

## ДИНАМИКА НАСАЖДЕНИЙ С УЧАСТИЕМ ЕЛИ В ЗАЩИТНЫХ ЛЕСАХ ПОДМОСКОВЬЯ

С.А. Коротков<sup>1, 2</sup>, Ю.И. Дробышев<sup>3</sup>

<sup>1</sup>МГТУ им. Н.Э. Баумана (Мытищинский филиал), 141005, Московская обл., г. Мытищи, ул. 1-я Институтская, д. 1

<sup>2</sup>ФГБУН «Институт лесоведения РАН» (ИЛАН РАН), Московская обл., Одинцовский р-н, с. Успенское, ул. Советская, д. 21

<sup>3</sup>ФГБУН «Институт проблем экологии и эволюции имени А.Н. Северцова РАН», 119071, Москва, Ленинский проспект, д. 33

skorotkov-71@mail.ru

Представлены результаты исследований динамических процессов, протекающих в последние десятилетия в лесах Подмосковья с участием ели и обусловленных как климатическими изменениями, так и усиливающимся антропогенным влиянием. Демонстрируется тот факт, что еловые насаждения в современных условиях проявляют неустойчивость к засухам и вспышкам насекомых-вредителей, а в перспективе они также динамически неустойчивы и имеют тенденцию к распаду. Ситуация еще более осложняется ввиду запрета на сплошные рубки в защитных лесах Московской области и широкое распространение здесь монокультур, которые, к тому же, продолжают создаваться и сейчас. Установлено, что структура древостоев по возрасту и диаметру во многом определяется густотой древостоя и смешением пород, и наиболее выровнена в чистых высокополнотных лесах, причем оптимальная структура по диаметру формируется при доле ели 3–7 единиц. В результате долгосрочных наблюдений на постоянных пробных площадях в «Лосином острове» выявлено, что при естественном развитии лесных сообществ состав новых поколений леса крайне редко бывает близок к породному составу первого яруса. В большинстве случаев развитие идет в сторону широколиственных лесов с преобладанием липы. Та же тенденция к смене хвойных лесов липовыми показана для насаждений, где еловая часть древостоя погибла из-за короледа-типографа. Как на месте распавшихся ельников, так и под пологом сохранившихся формируется новое поколение леса, представленное лиственными породами с незначительным или единичным участием ели. Рекомендовано формирование в еловых лесах Подмосковья смешанных насаждений с долей ели 30–50 %, тогда как более высокая доля ели может быть приемлемой лишь на небольших участках (1–2 га). При этом следует избегать массового создания монодоминантных еловых культур.

**Ключевые слова:** ель, Подмосковье, структура насаждений, смена пород, монокультуры

**Ссылка для цитирования:** Коротков С.А., Дробышев Ю.И. Динамика насаждений с участием ели в защитных лесах Подмосковья // Лесной вестник / Forestry Bulletin, 2021. Т. 25. № 4. С. 27–33.

DOI: 10.18698/2542-1468-2021-4-27-33

Стремительно возрастающие антропогенные воздействия на защитные леса Подмосковья на фоне глобальных климатических изменений ведут к сокращению лесных площадей, снижению устойчивости и изменению породного состава древостоев, вследствие чего доля ели в лесных древостоях снижается. Искусственное воспроизводство лесов в своем большинстве не обеспечивает баланс экологических систем, поскольку не вполне отвечает научно обоснованным методам создания устойчивых лесов на территориях с повышенными техногенными и антропогенными нагрузками. Достичь эффективного результата в лесовосстановлении можно при учете как существующих (и прогнозируемых) нагрузок, так и при имеющих место трендах структуры древостоев.

В своих исследованиях мы исходили из следующих принципов:

– анализ строения растительных сообществ, в том числе древостоев, опирается на закономерности, охватывающие структурные единицы сообщества, их взаимодействие, а также направление динамики;

– структура древостоя определяет ценотическую структуру лесного фитоценоза;

– закономерности строения древостоев могут быть эффективно выражены в относительных единицах.

### Цель работы

Цель работы — выявление закономерностей роста и формирования коренных и производных насаждений с участием ели в защитных лесах Подмосковья.

### Материалы и методы

Перед исследованием были поставлены четыре задачи:

- 1) изучение структуры, закономерностей роста и формирования коренных и производных насаждений с участием ели;
- 2) установление критериев для оценки устойчивости еловых сообществ;
- 3) исследование естественного возобновления под пологом хвойно-широколиственных лесов;
- 4) наблюдение направления смены пород в лесах хвойно-широколиственной зоны.

