

СТРУКТУРА И РАСПРОСТРАНЕНИЕ ЛИСТВЕННИЧНИКОВ НА ТЕРРИТОРИИ СРЕДНЕГО УРАЛА

А.С. Оплетаев

ФГБОУ ВО «Уральский государственный лесотехнический университет», 620100, Россия, Екатеринбург,
ул. Сибирский тракт, д. 37

opletaev.ekb@yandex.ru

Приведены результаты исследований, характеризующие структуру и закономерности распространения древостоев с участием лиственницы Сукачева (*Larix sukaczewii* Dyl.) в лесах Среднего Урала Свердловской обл. Установлено, что лиственничники произрастают на площади 17 146 га во всех лесничествах региона, распределение лиственничников по группам возраста неоднородное, его зависимость описывает полиномиальная линия тренда третьего порядка с величиной достоверной аппроксимации 0,9671. Определена доля молодняков, которая составила 43,1 % в общей площади лиственничников. Средневозрастные насаждения с преобладанием лиственницы произрастают на площади 4493 га (26,2 %). Отмечена низкая доля припевающихся насаждений — 6,5 %. Спелые и перестойные насаждения представлены на площади 4148 га (24,2 %). Максимального среднего запаса 268 м³/га достигают припевающиеся лиственничники. Поскольку лиственница является светолюбивой породой, то с увеличением возраста происходит естественное изреживание древостоев и снижается относительная полнота, поэтому наблюдается снижение средних запасов спелых и перестойных древостоев (248 и 197 м³/га соответственно). На характер распределения площади насаждений по группам возраста существенное влияние оказывает интенсивное лесопользование, однако положительным фактом отмечается большая доля молодняков и средневозрастных насаждений, что свидетельствует об успешности лесовосстановления лиственницы в лесорастительных условиях Среднего Урала. Сделан вывод о том, что в целях увеличения доли лиственничников в лесном фонде Среднего Урала целесообразно проводить мероприятия по уходу за лесом в горной части таежной зоны, а в равнинной ее части необходимо увеличивать долю искусственных лиственных насаждений.

Ключевые слова: *Larix sukaczewii* Dyl., лиственница, лиственничники, Средний Урал, возрастная структура, лесные насаждения, древостой

Ссылка для цитирования: Оплетаев А.С. Структура и распространение лиственничников на территории Среднего Урала // Лесной вестник / Forestry Bulletin, 2020. Т. 24. № 6. С. 5–11.
DOI: 10.18698/2542-1468-2020-6-5-11

Лиственница Сукачева (*Larix sukaczewii* Dyl.) является одной из наиболее ценных древесных пород таежной зоны, позволяющих в благоприятных для нее лесорастительных условиях формировать высокопродуктивные насаждения, однако на Среднем Урале доля лиственничников невелика и составляет всего 0,13 % общей площади лесных земель. Увеличение площади насаждений с участием лиственницы позволяет повысить продуктивность лесов Урала [1], но естественное лесовозобновление этой породы в ряде случаев затруднено и очень часто после рубки лиственничников наблюдается смена пород [2]. Для лесов Урала характерно длительное антропогенное воздействие на лесные экосистемы, связанные главным образом с заготовкой древесины для нужд промышленности, что оказывает влияние на состав, структуру и распространение лесных насаждений с участием лиственницы.

Лиственница, произрастающая на Урале, по мнению некоторых исследователей, имеет неопределенный систематический статус. Впервые этот вид был выделен Н.В. Дылисом в 1947 г. [3]. Часть авторов признают самостоятельность лиственницы Сукачева как отдельного таксона

[4–8]. Другие исследователи придерживаются этого мнения, но предполагают, что на территории Приполярного и Полярного Урала произрастает типичная лиственница Сибирская (*Larix sibirica* Ledeb.), которая образует в этих условиях верхнюю границу леса [9, 10]. Существует также противоположная точка зрения, которая указывает на существование только сибирской лиственницы [11].

