

ЕСТЕСТВЕННОЕ ВОЗОБНОВЛЕНИЕ ЛИСТВЕННИЦЫ ЕВРОПЕЙСКОЙ ЗА ПРЕДЕЛАМИ АРЕАЛА ПРИ МИНИМАЛЬНОМ КОЛИЧЕСТВЕ СЕМЕННИКОВ

Л.П. Мельник

ФГБУН Институт лесоведения РАН (ИЛАН РАН), 140030, Московская обл., Одинцовский р-н, с. Успенское, ул. Советская, д. 21

lyubov.melnik.93@mail.ru

Представлены результаты исследования диссеминации и успешности естественного возобновления лиственницы европейской за пределами ее ареала произрастания, при минимальной обеспеченности семенниками. Проанализировано, что на успешность естественного возобновления лиственницы влияет отсутствие воздушных мешков у пыльцевых зерен, это ограничивает их рассеивание на близкие расстояния и снижает качество семян вида, вследствие неудовлетворительного опыления более 50 % являются невсхожими. Установлено, что расстояние максимальной диссеминации лиственницы европейской достигает 112–114 м, подрост и самосев — представлены разными высотными градами: половина (49 %) учтенных растений — от 2 м и выше, 36,5 % — до 1 м, что подтверждает возможную продолжительность формирования молодого поколения лиственницы европейской в течение 10 лет при наличии необходимых условий, в частности, высокой минерализации почвы. Биометрические измерения показали, что лидирующие позиции среди изучаемых пород по высоте занимает береза, а лидером среди хвойных пород по росту в высоту является сосна обыкновенная. Определена положительная динамика годичных приростов лиственницы европейской до 2017 г., а затем зафиксировано ее снижение — с 38,6 до 24,7 см в 2020 г., что вызвано отсутствием лесоводственных уходов. Выявлены причины такого изменения динамики — внедрение новых особей самосева, который составляет 23,5 % учтенных растений. Сделан вывод о более высокой энергии роста при естественном возобновлении лиственницы европейской и сосны обыкновенной в условиях простых свежих суборей (B_2), чем у лесных культур и подростов ели европейской.

Ключевые слова: лиственница европейская, семенники, диссеминация, естественное возобновление, Никольская лесная дача, Подмосковье

Ссылка для цитирования: Мельник Л.П. Естественное возобновление лиственницы европейской за пределами ареала при минимальном количестве семенников // Лесной вестник / Forestry Bulletin, 2021. Т. 25. № 6. С. 39–44. DOI: 10.18698/2542-1468-2021-6-39-44

Для лесоводов первостепенное значение имеет экология возобновления леса. Возобновительные процессы способствуют биологическому равновесию в лесу, обеспечивают постоянство его существования, а следовательно и пользования им [1]. Подрост, даже если он не используется для лесовозобновления, всегда показывает устойчивость и жизнеспособность древесных пород, что особенно важно для пород-интродуцентов, одной из которых в центральной части Восточно-Европейской равнины, является лиственница европейская [2]. В Подмосковье лиственница относится к ценным породам, поскольку имеет высокую продуктивность и характеризуется устойчивостью [3–6]. Для проведения фундаментальных исследований важное значение приобретает изучение миграционных возможностей лиственницы, реализуемые главным образом путем диссеминации [7]. Этому вопросу посвящены некоторые зарубежные [8, 9] и отечественные работы для лесов Европейского Севера и Урала, где лиственница произрастает в естественном ареале [10–12]. Среди лесоводов России долгое время существовало мнение, о плохом естественном возобновлении лиственницы за преде-