Фитоценологические особенности, характерные для лесов с преобладанием ели и определяющие их строение и динамику, описаны во многих работах [1–10].

Закономерности строения и динамики древостоев рассмотрены в трудах Н.В. Третьякова, К.К. Высоцкого, Ю.П. Демакова и др. [11–13].

Смене пород посвящены работы Г.Ф. Морозова, М.Е. Ткаченко, И.С. Мелехова, В.Я. Колданова, К.Б. Лосицкого, В.С. Чуенкова, С.А. Денисова и многих других лесоводов [14–18].

Ключевой фактор антропогенного воздействия на подмосковные леса — это рост народонаселения. Согласно результатам первой переписи города Москвы (1871), численность населения составляла немногим более 600 тыс. чел. [19]. На протяжении всего XX и в начале XXI вв. наблюдался рост численности населения Московского региона (табл. 1).

Т а б л и ц а 1

### Динамика численности населения Москвы и Московской области

#### Population dynamics in Moscow and the Moscow region

Год	Численность населения (тыс. чел.)		Доля общей численности населения РФ, %		
	Москва	Московская обл.	Москва	Московская обл.	Москва и Московская обл.
1926	2101	2587	2,3	2,8	5,1
1939	4609	4188	4,3	3,9	8,2
1959	6134	4816	5,2	4,1	9,3
1970	7148	5611	5,5	4,3	9,8
1979	8057	6208	5,9	4,5	10,4
1989	8876	6646	6,0	4,5	10,9
2002	10383	6619	7,2	4,6	11,8
2010	11468,3	7092,9	8,1	5,0	13,1
2017	12380,7	7423,4	8,4	5,0	13,4
2018	12500,1	7504,3	8,5	5,1	13,6
2020	12692,5	7687,6	8,7	5,2	13,9

Для изучения устойчивости лесов Национального парка (НП) «Лосиный остров» проанализированы данные 20-летних наблюдений на 60 постоянных пробных площадях (ППП). В НП «Угра» были заложены 74 ППП, в городских лесах Новой Москвы — 15, в Щелковском учебно-опытном лесхозе (ЩУОЛХ) — 41, на территории Клинско-Дмитровской гряды — 23 временные пробные площади (ВПП), в Орехово-Зуевском лесничестве — 8 ВПП (рис. 1, 2). Пробные площади представляют насаждения всех лесообразующих пород — от средневозрастных до перестойных. Размер пробных площадей — от 0,1 до 0,6 га, в зависимости от возраста и полноты древостоя. Закладка и повторные описания ППП проводились в соответствии с ОСТ 56-69–83 «Площади пробные лесоустроительные», описание подростка и подлеска — в соответствии с «Общесоюзными

нормативами по таксации лесов» (1992), описание напочвенного покрова — по шкале Друде, с указанием обилия каждого вида [20–23].

В НП «Лосиный остров» сплошной переречет деревьев, описания подростка, подлеска и напочвенного покрова проводились каждые 5 лет начиная с 2009 г.

По типам условий местопрорастания ППП в Лосином острове распределяются следующим образом: С2 — 37 площадей, С3 — 18, В3 — 3, В2 — 2 площади. Большая часть ППП относится к сложным группам типов леса. Широкоотравные и мелкоотравные группы типов леса представлены 24 площадями каждая, леса кисличной группы — 10, черничной — 2 площадями.

Одним из критериев для оценки устойчивости была ранговая структура насаждений. Она оценивалась с использованием методических положений Н.В. Третьякова (1927), К.К. Высоцкого (1962). Показатель рангового строения древостоя имел вид  $\Delta D_{отн}$  [24].

