

## ВЛИЯНИЕ ГУСТОТЫ ПОСАДКИ НА УСТОЙЧИВОСТЬ ИСКУССТВЕННЫХ СОСНОВЫХ НАСАЖДЕНИЙ

Е.С. Залесова<sup>1</sup>, Е.М. Ананьев<sup>1</sup>, А.Е. Осипенко<sup>1</sup>, Д.А. Шубин<sup>1</sup>, Г.Г. Терехов<sup>2</sup>

<sup>1</sup>ФГБОУ ВО «Уральский государственный лесотехнический университет», 620100, г. Екатеринбург, ул. Сибирский тракт, д. 37

<sup>2</sup>ФГБУН Ботанический сад УрО РАН, 620144, г. Екатеринбург, ул. 8 марта, д. 202 А

kaly88@mail.ru

Искусственный способ лесовосстановления является одним из наиболее эффективных. Важно иметь объективные данные об исходной густоте посадки лесных культур. Увеличение густоты посадки сокращает количество агротехнических уходов и обеспечивает ускоренный перевод лесных культур в покрытую лесной растительностью площадь. Однако при этом возникает необходимость в проведении более ранних рубок ухода. Исследования, выполненные в Южно-Уральском лесостепном районе, показали, что искусственные 33-летние насаждения сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.), созданные 2-летними сеянцами с густотой посадки от 2,0 до 8,0 тыс. шт./га, характеризуются хорошим санитарным состоянием. Текущий отпад по густоте не превышает 5 %. При этом в отпад переходят наиболее тонкие, необратимо угнетенные экземпляры. Значения комплексных оценочных показателей (КОП) по вариантам опыта варьируются от 6,59 до 11,21 см/см<sup>2</sup>, что свидетельствует о высокой устойчивости исследуемых древостоев. В целях повышения пожароустойчивости исследуемых сосняков рекомендуется проведение рубок ухода.

**Ключевые слова:** искусственные насаждения, лесные культуры, сосна обыкновенная (*Pinus sylvestris* L.), приживаемость, сохранность, санитарное состояние, коэффициент напряженности роста

**Ссылка для цитирования:** Залесова Е.С., Ананьев Е.М., Осипенко А.Е., Шубин Д.А., Терехов Г.Г. Влияние густоты посадки на устойчивость искусственных сосновых насаждений // Лесной вестник / Forestry Bulletin, 2019. Т. 23. № 1. С. 22–27. DOI: 10.18698/2542-1468-2019-1-22-27

Одним из способов эффективного лесовосстановления и лесоразведения является искусственный. Если в лесах таежной зоны, где потенциальные возможности естественного лесовосстановления достаточно велики, можно использовать искусственное лесовосстановление в ограниченных объемах, то в лесостепной и степной зонах искусственное лесовосстановление является доминирующим [1–3]. Преимущества искусственного лесовосстановления заключаются в более высокой производительности искусственных насаждений по сравнению с естественными при произрастании в близких лесорастительных условиях [4, 5], возможности формирования высокопродуктивных устойчивых насаждений на рекультивированных землях [6, 7], а также на землях, загрязненных промышленными поллютантами [8] и радионуклидами [9, 10]. Не случайно учеными и практиками уделяется повышенное внимание созданию искусственных насаждений, особенно в аридных условиях [11, 12].

В то же время, несмотря на опыт многих десятилетий, имеются вопросы по созданию и выращиванию искусственных насаждений, которые остаются нерешенными. Так, в частности, нет единого мнения об исходной густоте создаваемых лесных культур. Если ранее при создании искусственных насаждений в аридных условиях предпочтение отдавалось созданию загущенных лесных культур [13], то в настоящее время реко-

мендуется снижение густоты до 2,0 тыс. шт./га при использовании, в том числе сеянцев с закрытой корневой системой [14].