Результаты геномных исследований подтверждают статистически значимую популяционную дифференциацию у евразийских видов лиственниц, которая была обнаружена среди соседних рефугиальных популяций, что вызвано ограниченным потоком генов и их длительной изоляцией. Реконструкция филогенетических взаимоотношений лиственниц сибирской и Сукачева показала явное расхождение интронных последовательностей тРНК между ними. Это расхождение достигает внутривидового уровня, что подтверждает ранее опубликованную гипотезу о таксономической изоляции *L. sukaczewii* [12]. Среди *L. sukaczewii* и *L. sibirica* наблюдаются заметные различия в составе и распределении гаплотипов наряду с высокими значениями

дифференциации популяции, что указывает на разделение на отдельные виды [13]. Но, несмотря на результаты отдельных генетических исследований, авторы отмечают, что для правильной классификации лиственниц необходима более интенсивная выборка, позволяющая обобщить данные об одном из наиболее широко распространенных родов деревьев Евразии [14, 15].

Цель работы

Целью настоящей работы является обобщение существующих данных и оценка состояния, структуры и распространения лиственничников, произрастающих на территории Среднего Урала.

Материалы и методы

Объектом изучения являются лесные насаждения с преобладанием лиственницы в составе древостоев естественного и искусственного происхождения. Модельной территорией для изучения лиственничников средней части Уральских гор была выбрана Свердловская обл., границы которой расположены в пределах, наиболее близко совпадающих с границами Среднего Урала. Анализируемый регион расположен в интервалах географических координат $55^{\circ}15' - 59^{\circ}30'$ с. ш. и $56^{\circ}30' - 62^{\circ}00'$ в. д. Уральские горы в этом районе понижаются, а их простираение изменяется с меридионального на юго-восточное. Основная часть территории занимает высотный уровень от 400 до 600 м н. у. м. Районирование лесного фонда выполнено по уточненной схеме с выделением горной и равнинной зоны в Средне-Уральском и Северо-Уральском таежных районах [16].

В основу исследований положен метод анализа повыведельной геобазы с использованием SQL-запросов для определения статистически достоверной информации с применением геоинформационной системы MapInfo [17]. Применение современных методов обработки табличных, картографических и спутниковых данных [18–20] позволяет составить тематические карты распространения лиственничников при исследовании лесных массивов на обширных территориях. Обработку материала проводили прикладными программами обработки табличных и таксационных данных.

Результаты и обсуждение

При анализе лесного фонда установлено, что лиственничники произрастают на площади 17 146 га на территории всех лесничеств региона. Распределение площади лиственничных насаждений Свердловской обл. по группам возраста является неоднородным, его зависимость описывает полиномиальная линия тренда третьего порядка с величиной достоверной аппроксимации 0,9671

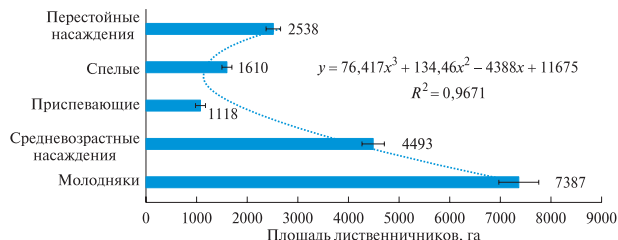


Рис. 1. Распределение лиственничников Свердловской обл. по группам возраста

Fig. 1. Distribution of larch trees in the Sverdlovsk region by age groups

Т а б л и ц а 1

Характеристика запасов лиственничников Свердловской области

Characteristics of wood stock in larch forests of the Sverdlovsk region

Характеристика	Группа возраста					Всего
	1	2	3	4	5	
Запас лиственничников, млн м ³	0,4	1,1	0,3	0,4	0,5	2,7
Доля от общего запаса лиственничников, %	14,8	40,8	11,1	14,8	18,5	100
Средний запас, м ³ /га	54	245	268	248	197	157
<i>Примечание.</i> 1 — молодняки; 2 — средневозрастные насаждения; 4 — приспевающие; 5 — спелые; 6 — перестойные насаждения.						

(рис. 1). На характер распределения площади насаждений по группам возраста существенное влияние оказывает длительное интенсивное лесопользование, однако важно отметить большую долю лиственничных молодняков, которые произрастают на площади 7387 га (43,1 %), что свидетельствует об успешности возобновления лиственницы в лесорастительных условиях Среднего Урала. Средневозрастные лиственничники произрастают на площади 4493 га (26,2 %). Особо следует подчеркнуть низкую долю приспевающих насаждений 6,5 % (1118 га). Спелые и перестойные насаждения представлены на площади 4148 га (24,2 %).

