i>Betula pendula</i> Roth	68,1 ± 15,3	–
<i>Ulmus laevis</i> Pall.	–	79,0 ± 8,9
<i>Acer platanoides</i> L.	24,7 ± 2,6	56,7 ± 1,5
<i>Acer negundo</i> L.	–	62 ± 7,7
<i>Fraxinus excelsior</i> L.	–	52,7 ± 8,9
Подлесок		
<i>Sorbus aucuparia</i> L.	115,4 ± 6,9	54,2 ± 2,8
<i>Corylus avellana</i> L.	105,4 ± 9,6	111,7 ± 9,6
<i>Prunus padus</i> L.	62,8 ± 3,1	115 ± 7,6
<i>Rhamnus frangula</i> L.	57,2 ± 7,0	51,5 ± 2,5
<i>Salix caprea</i> L.	123,8 ± 20,6	–
<i>Viburnum opulus</i> L.	62,3 ± 11,3	–
<i>Euonymus europaeus</i> L.	–	64,3 ± 2,6

Среди пород подроста в Московском учебно-опытном лесничестве наибольшие средние высоты у *Picea abies* (L.) H. Karst (70,3 см) и *Betula pendula* Roth (68,1 см). При этом береза существенно моложе. Средняя высота *Picea abies* (L.) H. Karst варьирует меньше, чем у *Betula pendula* Roth.

В национальном парке «Лосиный остров» наибольшая средняя высота у подроста *Ulmus laevis* Pall. (79,0 см). На ПП 11 – 20 подрост представлен исключительно широколиственными породами. Это может рассматриваться как один из признаков процесса неморализации.

Только *Acer platanoides* L. встречается на обоих объектах исследования. Средняя высота подроста не превышает 1 м. Это свидетельствуют, что

на данном этапе полнота древостоя препятствует в обозримом будущем выходу во второй ярус этой генерации подроста. Общеизвестно, что с увеличением полноты древостоев, средняя высота подроста уменьшается [Морозов, 1928; Ткаченко, 1939; Грязькин, 2001; Залесов, 2020].

Общими подлесочными породами на исследуемых объектах являются: *Sorbus aucuparia* L., *Corylus avellana* L., *Prunus padus* L. и *Rhamnus frangula* L.

Необходимо учитывать изменения густоты и сомкнутости подлеска во времени. Благоприятное вначале влияние подлеска может при дальнейшем его разрастании оказаться нежелательным. Так часто бывает, например, с *Corylus avellana* L., которая в условиях Московского региона при разрастании заглушает подрост основных лесообразующих пород [Маслов, 2015; Киселева и др., 2016б; Полякова, Меланхолин, 2018; Коротков, 2023]. В данный момент на пробных площадях размер *Corylus avellana* L. еще не препятствует в значительной мере росту возобновления древесных пород.

Вместе с тем, необходимо отметить протекающую сукцессионную смену сосновых фитоценозов на лиственные, что впоследствии может привести к формированию в национальном парке «Лосиный остров» насаждений породного состава и структуры, кардинальным образом отличающихся от существующих в настоящее время.

Также важно отметить, что *Acer platanoides* L. часто встречается в Подмосковных лесах в составе возобновления, но древостой образует очень редко, так как отмирает при увеличении высоты. Это связано с недостатком света под пологом насаждения. А.В. Абатуров и П.Н. Меланхолин [2004] считают, что *Acer platanoides* L. со временем уступает место другим конкурирующим породам, но в последующем остается во втором ярусе древостоя.

В сосновых формациях со вторым ярусом из широколиственных пород и густым подлеском нет жизнеспособного подроста сосны, и это обстоятельство делало непонятным и их происхождение, и их будущее. Академик В.Н. Сукачев полагал, что такие леса своим существованием обязаны периодически повторяющимся пожарам и к самоподдержанию не способны [Рысин, 2012]. Данное исследование подтвердило обоснованность этой точки зрения.