Преимуществом создания редких лесных культур является сокращение количества посадочного материала и быстрое выполнение работ по посадке лесных культур. В то же время редкие лесные культуры нуждаются в длительном проведении агротехнических уходов, исключают быстрый перевод участков в покрытую лесной растительностью площадь, требуют дополнений в большей степени, чем густые лесные культуры, страдают от биотических факторов и нередко из-за низкой густоты формируют низкоплотные насаждения и редины. Попытка найти оптимальную густоту посадки предопределила направление наших исследований.

### Цель работы

Целью работы являлось установление оптимальной густоты посадки лесных культур сосны обыкновенной в условиях Южно-Уральского лесостепного района.

### Материалы и методы

Объектом исследований служили 33-летние искусственные сосняки, созданные 31 год назад посадкой 2-летних сеянцев в дно плужных борозд, проложенных плугом ПКЛ-70. Расстояние между бороздами 2,5 м. Лесные культуры были

Т а б л и ц а 1

**Таксационные показатели опытных лесных культур  
разной густоты спустя 6 лет после посадки**

Taxation figures of experimental forest crops of different density 6 years after planting

Густота посадки, тыс. шт./га	Шаг посадки, см	Средняя высота, м	Средний прирост по высоте за 6-й год, см	Средняя протяженность кроны вдоль ряда, см	Средняя протяженность кроны поперек ряда, см	Сохранность лесных культур, %
2,0	200	101	23,6	40,0	38,3	75,4
3,0	130	126	30,5	46,9	45,7	76,2
4,0	100	110	22,5	43,4	43,8	86,3
5,0	90	116	28,1	45,4	47,0	89,1
6,0	80	124	28,3	43,3	49,4	90,9
7,0	65	115	29,2	41,2	51,4	91,3
8,0	50	130	32,9	40,9	51,2	91,1

созданы на не раскорчеванной вырубке, образовавшейся после проведения сплошнолесосечной рубки в производном березняке. Площадь вырубки 7,0 га. Она представляла собой прямоугольник, вытянутый длинной стороной с севера на юг, размером 700 × 100 м. Посадка лесных культур производилась вручную под меч Колесова. Почва на участке была описана как фрагментарная темно-серая.

В процессе создания лесных культур был заложен научный эксперимент, включающий 7 вариантов опыта. За счет различного шага посадки густота создаваемых лесных культур варьировалась от 2,0 до 8,0 тыс. шт./га. Другими словами, были созданы участки лесных культур сосны обыкновенной с густотой посадки: 2,0; 3,0; 4,0; 5,0; 6,0; 7,0 и 8,0 тыс. шт./га.

После посадки в лесных культурах по мере необходимости проводились агротехнические уходы.

При анализе эффективности создания лесных культур разной густоты проводились исследования в соответствии с общепринятыми в лесной таксации и лесоводстве методиками [15]. Дополнительно у всех деревьев определялась категория санитарного состояния [16], а у древостоев по всем вариантам опыта устанавливалось значение комплексного оценочного показателя согласно апробированным методикам [17–19].

## Результаты и обсуждение

Выполненные исследования показали, что густота посадки оказывает существенное влияние на период смыкания крон лесных культур. Так при густоте посадки 8,0 тыс. шт./га лесные культуры сомкнулись уже через 3 года. При густоте посадки 7 тыс. шт./га смыкание крон зафиксировано через 4 года после посадки, при густоте 6 тыс. шт./га — через 5 лет, а при густоте 5 тыс. шт./га — через 6 лет после посадки.

Спустя 6 лет после посадки опытные лесные культуры характеризовались следующими таксационными показателями (табл. 1).

Материалы табл. 1 свидетельствуют, что максимальной сохранностью характеризуются лесные культуры с густотой посадки 7,0 тыс. шт./га. При этом если в варианте с густотой посадки 2,0 тыс. шт./га через 6 лет сохранилось 1,5 тыс. шт./га высаженных семян (сохранность 75,4%), то в варианте с густотой посадки 8,0 тыс. шт./га — 7,3 тыс. шт./га (сохранность 91,1 %).