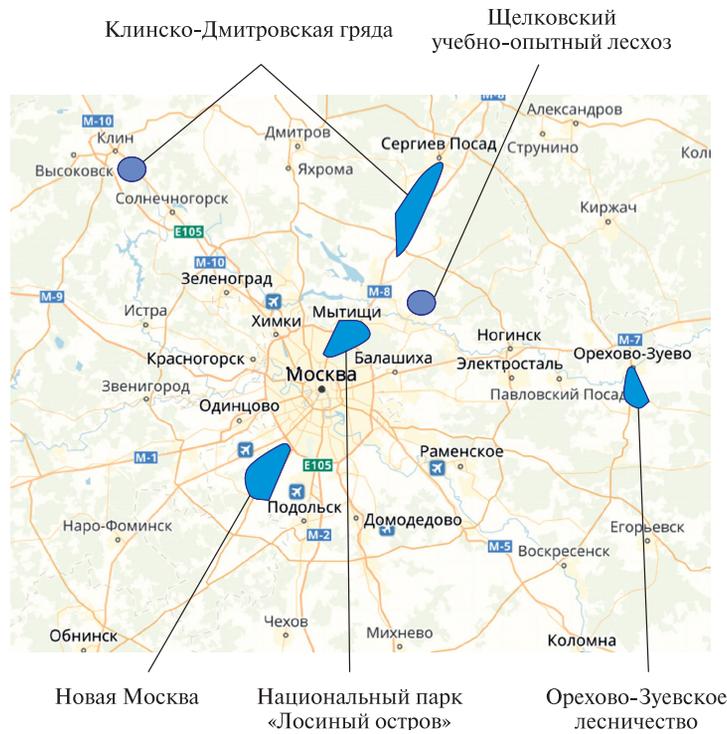
Расчеты показателя  $\Delta D_{отн}$  включают следующие процедуры:

- 1) построение ранжированного ряда по диаметрам от минимального до максимального;
- 2) разделение полученного ряда на 10 классов с одинаковым числом деревьев в классе;
- 3) определение среднего диаметра каждого класса —  $D_{cp}(n)$ ;
- 4) определение относительного диаметра каждого класса путем вычисления отношения среднего диаметра каждого класса к среднему диаметру в шестом классе:  $D_{отн}(n) = D_{cp}(n) / D_{cp}(6)$ ;
- 5) вычисление  $\Delta D_{отн}$  путем вычитания величины относительного диаметра первого класса из величины относительного диаметра десятого класса  $\Delta D_{отн} = D_{отн}(10) - D_{отн}(1)$ .

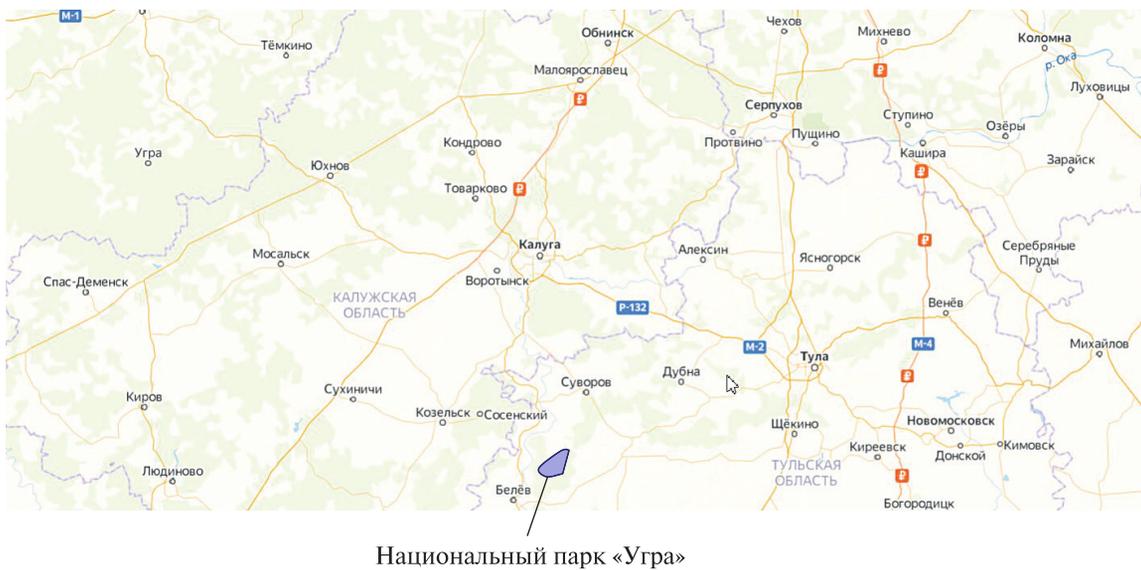
### Результаты и обсуждение

В ходе исследований было проведено сравнение показателей ранговой структуры ельников ЩУОЛХ и НП «Лосиный остров». Больше варьирование рядов распределения по диаметрам отмечено в «Лосином острове», чем в ЩУОЛХ, что объясняется смешанным характером и более сложным строением древостоев в национальном парке (в ЩУОЛХ для исследования были подобраны чистые одновозрастные ельники). Как правило, показатель  $\Delta D_{отн}$  для элемента леса в молодом возрасте достаточно высок и имеет тенденцию к уменьшению с возрастом.