лами ее естественного распространения [13, 14]. Первым, кто разрушил этот стереотип, был лесовод Х.М. Исаченко [15], обративший внимание на хорошее возобновление лиственницы сибирской в Богородицком лесхозе Тульской обл. В полосе чернозема, вблизи северной границы его распространения, успешность расселения лиственницы на расстоянии 50 м от материнского насаждения может достигать 5,66 шт./га [15]. В Московской обл. исследования по изучению естественного возобновления лиственницы европейской впервые выполнил Н.А. Ботолов [16]. В условиях Волоколамского лесорастительного подрайона в Лотошинском лесничестве Лотошинского лесхоза учет лиственницы составляет от 2,0 до 5,2 шт./га. На успешность естественного возобновления лиственницы влияет количество обсеменителей, оставляемых на вырубках. Этот вопрос всегда был актуален для практики лесного хозяйства. Отдельные деревья лиственницы как породы, требующей перекрестного опыления, в качестве семенников не оставляют. На Урале практикуется оставление семенных групп не менее 7–10 лиственниц в группе с расстоянием между группами не более 50 м [17]. Для условий средней и южной

тайги европейской части России А.П. Шиманюк [18] рекомендует отбор 3–5 обсеменительных групп, по возможности по 3–5, более молодых деревьев в каждой группе.

Цель работы

Цель работы — изучение особенностей диссеминации и естественного возобновления лиственницы европейской при минимальном количестве семенников в условиях Никольской лесной дачи.

Объекты и методы исследований

Исследования диссеминации и естественного возобновления лиственницы были проведены в Никольской лесной даче на постоянной пробной площади (ППП) МП-10, расположенной в Воря-Богородском участковом лесничестве Щелковского учебно-опытного лесхоза МГТУ им. Н.Э. Баумана (Мытищинский филиал) Московской обл. по общепринятым в лесоводственных исследованиях методикам [19]. Почва объекта исследований — дерново-подзолистая легкосуглинистая, сформированная на флювиогляциальном песке, оставленном ледниковыми потоками. Тип лесорастительных условий В₂ (простая свежая суборь) [20].



Рис. 1. Размещение семенников и максимальные расстояния диссеминации лиственницы европейской на постоянной пробной площади МП-10

Fig. 1. Placement of seed plants and maximum dissemination distances of European larch on a permanent trial plot МП-10

Впервые в Никольской лесной даче лесные культуры лиственницы европейской были заложены в 1870 г. лесничим из Саксонии по фамилии

Готтгрей. Культуры создавались методами посева и посадки. Помимо промышленных посадок лиственница использовалась в создании придорожных защитных полос и куртин [21]. Одна из таких куртин, состоящая из четырех деревьев лиственницы, послужила источником естественного возобновления в кв. 38 ближней части Никольской лесной дачи. К северо-западу и западу от нее находятся еще два дерева лиственницы европейской (всего шесть экземпляров), которые и послужили источником семенного материала.

Для проведения исследований натурным способом выполнен рекогносцировочный анализ участка, описаны лесорастительные условия, осуществлены биометрические измерения общей высоты и годовых приростов за 5 лет всех представленных пород на пробной площади МП-10. На опытном объекте применялся сплошной способ учета естественного возобновления. Учеты всех экземпляров лиственницы, а также определение расстояний от семенников до крайних растений на объекте проводили с помощью gps-приемников, что позволит в дальнейшем проводить регулярные научные наблюдения (рис. 1). Исследованиями была охвачена площадь 0,3 га. Весной 2020 г. проводили рубки ухода за хвойными породами — в основном осветлялись как отдельные экземпляры лиственницы, так и ее куртины.

При перечете самосева и подроста учитывали породы, их происхождение, генерацию, высоту и годичный прирост. Качественная сторона подроста оценивалась по шкале И.С. Мелехова [1]. У всех экземпляров лиственницы различали здоровые, угнетенные, механически поврежденные, больные и мертвые особи. Критериями жизнеспособности считали прогрессирующий (или относительно стабилизированный) прирост главной оси стволика: нормально развитую хвою, отсутствие существенных повреждений грибами и насекомыми [22]. Напочвенный покров и факторы, влияющие на возобновление, определялись после выполнения сплошного учета.