Ошибки указанных в табл. 1 средних значений по высоте колеблются в пределах 3,1–2,1 см, по приросту в высоту за 6-й после посадки год — 0,8–0,2 см, по протяженности кроны вдоль ряда — 1,6–1,1 см, по протяженности кроны поперек ряда — 3,2–1,8 см. Различия средних значений по вариантам опыта достоверны с вероятностью 0,65.

Обследования, выполненные спустя 23 года после посадки лесных культур, показали, что максимальной сохранностью характеризуются варианты с густотой посадки 5,0 и 6,0 тыс. шт./га (табл. 2).

С.И. Исаков с соавторами, исследуя искусственные сосновые насаждения ленточных боров Прииртышья, использовали следующие оптимальные значения КОП: в древостоях

Т а б л и ц а 2

**Таксационные показатели опытных культур  
сосны обыкновенной через 23 года после  
посадки по вариантам опыта**

Taxation indicators of experimental cultures of Scots pine  
23 years after planting according to experiment options

Густота посадки, тыс. шт./га	Средние значения		Сохранность, %	КОП, см/см <sup>2</sup>
	Высота, м	Диаметр, см		
2,0	11,0	10,0	74	14,1
3,0	11,5	11,2	72	11,7
4,0	10,0	11,0	74	10,5
5,0	9,5	12,7	83	7,5
6,0	10,0	12,6	81	8,1
7,0	10,4	12,0	76	9,2
8,0	10,8	11,8	73	9,9

до 20 лет — 15–25 см/см<sup>2</sup>; 20–30 лет — 10–18 см/см<sup>2</sup>; 40–70 лет — 5–8 см/см<sup>2</sup> и старше 100 лет — 2–3 см/см<sup>2</sup> [20]. Указанные значения свидетельствуют, что с увеличением возраста значения оптимальных показателей КОП уменьшается. Если учесть, что по вариантам опыта минимальными значениями КОП характеризуются искусственные насаждения с густотой посадки 5,0 и 6,0 тыс. шт./га, то можно сделать вывод, что именно эти насаждения являются наиболее устойчивыми в 25-летнем биологическом возрасте.

С увеличением возраста искусственных насаждений их таксационные показатели меняются (табл. 3).

Материалы табл. 3 свидетельствуют, что насаждения всех вариантов опыта характеризуются близкими к оптимальным значениям КОП. При этом лучшей сохранностью характеризуется вариант с густотой посадки 5,0 тыс. шт./га. О хорошем санитарном состоянии искусственных сосновых насаждений спустя 31 год после посадки свидетельствует также распределение деревьев по категориям санитарного состояния (табл. 4).

Т а б л и ц а 3

**Таксационные показатели опытных лесных культур сосны обыкновенной через 31 год после посадки по вариантам опыта**  
Taxation indicators of test Scots pine trees in 31 years after planting according to experiment options

Густота посадки, тыс. шт./га	Средние значения		Сохранность, %	КОП, см/см <sup>2</sup>
	Высота, м	Диаметр, см		
2,0	12,0	13,0	71	9,0
3,0	12,5	14,9	71	7,2
4,0	11,0	14,6	61	6,6
5,0	11,2	13,5	80	7,8
6,0	13,4	13,4	78	9,5
7,0	13,4	12,7	70	10,6
8,0	13,8	12,5	71	11,2

Т а б л и ц а 4

**Распределение деревьев в 31-летних опытных лесных культурах по категориям санитарного состояния**  
Distribution of trees in 31-year old forest plantations by categories of sanitary condition

Густота посадки, тыс. шт./га	Категория санитарного состояния, %					
	I	II	III	IV	V	VI
2,0	81	11	4	0	1	3
3,0	87	7	1	0	1	4
4,0	83	8	3	1	1	4
5,0	83	9	2	1	3	2
6,0	78	7	7	0	3	5
7,0	71	14	5	2	2	6
8,0	72	10	6	3	2	7