Данные о запасах лиственничников (табл. 1) свидетельствуют о достаточно высокой производительности древостоев. Биологической особенностью породы является быстрый рост в молодом возрасте, поэтому средний запас средневозрастных лиственничников составляет 245 м³/га. Максимальный средний запас лиственничников (268 м³/га) отмечается в группе возраста приспевающих насаждений. Данные о высоких запасах приспевающих насаждений согласуются с результатами исследований о характере роста лиственницы Сукачева при интродукции. По данным П.Г. Мельник и Н.Н. Карасева приспевающие

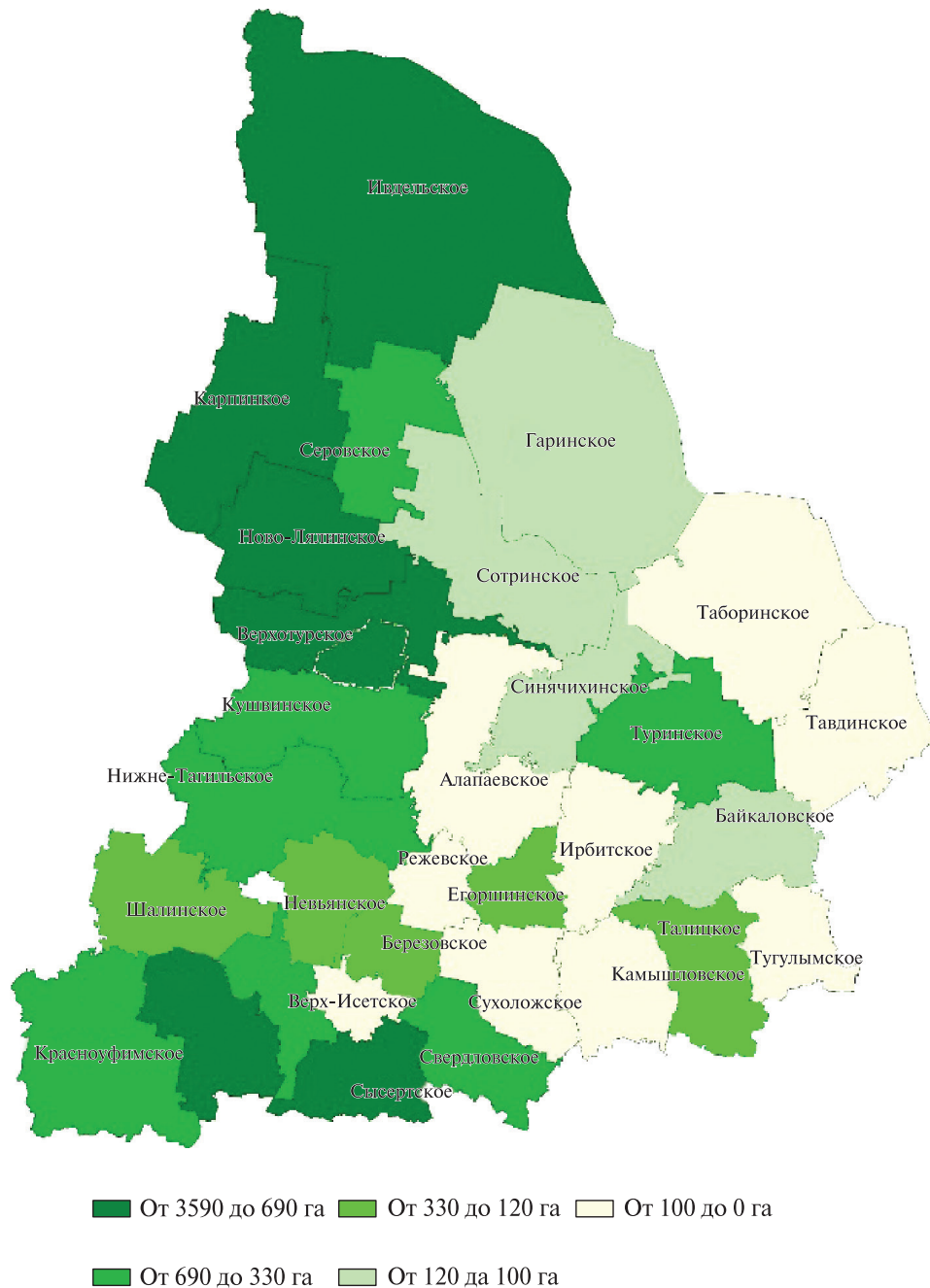


Рис. 2. Распространение лиственничников на территории Свердловской области
 Fig. 2. Distribution of larch forests in the Sverdlovsk region