Результаты и обсуждение

При изучении диссеминации необходимо учитывать, что многие виды растений склонны к партенокарпии. У лиственницы пустые семена вследствие неудовлетворительного опыления составляют 50 % и более, а в экстремальных условиях Кольского полуострова — 70–80 % [7]. Пыльцевые зерна сосны имеют воздушные мешки и могут относительно легко распространяться, а пыльцевые зерна лиственницы таковых не имеют, их рассеивание происходит на близкие (в пределах 100 м) расстояния, от этого зависит качество семян, что в свою очередь влияет на успешность естественного возобновления. Предварительные

Приросты древесных пород за 5-летний период на постоянной пробной площади МП-10
Growth of tree species over a 5-year period on a permanent trial area of

Порода	Прирост за год, см					H _{ср} , см
	2016	2017	2018	2019	2020	
Лиственница	35,0 ± 5,7	38,6 ± 5,9	36,8 ± 5,4	29,4 ± 5,2	24,7 ± 3,4	272,9 ± 37,1
Сосна	39,6 ± 3,8	45,2 ± 5,0	38,2 ± 5,8	31,6 ± 5,5	32,5 ± 6,1	300,2 ± 32,9
Ель (культуры)	27,5 ± 3,3	25,3 ± 4,0	23,2 ± 4,6	20,0 ± 4,2	33,1 ± 4,9	256,5 ± 28,2
Ель (естест. возоб.)	8,2 ± 1,2	8,6 ± 1,2	7,2 ± 0,8	4,7 ± 0,6	9,9 ± 1,1	77,2 ± 7,7
Береза	70,8 ± 14,8	63,3 ± 14,1	53,9 ± 10,8	52,8 ± 8,1	110,9 ± 7,8	658,7 ± 23,6
Осина	67,5 ± 28,0	68,9 ± 21,9	63,3 ± 17,6	42,8 ± 13,0	68,3 ± 10,3	595,4 ± 35,5
Ива козья	63,1 ± 13,7	51,7 ± 11,1	61,7 ± 11,8	55,1 ± 8,3	50,6 ± 5,3	564,8 ± 25,5

результаты первых лет исследований на других опытных объектах Никольской лесной дачи опубликованы ранее [23]. Определение расстояния максимальной диссеминации лиственницы европейской на ППП МП-10 проводили в начале ноября 2020 г., когда было установлено, что максимальное расстояние распространения семян достигает 112–114 м.

В 4-летнем возрасте (май 2014 г.) количество самосева лиственницы достигало 1,4 тыс. шт./га, чего вполне достаточно для формирования к возрасту спелости смешанного по составу высокопродуктивного лиственничного насаждения, при условии интенсивного ведения лесного хозяйства. К 11-летнему возрасту численность подроста и самосева на пробной площади снизилась до 0,2 тыс. шт./га в связи с отсутствием осветлений за истекший 7-летний период.

К числу основных и едва ли не главных критериев устойчивости лесных сообществ следует отнести наличие на площади лесного биоценоза естественного возобновления, составляющего последнее поколение в возрастном ряду древостоя [24]. На момент наших исследований подрост и самосев лиственницы европейской были представлены разными высотными градациями (рис. 2). Половина (49 %) учтенных растений относится к градации от 2 м и выше, 36,5 % — до 1 м, что подтверждает возможную продолжительность формирования молодого поколения лиственницы европейской в течение 10 лет при наличии необходимых условий, в частности высокой минерализации почвы.

Биометрические измерения общей высоты и годовых приростов пород, представленных на пробной площади МП-10, проведены в ноябре 2020 г. Полученные результаты показали, что лидирующие позиции на ППП МП-10 по высоте занимает береза, а лидером среди хвойных пород по росту в высоту является сосна обыкновенная (таблица, рис. 3). В 11-летнем возрасте средние