Дополнительно, для оценки успешности развития подроста *Picea abies* (L.) Н. Karst измерялись ежегодные приросты осевого побега по мутовкам (рис. 6).

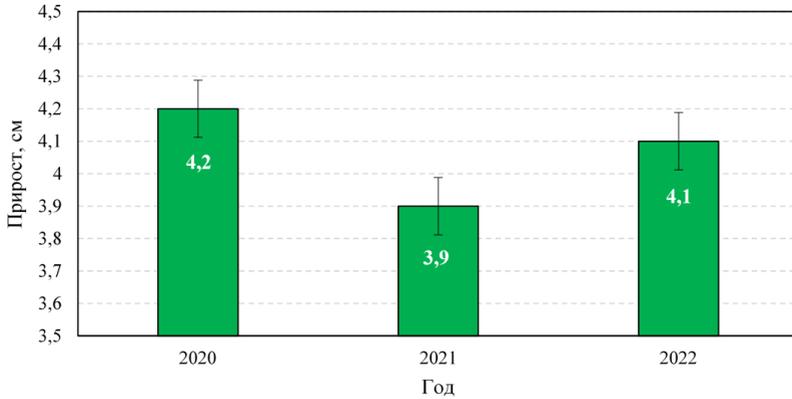


Рис. 6. Средний прирост *Picea abies* (L.) Н. Karst за год в высоту за период 2020–2022 гг.

Fig. 6. Average growth per year in height for a *Picea abies* (L.) Н. Karst for the period 2020–2022

За последние три года среднегодовой прирост *Picea abies* (L.) Н. Karst не превышал 5 см, что свидетельствует о значительном недостатке света под пологом. Существенное влияние на величину прироста подростка оказывает полнота древостоя [Грязькин, 2001; Беляева, 2013].

В случае сохранения сомкнутости верхнего полога возможно предположить, что учтённый подрост *Picea abies* (L.) Н. Karst к данному моменту не сможет в последующем массово выйти в основной ярус древостоя. Гораздо сложнее происходит приспособление подростка *Picea abies* (L.) Н. Karst к резкому увеличению светового довольствия. Здесь имеет значение предрасположенность данной породы к «световому испугу» [Побединский, 1973; Цветков, 2004; Бакшеева и др., 2021].

На заключительном этапе исследования, чтобы одновременно проанализировать все полученные экспериментальные данные и оценить степень сходства (или различия) пробных площадей между собой, были использованы методы многомерной статистики, в частности, метод построения дендрограмм (рис. 7).

Группировка объектов исследования по характеристикам подростка и подлеска показывает явное различие между Московским учебно-опытным лесничеством (ПП 1–10) и национальным парком «Лосиный остров» (ПП 11–20).

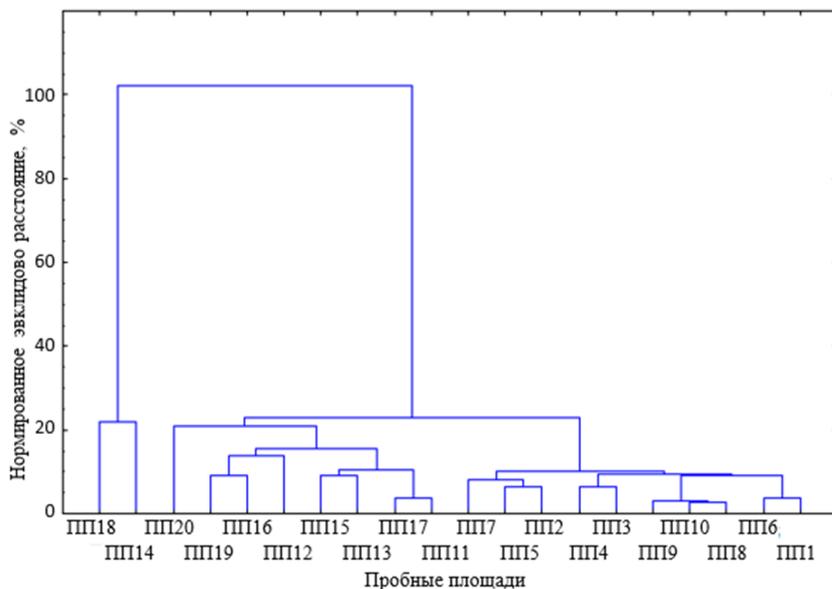


Рис. 7. Дендрограмма различия – сходства высоты и количества подроста и подлеска на объектах исследования