Говоря об использовании показателя рангового строения древостоя  $\Delta D_{отн}$  как интегрального показателя структуры насаждений, можно отметить, что для условий НП «Лосиный остров» и ЩУОЛХ для приспевающих и спелых насаждений выявляются следующие пороговые значения.



**Рис. 1.** Карта с расположением объектов в Московском регионе  
**Fig. 1.** Map with the location of objects in the Moscow region



**Рис. 2.** Карта с расположением объектов в национальном парке «Угра»  
**Fig. 2.** Map with the location of objects in the national park «Ugra»

Если  $\Delta D_{отн}$  ниже 1,0, то искусственные насаждения или же леса многократными низовыми рубками приведены в состояние с предельно упрощенной структурой. Значения от 1,0 до 1,3 показывают условно разновозрастные леса с преобладанием деревьев старших возрастов, или, наоборот, со вторым ярусом ели, развивающимся под пологом других пород и представленным деревьями двух смежных классов возраста. Зна-

чения свыше 1,3 свидетельствуют о способности лесов, в которых численно преобладают более молодые деревья, обеспечить динамическую устойчивость своей породы. Данные о возрасте модельных деревьев позволили получить представление о возрастной структуре популяций ели европейской на ПП, использовать ее как критерий жизнеспособности и сопоставить их с проанализированной ранее структурой по диаметру.

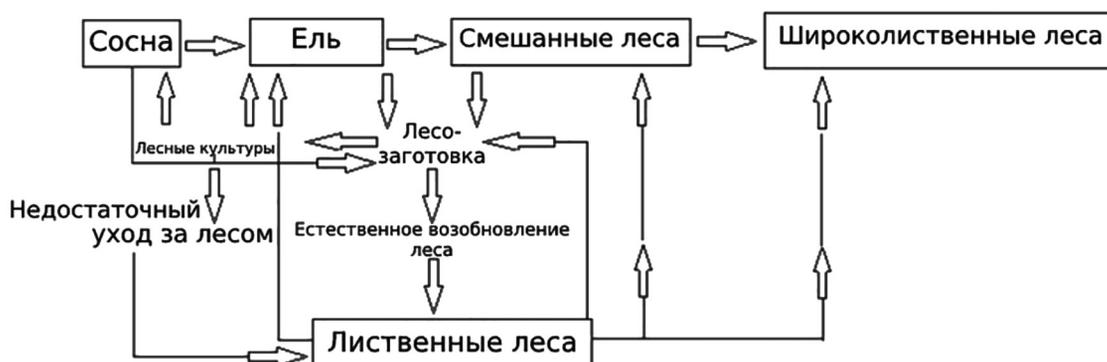


Рис. 3. Направления смены пород в лесных массивах Подмосквья  
 Fig. 3. Directions of the species change in the Moscow region forests

Т а б л и ц а 2

**Выращивание стандартного посадочного материала (тыс. шт.) и закладка лесных культур (га) в период 2014–2016 гг.**

**Cultivation of standard planting material (thousand pcs.) and laying out forest plantations (ha) in the period 2014–2016**

Порода	2014		2015		2016	
	Закладка лесных культур, га	Выращивание стандартного посадочного материала, тыс. шт.	Закладка лесных культур, га	Выращивание стандартного посадочного материала, тыс. шт.	Закладка лесных культур, га	Выращивание стандартного посадочного материала, тыс. шт.
Сосна	3408,3	4788,0	3509,5	3353,5	5302,4	5232,3
Ель	2702,7	4060,1	3255,4	2909,3	3963,3	1099,0
Лиственница	–	–	–	8,0	–	8,0
Дуб	1,5	249,0	26,4	227,3	6,7	17,7
Другие	–	–	–	30,1	–	15,3
Всего	6112,5	9097,1	6791,3	6528,2	9272,4	6372,3

Т а б л и ц а 3

**Выращивание стандартного посадочного материала (тыс. шт.) и закладка лесных культур (га) в период 2018–2019 гг.**

**Cultivation of standard planting material (thousand pcs.) and laying out forest plantations (ha) in the period 2018–2019**