искусственные насаждения *L. sukaczewii* в Московской обл. достигают запасов до 575 м³/га [21]. С увеличением возраста по причине высокой требовательности к освещенности происходит естественное изреживание древостоев, снижается относительная полнота и количество деревьев на площади в 1 га, поэтому наблюдается некоторое уменьшение запасов спелых и перестойных древостоев (248 и 197 м³/га соответственно). В качестве рекомендации отметим, что проведение рубок ухода в лиственничниках и насаждениях с высокой долей участия *L. sukaczewii*

позволяет получить ликвидную древесину уже на этапе прореживаний, поэтому проведение рубок ухода в этих насаждениях следует планировать в обязательном и первоочередном порядке.

Для изучения характера распространения лиственничников на карту Свердловской обл. были нанесены административные границы лесничеств и лесорастительных районов с последующим распределением территории по площади распространения лиственничников (рис. 2, 3). Лесничества области были подразделены на группы в зависимости от представленности лиственничников.



Рис. 3. Распределение лиственничников по лесорастительным районам

Fig. 3. The distribution of larch forests according to the forest areas

Т а б л и ц а 2

Распространение лиственничников по лесным районам Свердловской области

Distribution of larch forests in the forest areas of the Sverdlovsk region

Лесной район	Подрайон	Площадь лиственничников, га
Северо-Уральский таежный	Горный	7350
	Западно-Сибирский равнинный	1579
Средне-Уральский таежный	Горный	4754
	Западно-Сибирский равнинный	2101
	Восточно-Европейский равнинный	1362
Всего		17 146

Оценивая территориальное распространение *L. sukaczewii*, отметим, что наибольшие площади лиственничников (70,6 %) произрастают в горной части Средне-Уральского и Северо-Уральского таежных районов (табл. 2).

В равнинной части Среднего Урала лиственница Сукачева редко доминирует в составе древостоев и произрастает совместно с другими породами в виде единичной примеси. В восточной части Среднего Урала обширные пространства представлены заболоченными участками, на которых лиственница не произрастает. Однако при создании лесных культур в благоприятных лесорастительных условиях продуктивность лиственничников оценивается на высоком уровне [22–24]. В равнинных условиях Среднего Урала большую конкуренцию лиственнице оказывает бурный рост травянистой растительности или других пород лесобразователей, которые способны быстрее захватить территорию благодаря большому количеству семян или вегетативной поросли. Однако на слабозадернелых вырубках при научном содействии естественному возобновлению можно добиться успешного лесовозобновления лиственницы. Наиболее успешно лиственница возобновляется на участках с выходами горных пород, вершинах гор или всхолмлений. В юго-восточной части области лиственница успешно возобновляется на залежах плотных осадочных силикатных пород — опоках. Лесные почвы, сформированные на опоке, слабо развиты, мощность почвенного профиля не превышает 20...30 см, однако в этих экстремальных для сосны и березы условиях самосев лиственницы отмечается от 3 до 30 тыс. шт./га [25]. Для всех лесных районов Свердловской обл. характерны общая закономерность в распространении лиственничников и их приуроченность к горной части, местами с близким залеганием материнских пород на слабо развитых почвах в условиях нормального увлажнения исключая заболоченные участки.

Выводы

1. Лиственничники Среднего Урала произрастают на площади 17 146 га во всех лесничествах Свердловской области.

2. Распределение лиственничников по группам возраста является неоднородным, в структуре лиственничников преобладают молодняки (43,1 % общей площади). Средневозрастные лиственничники составляют 26,2 % анализируемых насаждений. Спелые и перестойные насаждения произрастают на площади 4148 га (24,2 %). Максимального среднего запаса 268 м³/га достигают приспевающие лиственничники, однако доля их участия составляет всего 6,5 % от анализируемых насаждений.