Fig. 7. Dendrogram of differences – similarities in the height and amount of undergrowth and understory of the studied objects

Таблица 6

**Межгрупповые различия по результатам однофакторного дисперсионного анализа**

**Intergroup differences according to the results of one-way analysis of variance**

Объект исследования	№ ПП	Число выборок	F <sub>расч</sub>	F <sub>крит</sub>	P-значение
Московское учебно-опытное лесничество	1–10	10	2,8	2,4	0,03
Национальный парк «Лосиный остров»	11–20	10	1,5	2,5	0,21

Отмечена слабая линейная отрицательная связь между количеством подроста и подлеска ( $r = -0,13$ ).

*Заключение.* Таким образом, естественное возобновление под пологом сосновых фитоценозов в условиях Московского региона показало определенные отличия между объектами исследования.

Установлено, что в Московском учебно-опытном лесничестве за породный состав с середины XX века кардинально не изменился, однако за последние 30 лет отмечается снижение доли *Picea abies* (L.) Н. Karst с 34 до 29%. С XIX века в исторической части национального парка «Лосиный остров» наблюдается смена породного состава от ельников к вторичным березнякам и липнякам, при этом доля *Pinus sylvestris* L. снизилась с 25 до 8%. Участие *Pinus sylvestris* L. в лесах Московского региона поддерживается за счет искусственного лесовосстановления.

В Московском учебно-опытном лесничестве на ПП преобладает мелкий и средний подрост. Доля крупного подроста составляет всего 16,5%. Аналогичные тенденции наблюдаются и в национальном парке «Лосиный остров». На исследуемых участках доля мелкого подроста составила 49,4%; среднего – 44,8%; крупного – 8,8%. Преобладающая порода в подросте исследуемых сосняков Московского учебно-опытного лесничества *Picea abies* (L.) Н. Karst, а в Лосином Острове доминирует *Acer platanoides* L.

Среди подлесочных пород в Московском учебно-опытном лесничестве отмечено преобладание *Sorbus aucuparia* L. Также на исследуемых объектах встречаются *Corylus avellana* L., *Viburnum opulus* L., *Prunus padus* L. и *Salix caprea* L. В национальном парке «Лосиный остров» необходимо отметить наличие на всех пробных площадях *Euonymus europaeus* L. и *Rhamnus frangula* L. Анализ состава подроста и подлеска показал, что набор древесно-кустарниковых пород достаточно ограничен.

*Конфликт интересов.* Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

### Библиографический список

Bertrand R. et al. Changes in plant community composition lag behind climate warming in lowland forests. Nature. 2011. Vol. 479, no. 7374. P. 517–520. URL: <https://doi.org/10.1038/nature10548>.

De Frenne P. et al. Microclimate moderates plant responses to macroclimate warming. Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America. 2013. Vol. 110, no. 46. P. 18561–18565. URL: <https://doi.org/10.1073/pnas.1311190110>

Elliott K. et al. Functional role of the herbaceous layer in eastern deciduous forest ecosystems // Ecosystems. 2015. No. 18. P. 221–236. URL: <https://doi.org/10.1007/s10021-014-9825-x>

Flinn K.M., Vellend M. Recovery of forest plant communities in post-agricultural landscapes. Frontiers in Ecology and the Environment. 2005. Vol. 3, no. 5. P. 243–250. URL: [https://doi.org/10.1890/1540-9295\(2005\)003\[0243:ROFPCI\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1890/1540-9295(2005)003[0243:ROFPCI]2.0.CO;2)

*George L.O., Bazzaz F.A.* The herbaceous layer as a filter determining spatial pattern in forest tree regeneration. In F.S. Gillam (Ed.), *The herbaceous layer in forests of eastern North America*. New York, NY: Oxford University Press. 2014. P. 340–355.

