

Н.Н. Бессчетнова, В.П. Бессчетнов, А.Н. Орнатский, И.П. Коваленко

СОЗДАНИЕ ЛЕСНЫХ КУЛЬТУР СОСНЫ ОБЫКНОВЕННОЙ ПОСЕВОМ СЕМЯН В НИЖЕГОРОДСКОЙ ОБЛАСТИ

Введение. Стратегия развития лесного комплекса Российской Федерации на период до 2030 года определила поступательный переход к инновационным формам ведения хозяйства, основанным на принципах рационального, непрерывного и неистощительного использования лесов. Во многом решение связанных с этим задач лежит в плоскости лесовосстановления и лесоразведения, в рамках реализации которых задано существенное повышение темпов и расширение масштабов проводимых мероприятий. В первую очередь это имеет отношение к главным лесообразующим породам, в числе которых бесспорный приоритет принадлежит сосне обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.) [Правдин, 1964; 1967; Бессчетнова и др., 2014а; Бессчетнова, 2015; 2016]. Занимая обширные площади в Нижегородской области, она неизменно выступает объектом всестороннего изучения [Бессчетнов и др., 2012; 2013; Бессчетнова и др., 2014б; 2015; 2017а]. Повышение эффективности её искусственного лесовосстановления и лесоразведения может быть достигнуто путем дальнейшего совершенствования технологической платформы лесных культур, увеличения в их составе доли селекционного материала. Вместе с тем вынуждены констатировать, что в последние годы объемы подобных работ в нашем регионе невелики, научные исследования в указанном направлении фрагментарны и не носят системного характера. Как следствие, публикаций по данной тематике еще недостаточно.

Цель исследования – на основе сравнительной оценки таксационных показателей определить эффективность создания в Нижегородской области лесных культур сосны обыкновенной посевом семян.

Материалы и методика исследований. Объекты исследования – участки лесных культур сосны обыкновенной, созданные посевом нормальных семян (2015 год) и посадкой стандартных двухлетних сеянцев (2017 год). Они расположены в Борском районном лесничестве Нижегородской области с координатами: 56°21'29.2"N, 44°4'29.3"E и абсолютной высотой – 78 м. По лесорастительному районированию эта территория отнесена к зоне хвойно-широколиственных лесов, хвойно-широколиственному лес-

ному району Европейской части Российской Федерации (3 лесорастительный район). Тип лесорастительных условий на опытных участках соответствовал категории В₂, тип леса до вырубки – сосняк майниково-брусничный, являющийся наиболее распространенным в указанном лесничестве. Агротехника создания лесных культур одинаковая – обработка почвы бороздами двухотвальным плугом ПКЛ-70. Посадка под меч Колесова с размещением посадочных мест 3,5×0,75 м при их количестве 3809 шт./га. Посев вручную с нормой 0,2 г на 1 м посевной строки или 0,571 кг/га. На каждой из обследованных площадей проведены однотипные агротехнические уходы в течение первых трех лет – механизированная обработка в ряду культиватором КЛБ-1,7 с кратностью 3, 2, 1 и однократное окашивание междурядий. Приживаемость лесных культур составила от 94 до 100%, сохранность – 88–92%.

Согласно принципу единственного логического различия сравнивали только одновозрастные (по биологическому возрасту) объекты. Такой подход обеспечил элиминацию влияний хронографического фактора на формирование морфологических различий между исследуемыми растениями. Всего было заложено 10 пробных площадей, на участках с ровным рельефом, однотипными почвами и одинаковыми лесорастительными условиями, что исключало влияние пространственного фактора на формирование общего фона фенотипической дисперсии. Пробные площади закладывали согласно действующим инструктивно-нормативным материалам. В процессе натурного обследования полевыми методами таксации на каждой из них при сплошном перечеке проведено биометрирование 200 растений по следующим таксационным показателям: высота, расстояние до первого живого сучка, диаметр кроны в направлении С-Ю и В-З – мерной рейкой с точностью до 1 см; диаметр ствола у шейки корня в двух направлениях – электронным штангенциркулем (Electronic Digital Caliper – G06064731) с точностью до 0,1 мм. Итоговое количество учетных деревьев составило 2000 шт., а общий объем базы данных в анализе – 20000 единиц. Наряду с признаками непосредственного учета и фиксации тестировали производные признаки. Они обеспечивают получение значений тех характеристик исследуемых объектов, которые недоступны для контактного учета и измерений, а также позволяют получить количественное выражение всевозможных качественных показателей [Бессчетнова и др., 2017б; 2019; 2020; 2021; Кулькова, 2018а, б; 2021; Улитин и др., 2020]. Их активно привлекают для проведения самых разных лесоводственных и биологических исследований как у нас в стране [Бессчетнов и др., 2018а, б; Ершов и др., 2017; 2018; Есичев и др., 2021а, б; Кулькова и др., 2018а, б; Бабаев и др.,

2021], так и за её пределами [Al Afas et al., 2007; Casella et al., 2007; Noll et al., 2010; Venomar et al., 2015; Dumais et al., 2014]. Обработка лесоводственной информации с проведением статистического и дисперсионного анализа выполнена по общепринятым отечественным [Никитин и др., 1978; Доспехов, 1985; Гатаулин, 1992; Бондаренко и др., 2016] и зарубежным [Mason et al., 2003; Mead et al., 2003; Srinagesh, 2005; Hinkelmann et al., 2008; Zar, 2014; Dean, 2017] рекомендациям.