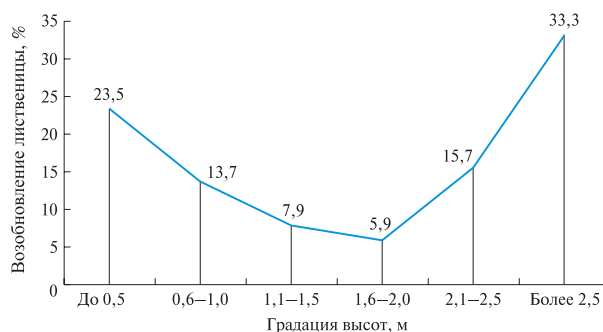


Рис. 2. Количество (%) возобновления лиственницы по градациям высот (м)

Fig. 2. Amount (%) of larch renewal by heights (m)

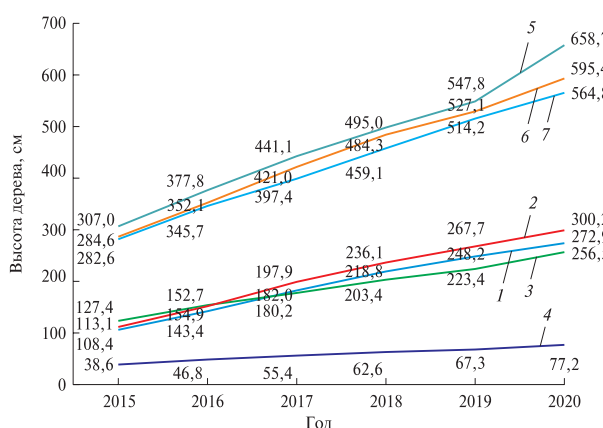


Рис. 3. Средняя высота по породам за 2015–2020 гг. на ППП МП-10: 1 — лиственница; 2 — сосна; 3 — ель (культуры); 4 — ель (естественного возобновления); 5 — береза; 6 — осина; 7 — ива козья

Fig. 3. Average height by species for 2015–2020 at ППП МП-10: 1 — larch; 2 — pine; 3 — spruce (crops); 4 — spruce (natural regeneration); 5 — birch; 6 — aspen; 7 — willow

высоты по породам распределились следующим образом: береза — 658,7 см, осина — 595,4 см, ива козья — 564,8 см, сосна — 300,2 см, лиственница — 272,9 см, культуры ели — 163,8 см, естественная ель — 77,2 см.

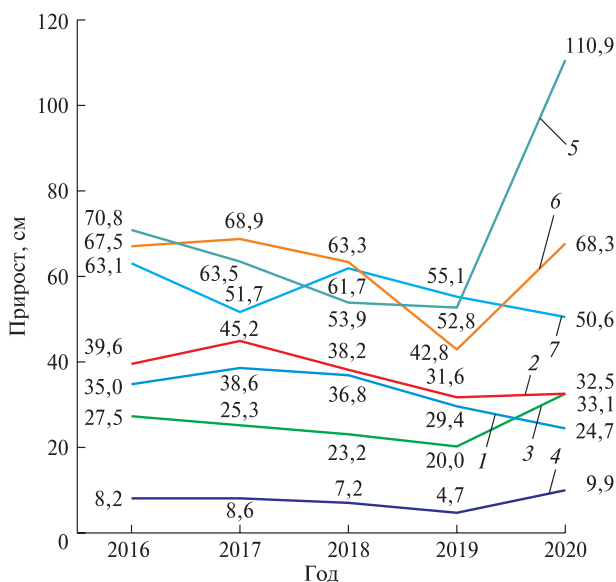


Рис. 4. Текущие приросты по породам за 2016–2020 гг. на ППП МП-10: 1 — лиственница; 2 — сосна; 3 — ель (культуры); 4 — ель (естественного возобновления); 5 — береза; 6 — осина; 7 — ива козья

Fig. 4. Current wood increments by species for 2016–2020 at ППП МП-10: 1 — larch; 2 — pine; 3 — spruce (crops); 4 — spruce (natural regeneration); 5 — birch; 6 — aspen; 7 — willow