*Gilliam F.S.* The ecological significance of the herbaceous layer in temperate forest ecosystems // *BioScience*. 2007. Vol. 57, no. 10, P. 845–58. URL: <https://doi.org/10.1641/B571007>

*Hermly M., Verheyen K.* Legacies of the past in the present-day forest biodiversity: A review of past land-use effects on forest plant species composition and diversity. In T. Nakashizuka (Ed.), *Sustainability and diversity of forest ecosystems*. Tokyo, Japan: Springer. 2007, pp. 361–371.

*Landuyt D. et al.* The functional role of temperate forest understorey vegetation in a changing world // *Global Change Biology*. 2019. Vol. 25, no. 11. P. 3625–3641.

*Muller R.N.* Nutrient relations of the herbaceous layer in deciduous forest ecosystems. In F.S. Gilliam (Ed.), *The herbaceous layer in forests of eastern North America*. New York, NY: Oxford University Press, 2014. P. 13–34.

*Peebles-Spencer J.R., Gorchov D.L., Crist T.O.* Effects of an invasive shrub, *Lonicera maackii*, and a generalist herbivore, white-tailed deer, on forest floor plant community composition // *Forest Ecology and Management*. 2017. Vol. 402. P. 204–212. URL: <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2017.05.053>

*Thrippleton T. et al.* Overstorey–understorey interactions intensify after drought-induced forest die-off: Long-term effects for forest structure and composition // *Ecosystems*. 2018. Vol. 21, no. 4. P. 723–739. URL: <https://doi.org/10.1007/s10021-017-0181-5>

*Абагуров А.В., Меланхолин П.Н.* Естественная динамика леса на постоянных пробных площадях в Подмоскowie; Рос. акад. наук, Ин-т лесоведения. Тула: [Гриф и К°], 2004. 333 с.

*Бакшеева Е.О., Головина А.Н., Морозов С.А.* Лесовозобновление и пожароопасность пихтовых насаждений, поврежденных полиграфом уссурийским // *Хвойные бореальной зоны*. 2021. Т. 39. № 6. С. 443–450.

*Беднова О.В., Кузнецов В.А.* Эффективность экологических функций лесной экосистемы в границах современного мегаполиса // *Проблемы озеленения крупных городов*. 2016. С. 22–27.

*Беляева Н.В.* Оценка состояния, густоты подроста и других его характеристик в зависимости от состава и строения материнского древостоя – состояние проблемы // *Международный научно-исследовательский журнал*. 2013. № 3-1(10). С. 69–73.

*Беляева Н.В., Грязькин А.В., Кази И.А.* Влияние выборочных рубок на развитие нижних ярусов растительности // *Лесной вестник*. 2012. № 3 (86). С. 34–41.

*Грязькин А.В.* Возобновительный потенциал таежных лесов (на примере ельников Северо-Запада России) : монография. СПб.: СПбГЛТА, 2001. 188 с.

*Залесов С.В.* Лесоводство : учебник / Министерство науки и высшего образования Российской Федерации, Уральский государственный лесотехнический университет. Екатеринбург: УГЛТУ, 2020. 295 с.

Киселева В.В., Коротков С.А., Карминов В.Н., Стоноженко Л.В. О некоторых закономерностях в строении ельников северо-восточного Подмосквья // Вестник МГУЛ. Лесной вестник. 2016а. Т. 20. № 1. С. 158–171.

Киселева В.В., Коротков С.А., Скородумов П.В. Тенденции смены породного состава в лесах Лосиног острова // Вестник МГУЛ. Лесной вестник. 2016б. Т. 20. № 5. С. 65–77.

Коротков С.А. Смена состава древостоев и устойчивость защитных лесов центральной части Русской равнины. М.: АНО «ДОБЛЕСТЬ ЭПОХ», 2023. 168 с.