Порода	2018		2019	
	Закладка лесных культур, га	Выращивание стандартного посадочного материала, тыс. шт.	Закладка лесных культур, га	Выращивание стандартного посадочного материала, тыс. шт.
Сосна	2035,19	10760,43	1484,0	9166,4
Ель	2086,53	5280,09	1549,0	7056,6
Лиственница	–	–	–	–
Дуб	1,40	0,6	3,2	597,7
Другие	–	0,99	–	28,997
Всего	4123,12	16042,1	3036,2	16849,7

Структура по диаметру не всегда соответствует возрастной структуре насаждения. В ценопопуляции может присутствовать часть экземпляров, отличающихся замедленным ростом, более долговечная, чем деревья, развивающиеся оптимально. Господствующие и прегосподствующие деревья растут быстро, но столь же быстро выпадают. В итоге в насаждении сохраняется часть старшего поколения, отличающаяся замедленным ростом. Наши наблюдения вполне подтверждают выводы специалистов, работавших в лесах Северного Подмосквья: «Чем быстрее растет лес, тем скорее наступает период его разрушения» [7, с. 281]. Структура древостоев по возрасту и диаметру во многом определяется густотой древостоя и смешением пород и наиболее выровнена в чистых высокополнотных лесах. Оптимальная структура по диаметру формируется при доле ели в количестве 3–7 единиц.

В настоящее время потеря ельниками Подмосквья устойчивости и невозможность выполнения ими в старших возрастах защитных и рекреационных функций — одна из самых актуальных проблем лесоводства и лесопользования в регионе.

Наши наблюдения на ППП в НП «Лосиный остров» показали, что при естественном развитии лесных биоценозов только на единичных объектах состав новых поколений леса близок к породному составу первого яруса. На подавляющем большинстве ППП происходит смена пород.

В некоторых случаях имеет место восстановление условно коренных растительных формаций. Однако в остальных случаях развитие идет в сторону широколиственных лесов с преобладанием липы. Та же тенденция к смене хвойных лесов липовыми выражена в насаждениях, где еловая часть древостоя погибла от короеда-типографа. Как на месте распавшихся ельников, так и под пологом сохранившихся формируется новое поколение леса, представленное лиственными породами с незначительным или единичным участием ели. При развитии биоценоза в стабильных условиях смена породного состава лесов ближнего Подмосковья осуществляется по следующей схеме (рис. 3).

Увеличение объемов лесокультурных работ и, как следствие, возросшая потребность в посадочном материале связаны с резким увеличением финансирования лесного хозяйства Московской области (начиная с 2013 г.), увеличением размеров сплошных санитарных рубок и лесовосстановлением на образовавшихся вырубках. Работа лесных питомников носит более инерционный характер, отсутствует возможность быстрого увеличения объема производства и расширения ассортимента посадочного материала. Однако реально выращиваемый ассортимент посадочного материала (табл. 2, 3) и создание чистых по породному составу лесных культур не могут в полной мере соответствовать предъявленным требованиям.

Результаты исследования позволяют рекомендовать при выполнении работ по лесовосстановлению в лесопарковых и зеленых зонах Подмосковья использование древесных и кустарниковых пород, отличающихся большой долговечностью, высокими эстетическими качествами, декоративностью, устойчивостью к неблагоприятным антропогенным и техногенным факторам, особенно к значительным рекреационным нагрузкам. Необходимо предусмотреть возможность создания смешанных культур, включающую в себя комплекс работ по расширению ассортимента питомников, использование технологий создания смешанных искусственных насаждений и последующего ухода за ними в целях формирования устойчивых насаждений, как правило, со сложной формой и структурой.

Полученные нами данные позволяют ставить одной из задач лесопользования в еловых лесах формирование смешанных насаждений с долей

ели 30...50 %. Более высокая доля может быть приемлемой на небольших участках (1...2 га). Следует избегать сомнительной практики массового создания монодоминантных еловых культур.