Общеизвестно, что деревья IV и V категории санитарного состояния составляют текущий отпад. Материалы табл. 4 свидетельствуют, что текущий отпад по густоте не превышает 5 %. При этом в отпад переходят наиболее тонкие угнетенные деревья, т. е. наблюдается обычное естественное изреживание. Наличие старого сухостоя в количестве 2–7 % по густоте объясняется отсутствием в опытных культурах рубок ухода. В то же время следует отметить, что отпад более интенсивно протекает в лесных культурах с густотой посадки более 5,0 тыс. шт./га.

## Выводы

1. Искусственные сосновые насаждения в Южно-Уральском лесостепном районе характеризуются высокими показателями производительности и устойчивости.

2. Создание лесных культур сосны обыкновенной, после проведения сплошнолесосечных рубок в производных березняках, позволяет обеспечить переформирование последних в коренные хвойные насаждения.

3. Увеличение густоты посадки позволяет сократить количество агротехнических уходов и обеспечивает ускорение перевода участков в покрывную лесной растительностью площадь.

4. Наличие отпада вызывает необходимость проведения рубок ухода, направленных на регулирование густоты.

5. Учитывая высокие показатели производительности и устойчивости опытных лесных культур, следует рекомендовать продолжение исследований на опытном объекте.

## Список литературы

- [1] Фрейберг И.А., Залесов С.В., Толкач О.В. Опыт создания искусственных насаждений в лесостепи Зауралья. Екатеринбург: УГЛТУ, 2012. 178 с.
- [2] Искусственное лесоразведение вокруг г. Астаны / С.В. Залесов, Б.О. Азбаев, А.В. Данчева, А.Н. Рахимжанов, М.Р. Ражанов, Ж.О. Суюндиков // Современные проблемы науки и образования, 2014. № 4. URL: <http://www.Science-education.ru/118-13438> (дата обращения 01.09.2017).
- [3] Надземная фитомасса искусственных березовых насаждений в санитарно-защитной зоне г. Астаны / С.В. Залесов, Л.А. Белов, Е.С. Залесова, А.С. Оплетев, Ж.О. Суюндиков // Аграрный вестник Урала, 2014. № 9 (127). С. 68–71.
- [4] Залесов С.В., Лобанов А.Н., Луганский Н.А. Рост и продуктивность сосняков искусственного и естественного происхождения. Екатеринбург: УГЛТУ, 2002. 112 с.
- [5] Залесов С.В., Оплетев А.С., Залесова Е.С., Бунькова Н.П. Производительность искусственных насаждений в северолесостепном лесорастительном округе Свердловской области // Вестник Алтайского государственного аграрного университета, 2015. № 11 (133). С. 63–70.
- [6] Формирование искусственных насаждений на золоотвале Рефтинской ГРЭС / С.В. Залесов, Е.С. Залесова, А.А. Зверев, А.С. Оплетев, А.А. Терин // Известия вузов. Лесной журнал, 2013. № 2. С. 66–73.