Лежнев Д.В. Возобновление под пологом сосняков и на вырубках в ближайшем Подмосквье // Повышение эффективности лесного комплекса: матер. Восьмой Всерос. национ. науч.-практ. конференции с междунар. участием, Петрозаводск, 24 мая 2022 года. Петрозаводск: Петрозаводский государственный университет, 2022. С. 95–97.

Лежнев Д.В., Меняева В.А., Кривошапов Н.Ф. Структура сосняков сложных национального парка «Лосинный остров» // Актуальные проблемы развития лесного комплекса : матер. XX Междунар. науч.-технич. конференции. Вологда, 6 декабря 2022 года / отв. ред. Е.А. Иванищева. Вологда: Вологодский государственный университет, 2022. С. 152–158.

Лямцев Н.И., Малахова Е.Г. Динамика санитарного состояния еловых лесов Подмосквья после засухи 2010 г // Лесной вестник. 2013. № 6 (98). С. 82–89.

Маслов А.А. Заповедные лесные участки как часть системы охраняемых природных территорий Московской области // Роль заповедников России в сохранении и изучении природы : матер. юбилейной науч.-практич. конференции, пос. Брыкин Бор, 07–10 сентября 2015 года. Пос. Брыкин Бор: НП «Голос губернии», 2015. С. 213–216.

Маслов А.Д., Комарова И.А., Котов А.С. Состояние и динамика очагов размножения короеда-типографа в Центральной России во второй половине 2011 г., прогноз на 2012 г. // Лесохозяйственная информация. 2012. № 1. С. 35–41.

Морозов Г.Ф. Учение о лесе. М.; Л.: Гос.изд-во. 1928. 368 с

Побединский А.В. Рубки и возобновление в таежных лесах СССР. М.: Лесн. пром-сть, 1973. 199 с.

Полякова Г.А., Меланхолин П.Н. Анализ изменений состояния некоторых ООПТ в ближнем Подмосквье // Самарская Лука: проблемы региональной и глобальной экологии. 2018. Т. 27. № 4-1. С. 102–108. DOI: 10.24411/2073-1035-2018-10097.

Санников С.Н., Санникова Н.С. Экология естественного возобновления сосны под пологом леса: монография / отв. ред. П.Л. Горчаковский. М.: Наука, 1985. 152 с.

Стоноженко Л.В., Коротков С.А., Гришенков В.А. Возобновление под пологом леса в национальном парке «Угра» // Лесохозяйственная информация. 2018. № 2. С. 35–45. DOI: 10.24419/LHI.2304-3083.2018.2.04.

Ткаченко М.Е. Общее лесоводство. М., 1939. 746 с.

Управление Федеральной службы государственной статистики по г. Москве и Московской области. URL: <https://mosstat.gks.ru> (дата обращения: 11.03.2023.)

Цветков В.Ф. Лесной биогеоценоз (2-е изд., испр., доп.). Архангельск, 2004. 267 с.

## References

Abaturov A.V., Melancholin P.N. Natural dynamics of forests on permanent trial areas in the Moscow region; Russian Academy of Sciences, Institute of Forestry. Tula: [Grif and Co.], 2004. 333 p. (In Russ.)

Baksheeva E.O., Golovina A.N., Morozov S.A. Reforestation and fire hazard of fir plantations damaged by the Ussuriysky polygraph. *Coniferous boreal zones*, 2021, vol. 39, no. 6, pp. 443–450. (In Russ.)

Bednova O.V., Kuznetsov V.A. Efficiency of ecological functions of the forest ecosystem within the boundaries of a modern megalopolis. *Problems of greening large cities*, 2016, pp. 22–27. (In Russ.)

Belyaeva N.V. Assessment of the condition, density of undergrowth and its other characteristics depending on the composition and structure of the mother stand – the state of the problem. *International Research Journal*. 2013. no. 3-1(10), pp. 69–73. (In Russ.)