Текущий прирост по породам имеет четко выраженную дифференциацию с лидерством мягколиственных пород и депрессивным приростом у ели естественного происхождения (рис. 4). По годичному приросту лидируют ива козья, осина и береза, а среди хвойных пород — сосна, от которой незначительно отстает лиственница. Годичные приросты лиственницы европейской до 2017 г. имеют положительную динамику, после чего постепенно снижаются, с 38,6 до 24,7 см в 2020 г. (см. таблицу), что вызвано в первую очередь отсутствием лесоводственных уходов, и появлением новых особей самосева, который составляет 23,5 % учтенных растений. В целом, естественное возобновление лиственницы европейской и сосны обыкновенной в условиях простых свежих суборей (B_2), имеет более высокую энергию роста, чем у лесных культур и подроста ели европейской. Однако ель как темнохвойная порода отреагировала на осветления, проведенные весной 2020 г., увеличением текущего прироста, хотя у сосны прирост остался стабильным, а у лиственницы продолжалось его снижение.

Поскольку дистанционный мониторинг показал свою эффективность, целесообразна разработка, создание и внедрение автоматизированной системы учета естественного возобновления лиственницы как ценной породы для центральной части Восточно-Европейской равнины. В целях автоматизации процессов дешифрирования возможно применение нейронных сетей, а также

автоматизированной объектно-ориентированной классификации материалов аэро- и космических фотоснимков [25, 26].

В целом полученные результаты показывают, что можно сформировать естественные насаждения с преобладанием лиственницы европейской при минимальном обеспечении семенными деревьями с условием своевременного проведения лесоводственных уходов.

Выводы

1. Динамика естественного возобновления показывает, что в условиях простых свежих суборей Никольской лесной дачи лиственница европейская ежегодно дает семена.

2. Для образования качественных всхожих семян достаточно сохранять не менее четырех семенных деревьев в биогруппах, на вырубках или по их границам.

3. Для формирования естественных насаждений с преобладанием лиственницы европейской при минимальном обеспечении семенными деревьями необходимо проводить рубки леса на расстоянии не более 100 м от материнских насаждений и своевременно выполнять лесоводственные уходы за молодняками на вырубках.

4. Процесс образования молодого поколения лиственницы может длиться до 10 лет при благоприятных условиях, в частности, высокой минерализации почвы.

Список литературы

- 1] Мелехов И.С. Лесоведение. М.: Лесная пром-сть, 1980. 408 с.
- 2] Тимофеев В.П. Природа и насаждения Лесной опытной дачи Тимирязевской сельскохозяйственной академии за 100 лет. М.: Лесная пром-сть, 1965. 168 с.
- 3] Тимофеев В.П. Роль лиственницы в поднятии продуктивности лесов. М.: Изд-во АН СССР, 1961. 160 с.
- 4] Рубцов М.В., Мерзленко М.Д. Лесные культуры К.Ф. Тюрмера. М.: ЦБНТИлесхоз, 1975. 42 с.
- 5] Тимофеев В.П. Лесные культуры лиственницы. М.: Лесная пром-сть, 1977. 216 с.
- 6] Melnik P.G., Karasyov N.N. Productivity of different larch types in Moscow region // Eurasian Forests — Hungarian Forests: Materials of the VI International Conference of Young Scientists. Moscow: MSUF, 2006, pp. 83–85.
- 7] Удра И.Ф. Расселение растений и вопросы палео- и биогеографии. Киев: Наукова думка, 1988. 200 с.
- 8] Bouvier R. Les migrations vegetales. Paris, 1946, 306 p.
- 9] Müller P. Verbreitungsbiologie der Blütenpflanzen. Bern, 1955, 127 p.
- 10] Козобродов А.С. Семеношение и возобновление лиственницы в Архангельской области: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук. Минск, 1968, 22 с.
- 11] Козобродов А.С., Кашин В.И. Естественное возобновление лиственницы Сукачева на концентрированных вырубках и других открытых местах Европейского Севера // Лиственница. XXXIX. Т. II. Красноярск, 1964. С. 167–180.