- [7] Залесов С.В., Оплетаев А.С., Терин А.А. Формирование искусственных насаждений сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.) на рекультивированном золоотвале // Аграрный вестник Урала, 2016. № 8 (150). С. 14–23.
- [8] Юсупов И.А., Луганский Н.А., Залесов С.В. Состояние искусственных сосновых молодняков в условиях агропромвыбросов. Екатеринбург: УГЛТА, 1999. 182 с.
- [9] Залесов С.В., Ужгин Ю.В. Рост искусственных сосновых насаждений в районе Восточно-Уральского радиоактивного следа // Аграрный вестник Урала, 2014. № 8 (126). С. 46–49.
- [10] Залесов С.В., Ужгин Ю.В., Залесова Е.С. Искусственное лесовосстановление на территориях, загрязненных радионуклидами // Современные проблемы науки и образования, 2014. № 2. URL: <http://www.Science-education.ru/116-12329> (дата обращения 30.08.2018).
- [11] Залесов С.В., Толкач О.В., Фрейберг И.А., Черноусова Н.Ф. Опыт создания лесных культур на солонцах хорошей лесопригодности // Экология и промышленность России, 2017. Т. 21. № 9. С. 42–47.
- [12] Залесов С.В., Фрейберг И.А., Толкач О.В. Проблема повышения продуктивности насаждений лесостепного Зауралья // Сибирский лесной журнал, 2016. № 3. С. 84–89.
- [13] Рекомендации по лесовосстановлению и лесоразведению / В.Н. Данилик, Р.П. Исаева, Г.Г. Терехов, И.А. Фрейберг, С.В. Залесов, В.Н. Луганский, Н.А. Луганский. Екатеринбург: УГЛТА, 2001. 117 с.
- [14] Опыт выращивания посадочного материала с закрытой корневой системой в Алтайском крае / Е.М. Ананьев, С.В. Залесов, Н.А. Луганский, Д.А. Шубин, А.Е. Осипенко // Аграрный вестник Урала, 2017. № 8 (162). С. 4–10.
- [15] Залесов С.В., Зотеева Е.А., Магасумова А.Г., Швалева Н.П. Основы фитомониторинга. Екатеринбург: УГЛТУ, 2007. 76 с.
- [16] Данчева А.В., Залесов С.В. Экологический мониторинг лесных насаждений рекреационного назначения. Екатеринбург: УГЛТУ, 2015. 152 с.
- [17] Данчева А.В., Залесов С.В. Использование комплексного оценочного показателя при оценке состояния сосняков Государственного лесного природного резервата «Се-мей орманы» // Известия СПбЛТА, 2016. № 215. С. 41–54.
- [18] Данчева А.В., Залесов С.В. Использование комплексного оценочного показателя для оценки состояния рекреационных сосняков ГНПП «Бурабай» // Бюллетень науки и практики, 2016. № 3. С. 46–55.
- [19] Данчева А.В., Залесов С.В. Использование комплексного оценочного показателя в оценке состояния рекреационных сосняков Баянаульского ГНПП // Вестник Алтайского государственного аграрного университета, 2016. № 7 (141). С. 51–61.
- [20] Исаков С.И., Жорабекова Ж.Т., Елемесов М.М. Современное состояние искусственных сосновых насаждений в ленточных борах Прииртышья // Международная научно-практическая конференция «Развитие «зеленой экономики» и сохранение биологического разнообразия», Щучинск, Колледж экологии и лесного хозяйства, 8–9 октября 2013 г. Щучинск: [б.и.], 2013. С. 117–123.

## Сведения об авторах

**Залесова Евгения Сергеевна** — канд. с.-х. наук, доцент ФГБОУ ВО «Уральский государственный лесотехнический университет», [kaly88@mail.ru](mailto:kaly88@mail.ru)

**Ананьев Егор Михайлович** — аспирант ФГБОУ ВО «Уральский государственный лесотехнический университет», [lesnoe\\_000@mail.ru](mailto:lesnoe_000@mail.ru)

**Осипенко Алексей Евгеньевич** — аспирант ФГБОУ ВО «Уральский государственный лесотехнический университет», [osipenko\\_alexey@mail.ru](mailto:osipenko_alexey@mail.ru)

**Шубин Денис Андреевич** — канд. с.-х. наук, исполнительный директор ООО «Бобровский лесокомбинат», [bobrovka@altailes.com](mailto:bobrovka@altailes.com)

**Терехов Геннадий Григорьевич** — д-р с.-х. наук, профессор ФГБУ науки «Ботанический сад» УрО РАН, [common@botgard.uran.ru](mailto:common@botgard.uran.ru)

Поступила в редакцию 03.10.2018.

Принята к публикации 19.11.2018.