Belyaeva N.V., Gryazkin A.V., Kazi I.A. The influence of selective logging on the development of the lower tiers of vegetation. *Forest Bulletin/Forestrybulletin*, 2012, no. 3 (86), pp. 34–41. (In Russ.)

Bertrand R. et al. Changes in plant community composition lag behind climate warming in lowland forests. *Nature*, 2011, vol. 479, no. 7374, pp. 517–520. URL: <https://doi.org/10.1038/nature10548>.

De Frenne P. et al. Microclimate moderates plant responses to macroclimate warming. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 2013, vol. 110, no. 46, pp. 18561–18565. URL: <https://doi.org/10.1073/pnas.1311190110>

Department of the Federal State Statistics Service for Moscow and the Moscow region. URL: <https://mosstat.gks.ru> (accessed November 03, 2023). (In Russ.)

Elliott K. et al. Functional role of the herbaceous layer in eastern deciduous forest ecosystems. *Ecosystems*, 2015, no. 18, pp. 221–236. URL: <https://doi.org/10.1007/s10021-014-9825-x>

Flinn K.M., Vellend M. Recovery of forest plant communities in post-agricultural landscapes. *Frontiers in Ecology and the Environment*, 2005, vol. 3, no.5, pp. 243–250. URL: [https://doi.org/10.1890/1540-9295\(2005\)003\[0243:ROFPCI\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1890/1540-9295(2005)003[0243:ROFPCI]2.0.CO;2)

George L.O., Bazzaz F.A. The herbaceous layer as a filter determining spatial pattern in forest tree regeneration. In F.S. Gillam (Ed.), *The herbaceous layer in forests of eastern North America*. New York, NY: Oxford University Press. 2014, pp. 340–355.

Gilliam F.S. The ecological significance of the herbaceous layer in temperate forest ecosystems. *BioScience*, 2007, vol. 57, no. 10, pp. 845–58. URL: <https://doi.org/10.1641/B571007>

Gryazkin A.V. The renewable potential of taiga forests (on the example of spruce forests in the North-West of Russia) : monograph. Spb.: SPbGLTA, 2001. 188 p. (In Russ.)

Hermý M., Verheyen, K. Legacies of the past in the present-day forest biodiversity: A review of past land-use effects on forest plant species composition and diversity. In T. Nakashizuka (Ed.). *Sustainability and diversity of forest ecosystems*. Tokyo, Japan: Springer. 2007, pp. 361–371.

Kiseleva V.V., Korotkov S.A., Karminov V.N., Stonozhenko L.V. On some patterns in the structure of spruce forests in the north-eastern Moscow region. *Bulletin of the Moscow State Forest University – Forest Bulletin*, 2016a, vol. 20, no. 1, pp. 158–171. (In Russ.)

Kiseleva V.V., Korotkov S.A., Skorodumov P.V. Trends in the change of the breed composition in the forests of Losiny Ostrov. *Bulletin of the Moscow State Forest University – Forest Bulletin*, 2016b, vol. 20, no. 5, pp. 65–77. (In Russ.)

Korotkov S.A. Change in the composition of forest stands and protective properties of forest particles of Russian sensitivity. M.: ANO «Valor of the Epoch». 2023. 168 p. (In Russ.)

Landuyt D. et al. The functional role of temperate forest understorey vegetation in a changing world. *Global Change Biology*, 2019. vol. 25, no. 11, pp. 3625–3641.

Lezhnev D.V. Renewal under the canopy of pine forests and on cuttings in the near Moscow region // Improving the efficiency of the forest complex : Materials of the Eighth All-Russian National Scientific and Practical Conference with international participation, Petrozavodsk, May 24, 2022. Petrozavodsk: Petrozavodsk State University, 2022, pp. 95–97. (In Russ.)

Lezhnev D.V., Menyayeva V.A., Krivoschapov N.F. The structure of the pine forests of the Moose Island National Park. *Actual problems of the development of the forest complex: materials of the XX International Scientific and Technical Conference, Vologda, December 06, 2022* / Responsible editor E.A. Ivanisheva. Vologda: Vologda State University, 2022, pp. 152–158. (In Russ.)