## Список литературы

- [1] Сукачев В.Н. Руководство к исследованию типов леса. М.; Л.: Сельхозгиз, 1931. 328 с.
- [2] Тимофеев В.П. Отмирание ели в связи с недостатком влаги // Лесное хозяйство, 1939. № 9. С. 6–15.
- [3] Воропанов П.В. Ельники севера. М.: Гослесбумиздат, 1950. 180 с.
- [4] Манько Ю.И. Пихтово-еловые леса Северного Сихотэ-Алиня. Л.: Наука, 1967. 224 с.
- [5] Карпов В.Г. Экспериментальная фитоценология темнохвойной тайги. Л.: Наука, 1969. 335 с.
- [6] Казимиров Н.И. Ельники Карелии. Л.: Наука, 1971. 140 с.
- [7] Леса Северного Подмосковья / С.П. Речан, Т.В. Малышева, А.В. Абагуров, П.Н. Меланхолин / Отв. ред. Л.П. Рысин. М.: Наука, 1993. 315 с.
- [8] Schmidt-Vogt H. Struktur und dynamik naturlicher Fichtenwalder in der borealen Nadelwaldzone // Sweiz. Z. Forstwes., 1985, bd. 136, no. 12, pp. 977–994.
- [9] Mäkinen H., Nöjd P., Mielikäinen K. Climatic signal in annual growth variation in damaged and healthy stands of Norway spruce [*Picea abies* (L.) Karst.] in southern Finland // Trees, 2001, t. 15, no. 3, pp. 177–185.
- [10] Thuille A., Schulze E.D. Carbon dynamics in successional and afforested spruce stands in Thuringia and the Alps // Global change biology, 2006, t. 12, no. 2, pp. 325–342.
- [11] Третьяков Н.В. Закон единства в строении насаждений. Л.: Новая деревня, 1927, 113 р.
- [12] Высоцкий К.К. Закономерности строения смешанных древостоев. М.: Гослесбумиздат, 1962. 177 с.
- [13] Демаков Ю.П. Диагностика устойчивости лесных экосистем (методологические и методические аспекты). Йошкар-Ола: Периодика Марий Эл, 2000. 414 с.
- [14] Морозов Г.Ф. Рубки возобновления и ухода. М.; Л.: Гослесбумиздат, 1930. 86 с.
- [15] Ткаченко М.Е. Общее лесоводство. М.; Л.: Гослестехиздат, 1939. 746 с.
- [16] Колданов В.Я. Смена пород и лесовосстановление. М.: Лесная пром-сть, 1966. 171 с.
- [17] Лосицкий К.Б., Чуенков В.С. Эталонные леса. М.: Лесная пром-сть, 1980. 160 с.
- [18] Денисов С.А. Лесоведение. Смена пород. Йошкар-Ола: Изд-во МарГТУ, 1999. 77 с.
- [19] Денисенко М.Б., Степанова А.В. Динамика численности населения Москвы за 140 лет // Вестник Московского университета. Серия 6. Экономика, 2013. № 3. С. 88–97.
- [20] Коротков С.А., Киселева В.В., Стоноженко Л.В., Иванов С.К., Найденова Е.В. О направлениях лесобразовательного процесса в северо-восточном Подмосковье // Лесотехнический журнал, 2015. № 5 (4). С. 41–54.
- [21] Стоноженко Л.В., Коротков С.А., Гришенков В.А. Возобновление под пологом леса в национальном парке «Угра» // Лесохозяйственная информация, 2018. № 2. С. 35–45.
- [22] Kiseleva V., Korotkov S., Naidenova E., Stonozhenko L. Structure and regeneration of spruce forests as affected by forest management practices in the Moscow Region // Earth and Environmental Science, 2019, v. 226, no. 1, p. 012042.
- [23] Kiseleva V., Stonozhenko L., Korotkov S. The dynamics of forest species composition in the Eastern Moscow Region // Folia Forestalia Polonica, 2020, v. 62, no. 2, pp. 53–67.
- [24] Коротков С.А. Особенности формирования ельников в условиях антропогенного стресса (на примере лесов Клиско-Дмитровской гряды): дис. ... канд. биол. наук. Москва, 1998. 23 с.

## Сведения об авторах

**Коротков Сергей Александрович** — канд. биол. наук, доцент МГТУ им. Н.Э. Баумана (Мытищинский филиал), skorotkov@mgul.ac.ru

**Дробышев Юлий Иванович** — канд. биол. наук, ст. науч. сотр. Института проблем экологии и эволюции имени А.Н. Северцова РАН, monexp@mail.ru

Поступила в редакцию 22.04.2021.

Принята к публикации 31.05.2021.