- [12] Оплетаев А.С., Шарова У.С. Лесовозобновление лиственницы Сукачева после сплошных рубок на плотных силикатных почвообразующих породах на Урале // Леса России и хозяйство в них, 2015. № 2 (53). С. 54–59.
- [13] Товстолес Д.И. Лиственничные насаждения Линдуловской рощи. СПб.: Типо-литография М.П. Фроловой, 1907. 159 с.
- [14] Тимофеев В.П. Лиственница в культуре. М.-Л.: Гослестехиздат, 1947. 296 с.
- [15] Исаченко Х.М. Естественное возобновление лиственницы вне ареала // Лесное хозяйство, 1949. № 2. С. 32–34.
- [16] Ботолов Н.А. Естественное возобновление лиственницы в Московской области // Лесное хозяйство, 1966. № 12. С. 34–35.
- [17] Луганский Н.А., Залесов С.В., Азаренок В.А. Лесоводство. Екатеринбург: Уральская ГЛТА, 2001. 320 с.
- [18] Шиманюк А.П. Естественное возобновление на концентрированных вырубках. М.: Изд-во АН СССР, 1955. 356 с.
- [19] Рубцов М.В. Учет естественного возобновления при постепенных рубках // Лесохозяйственная информация, 1968. № 5. С. 11–12.
- [20] Мерзленко М.Д. В лесных дачах Центральной России. Природно-исторический экскурс. М.: МГУЛ, 2009. 273 с.
- [21] Мерзленко М.Д., Мельник П.Г. Опыт лесоводственного мониторинга в Никольской лесной даче. М.: МГУЛ, 2015. 112 с.
- [22] Санников С.Н. Экология и география естественного возобновления сосны обыкновенной. М.: Наука, 1992. 264 с.
- [23] Melnik L.P. Dissemination and natural regeneration dynamics of larch in Nikolskaya forest estate // 56th Student's Scientific International Conference, Technical University in Zvolen, Slovak Republic, 2015, pp. 1213–1223.
- [24] Стороженко В.Г., Быков А.В., Бухарева О.А., Петров А.В. Устойчивость лесов. Теория и практика биогеоэкологических исследований. М.: Товарищество научных изданий КМК, 2018. 171 с.
- [25] Козодеров В.В., Дмитриев Е.В., Каменцев В.П. Система обработки самолетных изображений лесных экосистем по данным высокого спектрального и пространственного разрешения // Исследование Земли из космоса, 2013. № 6. С. 57–64.
- [26] Dmitriev E.V., Kozoderov V.V., Dementyev A.O., Safonova A.N. Combining Classifiers in the Problem of Thematic Processing of Hyperspectral Aerospace Images // Optoelectronics, Instrumentation and Data Processing, 2018, vol. 54 (3), pp. 213–221.

Сведения об авторе

Мельник Любовь Петровна — аспирант, мл. науч. сотр., ФГБУН Институт лесоведения РАН, lyubov.melnik.93@mail.ru

Поступила в редакцию 02.07.2021.

Принята к публикации 27.10.2021.

NATURAL REGENERATION OF EUROPEAN LARCH OUTSIDE NATURAL AREA WITH MINIMUM OF SEED TREES

L.P. Melnik

Institute of Forest Science Russian Academy of Sciences, 21, Sovetskaya st., 140030, Uspenskoe, Moscow reg., Russia

lyubov.melnik.93@mail.ru

The study of dissemination and success of natural regeneration of European larch outside its growing area, with a minimum supply of seed plants, is presented. It was analyzed that the success of natural regeneration of larch is affected by the absence of air sacs in pollen grains, this limits their dispersion at close distances and reduces the quality of seeds of the species, due to unsatisfactory pollination, more than fifty percent are dissimilar. It was found that the distance of maximum dissemination of European larch reaches 112–114 m. The undergrowth and self-seeding of European larch was represented by different height gradations. Half (49 %) of the recorded plants represent a gradation from 2 m and more, 36,5 % up to 1 meter in height, which indicates that the process of formation of the young generation of European larch can last up to 10 years, subject to the necessary conditions (good mineralized soil). Biometric measurements show that the leading position in height is occupied by birch, and the leader among conifers in height is Scotch pine. The dynamics of the annual growth of European larch until 2017 has a positive trend, after which it gradually decreases, from 38,6 cm to 24,7 cm in 2020, which is caused by the lack of silvicultural care, as well as the process of the emergence of new individuals of self-seeding, which is 23,5 % of accounted plants. In general, the natural regeneration of European larch and Scots pine under conditions of simple fresh subores (B₂) has a higher growth energy than that of forest crops and undergrowth of European spruce.