Lyamtsev N.I., Malakhova E.G. Dynamics of the sanitary condition of spruce forests of the Moscow region after the drought of 2010. *Forest Bulletin/Forestry bulletin*, 2013, no. 6 (98), pp. 82–89. (In Russ.)

Maslov A.A. Protected forest areas as part of the system of protected natural areas of the Moscow region. *The role of Russian reserves in the conservation and study of nature: Proceedings of the anniversary scientific and practical conference*, pos. Brykin Bor, 07–10 September 2015. Pos. Brykin Bor: NP «Voice of the province». 2015, pp. 213–216. (In Russ.)

Maslov A.D., Komarova I.A., Kotov A.S. The state and dynamics of breeding foci of bark beetles in Central Russia in the second half of 2011, forecast for 2012. *Forestry information*, 2012, no. 1, pp. 35–41. (In Russ.)

*Morozov G.F.* The doctrine of the forest. M.; L.: State Publishing House, 1928. 368 p. (In Russ.)

*Muller R.N.* Nutrient relations of the herbaceous layer in deciduous forest ecosystems. In *F.S. Gilliam (Ed.). The herbaceous layer in forests of eastern North America*. New York, NY: Oxford University Press. 2014, pp. 13–34.

*Peebles-Spencer J.R., Gorchov D.L., Crist T.O.* Effects of an invasive shrub, *Lonicera maackii*, and a generalist herbivore, white-tailed deer, on forest floor plant community composition. *Forest Ecology and Management*, 2017, vol. 402, pp. 204–212. URL: <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2017.05.053>

*Pobedinsky A.V.* Logging and renewal in the taiga forests of the USSR. M.: Lesnaya prom-st, 1973. 199 p. (In Russ.)

*Polyakova G.A., Melancholin P.N.* Analysis of changes in the state of some protected areas in the near Moscow region. *Samarskaya Luka: problems and global ecology*, 2018, vol. 27, no. 4-1, pp. 102–108. DOI: 10.24411/2073-1035-2018-10097. (In Russ.)

*Sannikov S.N., Sannikova N.S.* Ecology of natural renewal of pine under the canopy of the forest: monograph / ed. P.L. Gorchakovskiy. M.: Nauka, 1985. 152 p. (In Russ.)

*Stonozhenko L.V., Korotkov S.A., Grishenkov V.A.* Renewal under the canopy of the forest in the National Park «Ugra». *Forestry information*, 2018, no. 2, pp. 35–45. DOI: 10.24419/LHI.2304-3083.2018.2.04. (In Russ.)

*Thrippleton T. et al.* Overstorey–understorey interactions intensify after drought-induced forest die-off: Long-term effects for forest structure and composition. *Ecosystems*. 2018, vol. 21, no. 4, pp. 723–739. URL: <https://doi.org/10.1007/s10021-017-0181-5>

*Tkachenko M.E.* General forestry. M., 1939. 746 p. (In Russ.)

*Tsvetkov V.F.* Forest biogeocenosis (2nd edition, revised, supplemented). Arkhangelsk, 2004. 267 p. (In Russ.)

*Zalesov S.V.* Forestry: textbook; Ministry of Science and Higher Education of the Russian Federation, Ural State Forestry University. Yekaterinburg: UGLTU, 2020. 295 p. (In Russ.)

Материал поступил в редакцию 04.08.2023

---

**Лежнев Д.В., Коротков С.А.** Естественное возобновление под пологом сосновых фитоценозов в Московском регионе // Известия Санкт-Петербургской лесотехнической академии. 2024. Вып. 248. С. 6–26. DOI: 10.21266/2079-4304.2024.248.6-26

В статье рассмотрены особенности естественного возобновления под пологом сосновых экосистем на территории Московского региона. Обследовано 20 пробных площадей, расположенных в Московском учебно-опытном лесничестве