## DYNAMICS OF PROTECTIVE SPRUCE STANDS IN MOSCOW REGION

S.A. Korotkov<sup>1,2</sup>, Yu. I. Drobyshev<sup>3</sup>

<sup>1</sup>BMSTU (Mytishchi branch), 1, 1st Institutskaya st., 141005, Mytishchi, Moscow reg., Russia

<sup>2</sup>Institute of Forest Science RAS, 21, Sovetskaya st., village Uspenskoe, Odintsovo district, 143030, Moscow reg., Russia

<sup>3</sup>Institute of Ecology and Evolution of the Russian Academy of Sciences, named after academician A.N. Severtsov, 33, Leninsky Prospekt, 119071, Moscow, Russia

skorotkov@mgul.ac.ru

The results of dynamic processes occurring in recent decades in the forests of the Moscow region containing spruce and caused by both climate changes and increasing anthropogenic influence are presented. It is demonstrated that the spruce stands in modern conditions are unstable to droughts and outbreaks of insect pests, and in the future they will also be dynamically unstable and tend to decay. The situation is even more complicated due to the ban on continuous logging in the protective forests of the Moscow region and the widespread distribution of monocultures here, which, moreover, continue to be created even now. It is established that the structure of stands by age and diameter is largely determined by the density of the stand and the mixing of species, and is most aligned in pure high-field forests, and the optimal structure in diameter is formed with a proportion of spruce trees of 3–7 units. As a result of long-term observations on permanent sample areas in «Losiny Ostrov», it was revealed that with the natural development of forest communities, the composition of new forest generations is extremely rarely close to the composition of the first tier. In most cases, the development goes towards broad-leaved forests with a predominance of linden. The same tendency to replace coniferous forests with linden forests is shown for plantings where the spruce part of the stand was lost due to the bark beetle. Both on the site of the decayed spruce forests and under the canopy of the preserved ones, a new generation of forest is formed, represented by hardwoods with a small or single participation of spruce. It is recommended to form mixed stands in the spruce forests of the Moscow region with a proportion of spruce of 30...50 %, while a higher proportion of spruce may be acceptable only in small areas (1–2 ha). At the same time, the mass creation of monodominant spruce crops should be avoided.

**Keywords:** spruce, Moscow region, structure of forest stands, change of species, monocultures

**Suggested citation:** Korotkov S.A., Drobyshev Yu.I. *Dinamika nasazhdeniy s uchastiem eli v zashchitnykh lesakh Podmoskov'ya* [Dynamics of protective spruce stands in Moscow region]. *Lesnoy vestnik / Forestry Bulletin*, 2021, vol. 25, no. 4, pp. 27–33. DOI: 10.18698/2542-1468-2021-4-27-33

## References

- [1] Sukachev V.N. *Rukovodstvo k issledovaniyu tipov lesa* [A guide to the study of forest types]. Moscow–Leningrad: Selkhozgiz, 1931, 328 p.
- [2] Timofeev V.P. *Otmiranie eli v svyazi s nedostatkom vlagi* [Dying off of spruce due to lack of moisture]. *Lesnoe khozyaystvo [Forestry]*, 1939, no. 9, pp. 6–15.
- [3] Voropanov P.V. *El'niki severa* [Spruce forests of the north]. Moscow: Goslesbumizdat, 1950, 180 p.
- [4] Man'ko Yu.I. *Pikhtovo-elovye lesa severnogo Sikhote-Alinya* [Fir-spruce forests of the northern Sikhote-Alin]. Leningrad: Nauka, 1967, 224 p.
- [5] Karpov V.G. *Eksperimental'naya fitotsenologiya temnokhvoynoy taygi* [Experimental phytocenology of the dark coniferous taiga]. Leningrad: Nauka. Leningradskoe otdelenie [Science. Leningrad branch], 1969, 335 p.
- [6] Kazimirov N.I. *El'niki Karelii* [Spruce forests of Karelia]. Leningrad: Nauka. Leningradskoe otdelenie [Science. Leningrad branch], 1971, 140 p.
- [7] *Lesy Severnogo Podmoskov'ya* [Forests of the Northern Moscow Region] / S.P. Rechan, T.V. Malysheva, A.V. Abaturov, P.N. Melancholin / Ed. by L.P. Rysin. Moscow: Nauka, 1993. 315 p.
- [8] Schmidt-Vogt H. Struktur und dynamik naturlicher Fichtenwalder in der borealen Nadelwaldzone // *Sweiz. Z. Forstwes.*, 1985, bd. 136, no. 12, pp. 977–994.
- [9] Mäkinen H., Nöjd P., Mielikäinen K. Climatic signal in annual growth variation in damaged and healthy stands of Norway spruce [*Picea abies* (L.) Karst.] In southern Finland // *Trees*, 2001, t. 15, no. 3, pp. 177–185.
- [10] Thuille A., Schulze E.D. Carbon dynamics in successional and afforested spruce stands in Thuringia and the Alps. *Global change biology*, 2006, t. 12, no. 2, pp. 325–342.
- [11] Tret'yakov N.V. *Zakon edinstva v stroenii nasazhdeniy* [The law of unity in the structure of plantations]. Leningrad: New village, 1927, 113 p.