3. Наиболее благоприятны лесорастительные условия для произрастания лиственницы в горной части Средне-Уральского и Северо-Уральского таежных лесных районов Свердловской обл. Установлено, что в этих лесорастительных условиях произрастает 70,6 % общей площади лиственничников.

4. В равнинной части Средне-Уральского таежного района Свердловской обл. лиственница редко доминирует в составе древостоев. Естественное возобновление лиственницы испытывает сильную конкуренцию со стороны других лесообразующих пород и травянистой растительности.

5. Увеличение доли лиственничников в лесном фонде Среднего Урала целесообразно за счет мероприятий по содействию естественному лесовозобновлению и уходу за лесом в горной части таежной зоны, а в равнинной ее части следует увеличивать долю искусственных лиственничных насаждений.

Список литературы

- [1] Залесов С.В., Луганский Н.А. Повышение продуктивности сосновых лесов Урала: монография. Екатеринбург: УГЛТУ, 2002. 331 с.
- [2] Луганский Н.А., Залесов С.В., Луганский В.Н. Лесоведение. Екатеринбург: УГЛТУ, 2010. 431 с.
- [3] Дылис Н.В. Сибирская лиственница: материалы к систематике, географии и истории. М.: Изд-во Московского об-ва испытателей природы, 1947. 138 с.
- [4] Коновалов Н.А. Лиственница Сукачева на Среднем Урале // Тр. Урал. лесотехн. ин-та, 1959. Вып. 16. С. 82–230.
- [5] Горчаковский П.Л., Чикишев А.Г., Борисевич Д.В. Растительность. Урал и Приуралье. Природные условия и естественные ресурсы СССР: монография. М.: АН СССР, Институт географии, 1968. С. 211–262.
- [6] Путенихин В.П., Фарукишина Г.Г., Шигапов З.Х. Лиственница Сукачева на Урале. Изменчивость и популяционно-генетическая структура: монография. М.: Наука, 2004. 276 с.
- [7] Кулагин А.А., Зайцев Г.А. Лиственница Сукачева в экстремальных лесорастительных условиях Южного Урала. М.: Наука, 2008. 173 с.
- [8] Ирошников А.И. Лиственницы России. Биоразнообразие и селекция: монография. М.: ВНИИЛМ, 2004. 182 с.
- [9] Игошина К.Н. Лиственница на Урале: материалы по истории флоры и растительности СССР. М.: АН СССР, 1963. Вып. 4. С. 462–492.
- [10] Шиятов С.Г., Терентьев М.М., Фомин В.В., Циммерманн Н.Е. Вертикальный и горизонтальный сдвиги верхней границы редколесий и сомкнутых лесов в XX столетии на полярном Урале // Экология, 2007. № 4. С. 243–248.
- [11] Рысин Л.П. Лиственничные леса России: монография. М.: Т-во науч. изд. КМК, 2010. 343 с.
- [12] Bashalkhanov S.I., Konstantinov Y.M., Verbitskii D.S., Kobzev V.F. Reconstruction of phylogenetic relationships of larch *Larix sukaczewii* Dyl. Based on chloroplast DNA trnK intron sequences // Russian Journal of Genetics, 2003, v. 39 (10), pp. 1116–1120. <https://doi.org/10.1023/A:1026166609055>
- [13] Araki N.H.T., Khatib I.A., Hemamali K.K.G.U., Inomata N., Wang X. R., Szmidt A.E. Phylogeography of *Larix sukaczewii* Dyl. and *Larix sibirica* L. inferred from nucleotide variation of nuclear genes // Tree Genetics and Genomes, 2008, v. 4 (4), pp. 611–623. <https://doi.org/10.1007/s11295-008-0137-1>
- [14] Khatib I.A., Ishiyama H., Inomata N., Wang X.R., Szmidt A.E. Phylogeography of Eurasian *Larix* species inferred from nucleotide variation in two nuclear genes // Genes and Genetic Systems, 2008, v. 83 (1), pp. 55–66. <https://doi.org/10.1266/ggs.83.55>
- [15] Милютин Л.И. Биоразнообразие лиственниц России // Хвойные бореальной зоны, 2003. Т. 21. № 1. С. 6–9.
- [16] Годовалов Г.А., Залесов С.В., Залесова Е.С., Чермных А.И. К вопросу о необходимости уточнения перечня лесных районов Свердловской области // Леса России и хозяйство в них, 2016. № 3 (58). С. 12–19.
- [17] Чермных А.И., Оплетаяев А.С. Анализ повидельной геобазы с использованием SQL-запросов для определения статистически достоверной информации на примере ГИС MAPINFO // Леса России и хозяйство в них, 2013. № 1 (44). С. 53–54.
- [18] Усольцев В.А., Залесов С.В. Методы определения биологической продуктивности насаждений: монография. Екатеринбург: УГЛТУ, 2005. 147 с.
- [19] Bae S., Levick S.R., Heidrich L. Radar vision in the mapping of forest biodiversity from space // Nat Commun, 2019, v. 10, p. 4757. <https://doi.org/10.1038/s41467-019-12737-x>
- [20] Surový, P.; Kuželka, K. Acquisition of Forest Attributes for Decision Support at the Forest Enterprise Level Using Remote-Sensing Techniques—A Review // Forests 2019, v. 10, p. 273.
- [21] Мельник П.Г., Карасев Н.Н. Географическая изменчивость лиственницы в фазе приспевания / Вестник МГУЛ – Лесной вестник, 2012. № 1. С. 60–73.
- [22] Залесов С.В., Юровских Е.В., Белов Л.А., Магасумова А.Г., Оплетаяев А.С. Рост лиственничных древостоев на бывших пашнях // Аграрный вестник Урала, 2015. № 5 (135). С. 50–54.
- [23] Залесов С.В., Фрейберг И.А., Толкач О.В. Проблема повышения продуктивности насаждений лесостепного Зауралья // Сибирский лесной журнал, 2016. № 3. С. 84–89.
- [24] Дебков Н.М., Вадбольская Ю.Е., Покляцкий Д.А., Паршина В.В.Г. Сукцессионные процессы в южно-таежных лесах // Леса России и хозяйство в них, 2018. № 1 (64). С. 36–45.
- [25] Оплетаяев 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.