## PLANTING DENSITY EFFECT ON ARTIFICIAL PINE STANDS STABILITY

E.S. Zalesova<sup>1</sup>, E.M. Ananiev<sup>1</sup>, A.E. Osipenko<sup>1</sup>, D.A. Shubin<sup>1</sup>, G.G. Terekhov<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Ural State Forest Engineering University, 37, Sibirskiy Trakt st., 620100, Ekaterinburg, Russia

<sup>2</sup>Botanic garden of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences, 202A, 8 Marta st., 620144, Ekaterinburg, Russia

kaly88@mail.ru

Artificial reforestation is one of the most effective. However, creation and cultivation of lightly productive stable artificial plantings is connected with significant difficulties. Of special importance is to possess objective data as concerns their initial density of forest cultures planting. As for the problem there is no single opinion among scientists and practical workers. Planting density increases results in the number of agrotechnic careing (maintaining) and ensure speeding up turning of forest cultures into area covered by forest vegetation, however, in such case there arises necessity to carry out much earlier improvement cutting. The research carried out in the South-Ural forest steppe region has shown that artificial 33 aged common pine plantings (*Pinus sylvestris* L.) formed from 2-year old seedlings under planting density from 2.0 to 8.0 th. p/ha are characterized by good sanitary state. The current mortality as concerns depth does not exceed 5 %. The most thin and irreversible oppressed specimens undergone attrition. The values of complex indices for appraisal in accordance with testing variants are varied from 6.59 to 11/21 sm/sm<sup>2</sup> that testifies to high stability of forest stands investigated. To perfect fire stability of investigated forest stands it is recommended to carry out improvement cutting.

**Keywords:** artificial plantings, forest cultures, common pine (*Pinus sylvestris* L.), capacity for survival, conservation of forest plantings, sanitary state, coefficient of growth tension

**Suggested citation:** Zalesova E.S., Ananiev E.M., Osipenko A.E., Shubin D.A., Terekhov G.G. *Vliyaniye gustomoty posadki na ustoychivost' iskusstvennykh sosnovykh nasazhdeniy* [Planting density effect on artificial pine stands stability]. *Lesnoy vestnik / Forestry Bulletin*, 2019, vol. 23, no. 1, pp. 22–27. DOI: 10.18698/2542-1468-2019-1-22-27