и национальном парке «Лосиный остров». Подобранные объекты исследования находятся в лесорастительных условиях – С<sub>2</sub>, класс возраста – IV, класс бонитета – I-I<sup>a</sup>. Установлено, что в Московском учебно-опытном лесничестве за последние 70 лет породный состав кардинально не изменился. За последние 170 в исторической части национального парка «Лосиный остров» доля сосны снизилась с 25% году до 8%. За последние три года средний годовой прирост подроста ели не превышает 5 см. Отмечается сукцессионная смена сосновых фитоценозов на лиственные, что впоследствии может привести к формированию в национальном парке «Лосиный остров» насаждений породного состава и структуры, кардинальным образом отличающихся от существующих в настоящее время. Преобладающая порода в подросте исследуемых сосняков Московского учебно-опытного лесничества *Picea abies* (L.) H. Karst. В подросте Лосино Острова доминирует *Acer platanoides* L., выявлено присутствие инвазионного вида – *Acer negundo* L. В исследуемых сосновых формациях отсутствует жизнеспособный подрост *Pinus sylvestris* L. Среди подлесочных пород в Московском учебно-опытном лесничестве отмечено преобладание *Sorbus aucuparia* L., а в национальном парке «Лосиный остров» – *Euonymus europaeus* L. и *Rhamnus frangula* L. Набор древесно-кустарниковых пород в нижних ярусах достаточно ограничен.

**Ключевые слова:** естественное возобновление, фитоценоз, подрост, подлесок, сукцессия, национальный парк «Лосиный остров», Московское учебно-опытное лесничество, Московский регион

**Lezhnev D.V., Korotkov S.A.** Natural regeneration under the canopy of pine phytocenoses in the Moscow region. *Izvestia Sankt-Peterburgskoj Lesotekhnicheskoy Akademii*, 2024, iss. 248, pp. 6–26 (in Russian with English summary). DOI: 10.21266/2079-4304.2024.248.6-26

The article discusses the features of natural renewal under the canopy of pine ecosystems in the Moscow region. 20 observation plots located in the Moscow Educational and Experimental Forestry and the Losiny Ostrov National Park were surveyed. The selected research objects are of age class – IV, site index class I-I<sup>a</sup>. It has been established that in the Moscow Educational and Experimental Forestry over the past 70 years, the species composition has not changed dramatically. Over the past 170 years, the share of pine in the historical part of the Losiny Ostrov National Park has decreased from 25% to 8%. Over the past three years, the average annual growth of spruce undergrowth does not exceed 5 cm. There is a succession change of pine phytocenoses to deciduous ones, which subsequently can lead to the formation in the Losiny Ostrov National Park of stands of species composition and structure that are radically different from those currently existing. *Picea abies* (L.) H. Karst is the predominant species in the undergrowth of the studied pine forests of the Moscow Educational and Experimental Forestry. *Picea abies* (L.) H. Karst. *Acer platanoides* L. dominates in the undergrowth of Losiny Ostrov, the presence of an invasive species, *Acer negundo* L., was revealed. In the studied pine formations, there is no viable undergrowth of *Pinus sylvestris* L. *Sorbus aucuparia* L. predominated

among the undergrowth species in the Moscow Educational and Experimental Forestry, and *Euonymus europaeus* L. and *Rhamnus frangula* L. dominated in the Losiny Ostrov National Park. The set of tree and shrub species in the lower tiers is rather limited.

**Key words:** natural regeneration, phytocenoses, undergrowth, understory, succession, Losiny Ostrov National Park, Moscow Educational and 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 Researcher, 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. Moscow region. Uspenskoe. Russia.  
E-mail: lezhnev.daniil@yandex.ru

**КОРОТКОВ Сергей Александрович** – доцент кафедры лесоводства, экологии и защиты леса Московского государственного технического университета имени 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, ул. 1-я Институтская, д. 1, Московская область, г. Мытищи, Россия.  
E-mail: skorotkov-71@mail.ru

**KOROTKOV Sergei 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 Institutskayast. 1. Moscow region. Mytishchi. Russia.  
E-mail: skorotkov-71@mail.ru