Сведения об авторе

Оплетаяев Антон Сергеевич — канд. с.-х. наук, доцент кафедры лесоводства, ФГБОУ ВО «Уральский государственный лесотехнический университет», opletaev.ekb@yandex.ru

Поступила в редакцию 17.08.2020.

Принята к публикации 04.09.2020.

STRUCTURE AND DISTRIBUTION OF LARCH FORESTS IN MIDDLE URALS

A.S. Opletaev

Ural State Forestry Engineering University, 37, Sibirskiy tract st., 620100, Yekaterinburg, Sverdlovsk reg., Russia

Opletaev.ekb@yandex.ru

The results of research describing the structure and distribution patterns of stands with larch (*Larix sukaczewii* Dyl.) in the forests of the Middle Urals of the Sverdlovsk region are presented. Larch forests grow on an area of 17,146 ha in all forest districts. The distribution of larch forests by age groups is heterogeneous, and its dependence is described by a third-order polynomial trend line with a reliable approximation value of 0,9671. The share of larch young forests of the 1st and 2nd age classes was 43,1 % of the total area of larch forests 7387 ha. Medium-aged larch forests grow on an area of 4493 ha (26,2 %). There is a low proportion of plantings (6,5 % or 1118 ha) that are older than average, but have not reached technical maturity. Forests with larch at the age of technical maturity and old-growth forests grow on an area of 4148 ha (24,2 %). The maximum average stock of larch stands (268 m³/ha) was recorded at the age of older than average, but did not reach technical maturity. Since larch is a light-loving species, natural thinning of stands occurs with increasing age and density decreases, so there is a decrease in average forest reserves at the age of technical maturity and old-growth forests (248 and 197 m³/ha, respectively). Intensive forest use has a significant impact on the distribution of the area of plantings by age groups, but a large proportion of young and middle-aged forests is noted as a positive fact, which indicates the success of larch reforestation in the forest-growing conditions of the Middle Urals. It is concluded that increasing the share of larch trees in the forest fund of the Middle Urals is advisable due to measures to care for the forest in the mountainous part of the taiga zone, and in the flat part of it is necessary to increase the share of artificial larch plantations.