Keywords: *Larix decidua*, seed tree, dissemination, natural regeneration, Nikolsky forest dacha, Moscow region

Suggested citation: Melnik L.P. *Estestvennoe vozobnovlenie listvennitsy evropeyskoy za predelami areala pri minimal'nom kolichestve semennikov* [Natural regeneration of European Larch outside natural area with minimum of seed trees]. *Lesnoy vestnik / Forestry Bulletin*, 2021, vol. 25, no. 6, pp. 39–44. DOI: 10.18698/2542-1468-2021-6-39-44

References

- [1] Melehev I.S. *Lesovedenie* [Forestry]. Moscow: Lesnaya promyshlennost' [Forest industry], 1980, 408 p.
- [2] Timofeev V.P. *Priroda i nasazhdeniya Lesnoy opytной dachi Timiryazevskoy sel'skokhozyaystvennoy akademii za 100 let* [The nature and plantations of forest experimental cottages Timiryazev agricultural Academy for 100 years]. Moscow: Lesnaya promyshlennost' [Forest Industry], 1965, 168 p.

- [3] Timofeev V.P. *Rol' listvennitsy v podnyatii produktivnosti lesov* [The role of larch in raising forest productivity]. Moscow: AN SSSR, 1961, 160 p.
- [4] Rubtsov M.V., Merzlenko M.D. *Lesnye kul'tury K.F. Tyurmera* [Forest Crops of K.F. Turner]. Moscow: TsBNTIleskhoz, 1975, 42 p.
- [5] Timofeev V.P. *Lesnye kul'tury listvennitsy* [Larch forest plantation]. Moscow: Lesnaya promyshlennost' [Forest industry], 1977, 216 p.
- [6] Melnik P.G., Karasyov N.N. Productivity of different larch types in Moscow region. Eurasian Forests — Hungarian Forests: Materials of the VI International Conference of Young Scientists. Moscow: MSUF, 2006, pp. 83–85.
- [7] Udra I.F. *Rasselenie rasteniy i voprosy paleo- i biogeografii* [Plant dispersal and issues of paleo and biogeography]. Kiev: Naukova dumka, 1988, 200 p.
- [8] Bouvier R. *Les migrations vegetales*. Paris, 1946, 306 p.
- [9] Müller P. *Verbreitungsbiologie der Blütenpflanzen*. Bern, 1955, 127 p.
- [10] Kozobrodov A.S. *Semenoshenie i vozobnovlenie listvennitsy v Arhangel'skoy oblasti* [Seed production and renewal of larch in the Arkhangelsk region]: avtoref. dis. ... kand. s.-kh. nauk. Minsk, 1968, 22 p.
- [11] Kozobrodov A.S., Kashin V.I. *Estestvennoe vozobnovlenie listvennitsy Sukacheva na koncentrirovannykh vyrubkakh i drugikh otkrytykh mestakh Evropeyskogo Severa* [Natural renewal of Sukachev's larch in concentrated clearings and other open areas of the European North]. *Listvennitsa*, XXXIX, t. II. Krasnoyarsk, 1964, pp. 167–180.
- [12] Oplataev A.S., Sharova U.C. *Lesovozobnovlenie listvennitsy Sukacheva posle sploshnykh rubok na plotnykh silikatnykh pochvoobrazuyushchih porodakh na Urale* [Reforestation of Sukachev larch after continuous logging on dense silicate soilforming rocks in the Urals]. *Les Rossii i khozyaystvo v nih* [Russian forests and their production], 2015, no. 2 (53), pp. 54–59.
- [13] Tovstoles D.I. *Listvennichnye nasazhdeniya Lindulovskoy roshchi* [Larch plantations of Lindulovskaya grove]. St. Petersburg: Tipo-lit. M.P. Frolovoy, 1907, 159 p.