### References

- [1] Freyberg I.A., Zalesov S.V., Tolkach O.V. *Opyt sozdaniya iskusstvennykh nasazhdeniy v lesostepi Zaural'ya* [Experience of creation of artificial plantations in the forest-steppe of Zauralye]. Ekaterinburg: USTU, 2012, 178 p.
- [2] Zalesov S.V., Azbaev B.O., Dancheva A.V., Rakhimzhanov A.N., Razhanov M.R., Suyundikov Zh.O. *Iskusstvennoe lesorazvedenie vokrug g. Astany* [Artificial afforestation around Astana]. *Sovremennyye problemy nauki i obrazovaniya* [Modern problems of science and education], 2014, no. 4. URL: www Science-education. EN / 118-13438 (accessed 01.03.2017).
- [3] Zalesov S.V., Belov L.A., Zalesova E.S., Opletaev A.S., Suyundikov Zh.O. *Nadzemnaya fitomassa iskusstvennykh berezovykh nasazhdeniy v sanitarno-zashchitnoy zone g. Astany* [Aboveground phytomass of artificial birch stands in the sanitary-protective zone of Astana]. *Agrarnyy vestnik Urals* [Agrarian Bulletin of the Urals], 2014, no. 9 (127), pp. 68–71.
- [4] Zalesov S.V., Lobanov A.N., Luganskiy N.A. *Rost i produktivnost' sosnyakov iskusstvennogo i estestvennogo proiskhozhdeniya* [Growth and productivity of pine stands of artificial and natural origin]. Ekaterinburg: USTU, 2002, 112 p.
- [5] Zalesov S.V., Opletaev A.S., Zalesova E.S., Bun'kova N.P. *Proizvoditel'nost' iskusstvennykh nasazhdeniy v severolesostepnom lesorastitel'nom okruge Sverdlovskoy oblasti* [Productivity of artificial plantations in severoistocen forest district of the Sverdlovsk region] // *Vestnik Altayskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta* [Bulletin of Altai state agrarian University], 2015, no. 11 (133), pp. 63–70.
- [6] Zalesov S.V., Zalesova E.S., Zverev A.A., Opletaev A.S., Terin A.A. *Formirovaniye iskusstvennykh nasazhdeniy na zolootvale Reftinskoy GRES* [The formation of artificial plantations in the ash Reftinskaya GRES]. *Izvestiya vuzov. Lesnoy zhurnal* [Bulletin of higher educational institutions. Lesnoy Zhurnal], 2013, no. 2, pp. 66–73.
- [7] Zalesov S.V., Opletaev A.S., Terin A.A. *Formirovaniye iskusstvennykh nasazhdeniy sosny obyknovennoy (Pinus sylvestris L.) na rekul'tivirovannom zolootvale* [Formation of artificial plantations of pine (*Pinus sylvestris* L.) on reclaimed ash disposal area]. *Agrarnyy vestnik Urals* [Agrarian Bulletin of the Urals], 2016, no. 8 (150), pp. 14–23.
- [8] Yusupov I.A., Luganskiy N.A., Zalesov S.V. *Sostoyaniye iskusstvennykh sosnovykh molodnyakov v usloviyakh aeropromy-brossov* [State of artificial pine young stands in terms of Agroprombiznes]. Ekaterinburg: UGLTA, 1999, 182 p.
- [9] Zalesov S.V., Uzhigin Yu.V. *Rost iskusstvennykh sosnovykh nasazhdeniy v rayone Vostochno-Ural'skogo radioaktivnogo sleda* [Huggin the Growth of artificial pine plantations in the area of East-Ural radioactive trace]. *Agrarnyy vestnik Urals* [Agrarian Bulletin of the Urals], 2014, no. 8 (126), pp. 46–49.
- [10] Zalesov S.V., Uzhigin Yu.V., Zalesova E.S. *Iskusstvennoe lesovosstanovleniye na territoriyakh, zagryaznennykh radionuklidami* [Artificial reforestation on the areas contaminated with radionuclides]. *Sovremennyye problemy nauki i obrazovaniya* [Modern problems of science and education], 2014, no. 2. URL: www Science-education. EN / 116-12329 (accessed 30.08.2018).
- [11] Zalesov S.V., Tolkach O.V., Freyberg I.A., Chernousova N.F. *Opyt sozdaniya lesnykh kul'tur na solontsakh khoroshey lesoprigodnosti* [The experience of creating forest-based cultures in solontsi good mesoprosodes]. *Ekologiya i promyshlennost' Rossii* [Ecology and industry of Russia], 2017, t. 21, no. 9, pp. 42–47.
- [12] Zalesov S.V., Freyberg I.A., Tolkach O.V. *Problema povysheniya produktivnosti nasazhdeniy lesostepnogo Zaural'ya* [The Problem of increasing productive activity spaces of the forest-steppe TRANS-Urals]. *Sibirskiy lesnoy zhurnal* [Siberian journal of forest], 2016, no. 3, pp. 84–89.
- [13] Danilik V.N., Isaeva R.P., Terekhov G.G., Freyberg I.A., Zalesov S.V., Luganskiy V.N., Luganskiy N.A. *Rekomendatsii po lesovosstanovleniyu i lesorazvedeniyu* [Recommendations for reforestation and afforestation]. Ekaterinburg: UGLTA, 2001, 117 p.
- [14] Anan'ev E.M., Zalesov S.V., Luganskiy N.A., Shubin D.A., Osipenko A.E. *Opyt vyrashchivaniya posadochnogo materiala s zakrytoy kornevoy sistemoy v Altayskom krae* [Experience of growing plating stock with root-balled tree system on the territory of Altai kra]. *Agrarnyy vestnik Urals* [Agrarian Bulletin of the Urals], 2017, no. 8 (162), pp. 4–10.