- [12] Vysotskiy K.K. *Zakonomernosti stroeniya smeshannykh drevostoev* [Regularities of the structure of mixed forest stands]. Moscow: Goslesbumizdat, 1962, 177 p.
- [13] Demakov Yu.P. *Diagnostika ustoychivosti lesnykh ekosistem (metodologicheskie i metodicheskie aspekty)* [Diagnostics of the sustainability of forest ecosystems (methodological and methodological aspects)]. Yoshkar-Ola: Mari El periodicals, 2000, 414 p.
- [14] Morozov G.F. *Rubki vozobnovleniya i ukhoda* [Renewal and maintenance fellings]. Moscow–Leningrad: Goslesbumizdat, 1930, 86 p.
- [15] Tkachenko M.E. *Obshchee lesovodstvo* [General forestry]. Moscow–Leningrad: Goslestekhizdat, 1939, 746 p.
- [16] Koldanov V.Ya. *Smena porod i lesvosstanovlenie* [Breed change and reforestation]. Moscow: Lesnaya promyshlennost, 1966, 171 p.
- [17] Lositskiy K.B., Chuenkov V.S. *Etalonnye lesa* [Reference scaffolding]. Moscow: Timber industry [Lesnaya promyshlennost’], 1980, 160 p.
- [18] Denisov S.A. *Lesovedenie. Smena porod* [Forestry. Change of breeds]. Yoshkar-Ola: MarSTU, 1999, 77 p.
- [19] Denisenko M.B., Stepanova A.V. *Dinamika chislennosti naseleniya Moskvy za 140 let* [Dynamics of the population of Moscow for 140 years]. Vestnik Moskovskogo universiteta. Seriya 6. Ekonomika [Bulletin of Moscow University. Series 6. Economics], 2013, no. 3, pp. 88–97.
- [20] Korotkov S.A., Kiseleva V.V., Stonozhenko L.V., Ivanov S.K., Naydenova E.V. *O napravleniyakh lesobrazovatel’nogo protsessa v severo-vostochnom Podmoskov’e* [On the directions of the forest formation process in the northeastern Moscow region]. Lesotekhnicheskii zhurnal [Forestry journal], 2015, no. 5 (4), pp. 41–54.
- [21] Stonozhenko L.V., Korotkov S.A., Grishenkov V.A. *Vozobnovlenie pod pologom lesa v natsional’nom parke «Ugra»* [Renewal under the forest canopy in the Ugra National Park]. Lesokhozyaystvennaya informatsiya [Forestry Information], 2018, no. 2, pp. 35–45.
- [22] Kiseleva V., Korotkov S., Naidenova E., Stonozhenko L. Structure and regeneration of spruce forests as affected by forest management practices in the Moscow Region. Earth and Environmental Science, 2019, v. 226, no. 1, p. 012042.
- [23] Kiseleva V., Stonozhenko L., Korotkov S. The dynamics of forest species composition in the Eastern Moscow Region. Folia Forestalia Polonica, 2020, v. 62, no. 2, pp. 53–67.
- [24] Korotkov S.A. *Osobennosti formirovaniya el’nikov v usloviyakh antropogenного stressa (na primere lesov Klinsko-Dmitrovskoy gryady)* [Features of the formation of spruce forests under anthropogenic stress (on the example of the forests of the Klinsko-Dmitrovskaya ridge)]. Dis. ... Cand. Sci. (Biol.). Moscow, 1998, 23 p.

## Authors’ information

**Korotkov Sergey Aleksandrovich** — Cand. Sci. (Biology), Associated Professor of the BMSTU (Mytishchi branch), skorotkov@mgul.ac.ru

**Drobyshev Yuli Ivanovich** — Cand. Sci. (Biol.), Senior Researcher, IPEE RAS, monexp@mail.ru

Received 22.04.2021.

Accepted for publication 31.05.2021.