- [14] Timofeev V.P. *Listvennitsa v kul'ture* [Larch in culture]. Moscow–Leningrad: Goslestechizdat, 1947, 296 p.
- [15] Isachenko H.M. *Estestvennoe vozobnovlenie listvennitsy vne areala* [Natural regeneration of larch outside the range]. *Lesnoe khozyaystvo*, 1949, no. 2. pp. 32–34.
- [16] Botolov N.A. *Estestvennoe vozobnovlenie listvennitsy v Moskovskoy oblasti* [Natural renewal of larch in the Moscow region]. *Lesnoe khozyaystvo*, 1966, no. 12, pp. 34–35.
- [17] Luganskiy N.A., Zalesov S.V., Azarenok V.A. *Lesovodstvo* [Forestry]. Ekaterinburg: Ural'skaya GLTA, 2001, 320 p.
- [18] Shimanyuk A. P. *Estestvennoe vozobnovlenie na kontsentrirrovannykh vyrubkakh* [Natural renewal on the concentrated cuttings]. Moscow: Izd-vo AN SSSR, 1955, 356 p.
- [19] Rubtsov M.V. *Uchet estestvennogo vozobnovleniya pri postepennykh rubkakh* [Taking into account natural regeneration during gradual felling]. *Lesokhozyaystvennaya informatsiya*, 1968, no. 5, pp. 11–12.
- [20] Merzlenko M.D. *V lesnykh dachakh Tsentral'noy Rossii. Prirodno-istoricheskiy ekskurs* [In forest bower in Central Russia]. Moscow: MGUL, 2009, 273 p.
- [21] Merzlenko M.D., Mel'nik P.G. *Opyt lesovodstvennogo monitoringa v Nikol'skoy lesnoy dache* [Experience of silvicultural monitoring in Nikolskaya forest estate]. Moscow: MSFU, 2015, 112 p.
- [22] Sannikov S.N. *Ekologiya i geografiya estestvennogo vozobnovleniya sosny obyknovennoy* [Ecology and geography of natural regeneration of Scots pine]. Moscow: Nauka, 1992, 264 p.
- [23] Melnik L.P. Dissemination and natural regeneration dynamics of larch in Nikolskaya forest estate. 56th Student's Scientific International Conference, Technical University in Zvolen, Slovak Republic, 2015, pp. 1213–1223.
- [24] Storozhenko V.G., Bykov A.V., Bukhareva O.A., Petrov A.V. *Ustoychivost' lesov. Teoriya i praktika biogeotsenoticheskikh issledovaniy* [Sustainability of forests. Theory and practice of biogeocenotic studies]. Moscow: Tov-vo nauch. izd. KMK (Partnership Sci. Publ. KMK), 2018, 171 p.
- [25] Kozoderov V.V., Dmitriev E.V., Kamentsev V.P. *Sistema obrabotki samoletnykh izobrazheniy lesnykh ekosistem po dan-nyam vysokogo spektral'nogo i prostranstvennogo razresheniya* [System for processing airplane images of forest ecosystems based on high spectral and spatial resolution data]. *Issledovanie Zemli iz kosmosa* [Earth Research from space], 2013, no. 6, pp. 57–64.
- [26] Dmitriev E.V., Kozoderov V.V., Demytyev A.O., Safonova A.N. Combining Classifiers in the Problem of Thematic Processing of Hyperspectral Aerospace Images. *Optoelectronics, Instrumentation and Data Processing*, 2018, v. 54 (3), pp. 213–221.

Author's information

Melnik Lyubov Petrovna — Pg., Junior Research Assistant, Institute of Forest Science Russian Academy of Sciences, lesshi@bk.ru

Received 02.07.2021.

Accepted for publication 27.10.2021.