- [15] Zalesov S.V., Zoteeva E.A., Magasumova A.G., Shvaleva N.P. *Osnovy fitomonitoringa* [The basics of forest monitoring]. Ekaterinburg: UGLTU, 2007, 76 p.
- [16] Dancheva A.V., Zalesov S.V. *Ekologicheskiy monitoring lesnykh nasazhdeniy rekreatsionnogo naznacheniya* [Ecological monitoring of forest vegetation re-creation purposes]. Ekaterinburg: UGLTU, 2015, 152 p.
- [17] Dancheva A.V., Zalesov S.V. *Ispol'zovanie kompleksnogo otsenochного pokazatelya pri otsenke sostoyaniya sosnyakov Gosudarstvennogo lesnogo prirodnogo rezervata «Se-mey ormany»* [Integrated evaluation of indicators of La in the assessment of pine forests of the State forest natural reserve «Lo-Mei ormany»]. *Izvestiya SPbLTA* [News of the Saint Petersburg State Forest Technical Academy], 2016, no. 215, pp. 41–54.
- [18] Dancheva A.V., Zalesov S.V. *Ispol'zovanie kompleksnogo otsenochного pokazatelya dlya otsenki sostoyaniya rekreatsionnykh sosnyakov GNPP «Burabay»* [The Use of comprehensive assessment measures La to assess the status of the recreational pine forests of SNNP «Burabay»]. *Byulleten' nauki i praktiki* [Bulletin of science and practice], 2016, no. 3, pp. 46–55.
- [19] Dancheva A.V., Zalesov S.V. *Ispol'zovanie kompleksnogo otsenochного pokazatelya v otsenke sostoyaniya rekreatsionnykh sosnyakov Bayanaul'skogo GNPP* [Integrated evaluation of indicators of La in the assessment of the recreational pine forests Bayanaul GNPP]. *Vestnik Altayskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta* [Bulletin of the Altaysky state agrarian University], 2016, no. 7 (141), pp. 51–61.
- [20] Iskakov S.I., Zhorabekova Zh.T., Elemenov M.M. *Sovremennoe sostoyanie iskusstvennykh sosnovykh nasazhdeniy v lentochnykh borakh Priirtysh'ya* [Sovremennoe the state of artificial pine plantations in the belt forests of Irtysh region]. *Mezhdunarodnaya nauchno-prakticheskaya konferentsiya «Razvitie «zelenoy ekonomiki» i sokhranenie biologicheskogo raznoobraziya, Shchuchinsk, Kollidzh ekologii i lesnogo khozyaystva, 8–9 oktyabrya 2013 g.* [International scientific-practical conference «Development of «green economy» and preservation of biological diversity (Shchuchinsk, 8–9 October 2013)]. Shchuchinsk, 2013, pp. 117–123.

## Authors' information

**Zalesova Evgeniya Sergeevna** — Cand. Sci. (Agriculture), Associated Professor of the Ural State Forest Engineering University (USFEU), kaly88@mail.ru

**Anan'ev Egor Mikhailovich** — pg., Ural State Forest Engineering University (USFEU), lesnoe\_ooo@mail.ru

**Osipenko Aleksey Evgen'evich** — pg., Ural State Forest Engineering University (USFEU), osipenko\_alexey@mail.ru

**Shubin Denis Andreyevich** — Cand. Sci. (Agriculture), The Ural state forest engineering university, bobrovka@altailes.com

**Terekhov Gennadiy Grigor'yevich** — Dr. Sci. (Agriculture), Senior Scientific Worker, FGBU science «Botanic garden» of the Ural Branch of the Russian academy of sciences, terekhov\_g\_g@mail.ru

Received 03.10.2018.

Accepted for publication 19.11.2018.