Keywords: *Larix sukaczewii* Dyl., larch, larch forests, Middle Urals, forests age structure, forest, tree stands

Suggested citation: Opletaev A.S. *Struktura i rasprostranenie listvennichnikov na territorii Srednego Urala* [Structure and distribution of larch forests in Middle Urals]. *Lesnoy vestnik / Forestry Bulletin*, 2020, vol. 24, no. 6, pp. 5–11. DOI: 10.18698/2542-1468-2020-6-5-11

References

- [1] Zalesov S.V., Lugansky N.A. *Povyshenie produktivnosti sosnovykh lesov Urala* [Increasing productivity of pine forests in the Urals]. Yekaterinburg: Ural state forest engineering University, 2002, 331 p.
- [2] Lugansky N.A., Zalesov S.V., Lugansky V.N. *Lesovedenie* [Forest science]. Yekaterinburg: Ural state forest engineering University, 2010, 431 p.
- [3] Dylis N.V. *Sibirskaya listvennica: materialy k sistematike, geografii i istorii* [Siberian larch: materials for systematics, geography and history]. Moscow: Publishing house of the Moscow society of nature testers, 1947, 138 p.
- [4] Konovalov N.A. *Listvennica Sukacheva na Srednem Urale* [Larch Sukacheva in the Middle Urals]. Proceedings of Ural Forest institute, 1959, iss. 16, pp. 82–230.
- [5] Gorchakovskiy P.L., Chikishev A.G., Borisevich D.V. *Rastitelnost. Ural i Priurale. Prirodnye usloviya i estestvennye resursy SSSR* [Vegetation. Ural and Priuralie. Natural conditions and natural resources of the USSR]. Moscow: USSR academy of science. Institute of geography, 1968, pp. 211–262.
- [6] Putenikhin V.P., Farukshina G.G., Shigapov Z.H. *Listvennica Sukacheva na Urale* [Larch Sukacheva in the Urals]. Variability and population-genetic structure. Moscow: Nauka, 2004, 276 p.
- [7] Kulagin A.A., Zaitsev G.A. *Listvennica Sukacheva v ekstremalnykh lesorastitelnykh usloviyakh Yuzhnogo Urala* [Sukacheva Larch in extreme forest-growing conditions of the southern Urals]. Moscow: Nauka, 2008, 173 p.
- [8] Iroshnikov A.I. *Listvennicy Rossii. Bioraznoobrazie i selektsiya* [Larch Trees of Russia. Biodiversity and selection]. Moscow: VNIILM, 2004, 182 p.
- [9] Igoshina K.N. *Listvennica na Urale* [Larch in the Urals]. Materials on the history of flora and vegetation of the USSR. Moscow: Publishing house of the USSR Academy of Sciences, 1963, iss. 4, pp. 462–492.
- [10] Shiyatov S.G., Terentyev M.M., Fomin V.V., Zimmermann N.E. *Vertikalnyy i gorizontalnyy svigi verkhney granicy redkolesiy i somknytykh lesov v XX stoletii na polyarnom Urale* [Vertical and horizontal shifts of the upper border of woodlands and closed forests in the twentieth century in the polar Urals]. *Ekologiya* [Ecology], 2007, no. 4, pp. 243–248.
- [11] Rysin L.P. *Listvennichnye lesa Rossii* [Larch forests of Russia]. Moscow: Association of scientific publications KMK, 2010, 343 p.
- [12] Bashalkhanov S.I., Konstantinov Y.M., Verbitskii D.S., Kobzev V.F. Reconstruction of phylogenetic relationships of larch *Larix sukaczewii* Dyl. Based on chloroplast DNA trnK intron sequences. *Russian Journal of Genetics*, 2003, v. 39 (10), pp. 1116–1120. <https://doi.org/10.1023/A:1026166609055>
- [13] Araki N.H.T., Khatab I.A., Hemamali K.K.G.U., Inomata N., Wang X. R., Szmidi A.E. Phylogeography of *Larix sukaczewii* Dyl. and *Larix sibirica* L. inferred from nucleotide variation of nuclear genes. *Tree Genetics and Genomes*, 2008, v. 4 (4), pp. 611–623. <https://doi.org/10.1007/s11295-008-0137-1>
- [14] Khatab I.A., Ishiyama H., Inomata N., Wang X.R., Szmidi A.E. Phylogeography of Eurasian *Larix* species inferred from nucleotide variation in two nuclear genes. *Genes and Genetic Systems*, 2008, v. 83 (1), pp. 55–66. <https://doi.org/10.1266/ggs.83.55>
- [15] Milutin L.I. *Bioraznoobrazie listvennic Rossii* [Biodiversity of Russian larch trees]. *Hvoynie borealnoy zony* [Coniferous boreal zones], 2003, v. 21, no. 1, pp. 6–9.

- [16] Godovalov G.A., Zalesov S.V., Zalesova E.S., Chermnykh A.I. *K voprosu o neobходимosti utochneniya perechnya lesnyh rayonov Sverdlovskoy oblasti* [To the question of the need to clarify the list of forest areas of the Sverdlovsk region]. *Lesa Rossii i hozyaystvo v nih* [Russian forests and their production], 2016, no. 3 (58), pp. 12–19.
- [17] Chermnykh A.I., Opletaev A.S. *Analiz povydelnoy geobazy s ispolzovaniem SQL-zaprosov dlya opredeleniya statisticheski dostovernoy informacii na primere GIS MAPINFO* [Analysis of geobase using SQL queries to determine statistically reliable information on the example of GIS MAPINFO]. *Lesa Rossii i hozyaystvo v nih* [Russian forests and their production], 2013, no. 1 (44), pp. 53–54.
- [18] Usoltsev V.A., Zalesov S.V. *Metody opredeleniya biologicheskoy produktivnosti nasazhdeniy* [Methods for determining the biological productivity of plantings]. Yekaterinburg: USFEU, 2005, 147 p.
- [19] Bae S., Levick S.R., Heidrich L. Radar vision in the mapping of forest biodiversity from space. *Nat Commun*, 2019, v. 10, p. 4757. <https://doi.org/10.1038/s41467-019-12737-x>
- [20] Surový, P.; Kuželka, K. Acquisition of Forest Attributes for Decision Support at the Forest Enterprise Level Using Remote-Sensing Techniques—A Review. *Forests* 2019, v. 10, p. 273.
- [21] Melnik P.G., Karasev N.N. *Geograficheskaya izmenchivost' listvennicy v faze prispevaniya* [Geographical variability of larch in the phase of ripening]. *Moscow state forest university bulletin – Lesnoy vestnik*, 2012, no. 1, pp. 60–73.
- [22] Zalesov S.V., Yurovskikh E.V., Belov L.A., Magasumova A.G., Opletaev A.S. *Rost listvennichnyh drevostoev na byvshih pashnyah* [Growth of larch stands on former arable land]. *Agrarian Bulletin of the Urals*, 2015, no. 5 (135), pp. 50–54.
- [23] Zalesov S.V., Freyberg I.A., Tolkach O.V. *Problema povysheniya produktivnosti nasazhdeniy lesostepnogo Zaural'ya* [The Problem of increasing productivity of plantings of forest-steppe Trans-Urals]. *Siberian forest journal*, 2016, no. 3, pp. 84–89.
- [24] Debkov N.M., Vadboldskaya Yu.E., Poklyatsky D.A., Parshina V.V.G. *Sukcessionnyye processy v yuzhno-taezhnyh lesah* [Successional processes in the southern taiga forests]. *Lesa Rossii i hozyaystvo v nih* [Russian forests and their production], 2018, no. 1 (64), pp. 36–45.
- [25] Opletaev A.S., Sharova U.C. *Lesovozobnovlenie listvennicy Sukacheva posle sploshnyh rubok na plotnyh silikatnyh pochvoobrazuyushchih porodah na Urale* [Reforestation of Sukachev larch after continuous logging on dense silicate soil-forming rocks in the Urals]. *Lesa Rossii i hozyaystvo v nih* [Russian forests and their production], 2015, no. 2 (53), pp. 54–59.

Author's information

Opletaev Anton Sergeevich — Cand. Sci. (Agriculture), Associate Professor of the Forestry Chair of the Ural State Forest Engineering University, opletaev.ekb@yandex.ru

Received 17.08.2020.

Accepted for publication 04.09.2020.