Результаты исследования. Параметры надземной части растений в культурах, созданных посевом нормальных семян и посадкой стандартных сеянцев, заметно различались (рис. 1–4). Лесные культуры посевом по высоте превосходили результат, достигнутый в культурах посадкой (рис. 1). Их усредненные по пяти соответствующим пробным площадям значения достигли $107,46 \pm 0,99$ см (посев) и $93,95 \pm 0,85$ см (посадка). Такое соотношение оценок сформировало превышение первых над вторыми на 13,51 см или в 1,14 раза. Абсолютные величины различались еще больше: на 187 см или в 5,35 раза.

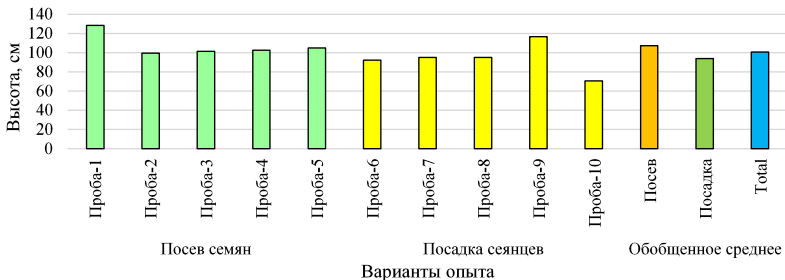


Рис. 1. Средняя высота растений в лесных культурах, созданных посевом семян (пробы 1–5) и посадкой сеянцев (пробы 6–10)

Fig. 1. Average height of plants in forest crops created by sowing seeds (samples 1–5) and planting seedlings (samples 6–10)

При этом обобщенное для всего массива данных значение (Total) составило $100,70 \pm 0,67$ см. Однако по другим таксационным показателям преимущество культур посевом не сохранилось и диаметр ствола у корневой шейки имел некоторое превосходство в лесных культурах, созданных посадкой сеянцев (рис. 2). Сопоставление обобщенных значений дало следующий результат: $20,98 \pm 0,27$ мм (посев) и $21,59 \pm 0,20$ мм (посадка). По данному показателю превышение оценок культур посадкой над оценками культур посевом оказалось на 10,30 мм или в 1,63 раза. Соотношение лимии-

тов было еще более контрастным: на 16,5 мм или в 5,88 раза. Обобщенное значение (Total), рассчитанное по 2000 первичным единицам выборки, составило $21,29 \pm 0,17$ мм. Протяженность его бессучковой зоны служит одной из важных технических характеристик ствола.

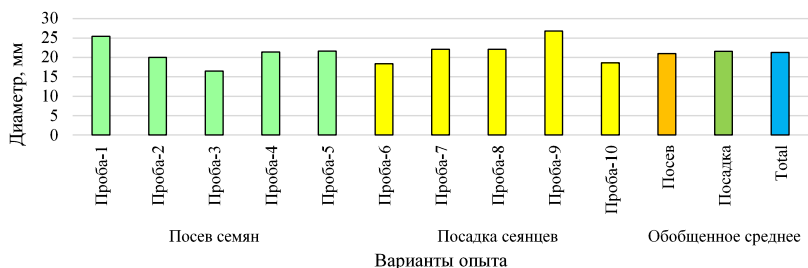


Рис. 2. Средний диаметр шейки корня в лесных культурах, созданных посевом семян (пробы 1–5) и посадкой сеянцев (пробы 6–10)

Fig. 2. The average diameter of the root neck in forest crops created by sowing seeds (samples 1–5) and planting seedlings (samples 6–10)

Достигнув сопоставимых оценок высоты и диаметра, сравниваемые между собой культуры посевом и посадкой достаточно контрастно различались в указанном плане (рис. 3). Превосходство культур посевом в сопоставлении обобщенных по пяти соответствующим пробным площадям значений по данному показателю было очевидным: $26,12 \pm 0,36$ см (посев) и $18,23 \pm 0,34$ см (посадка), и превышение достигло 7,90 см или в 1,43 раза.

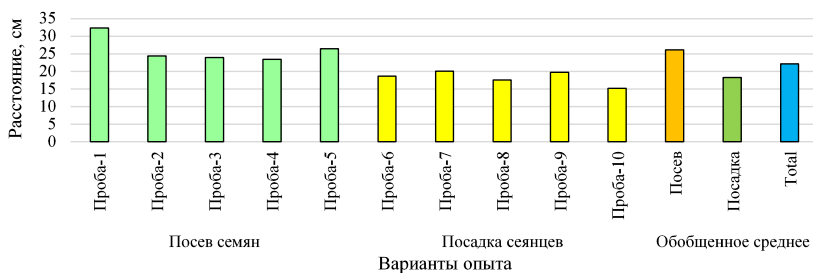


Рис. 3. Протяженность бессучковой части ствола в лесных культурах, созданных посевом семян (пробы 1–5) и посадкой сеянцев (пробы 6–10)

Fig. 3. The length of the seedless part of the trunk in forest crops created by sowing seeds (samples 1–5) and planting seedlings (samples 6–10)

Предложенный Г.Н. Высоцким индекс напряженности роста [Высоцкий, 1962], представляющий собой отношение высоты дерева к площади поперечного сечения ствола, рассматривается как один из информативных признаков биологического состояния древесных растений, адекватно отражающий сохранение ими в онтогенезе своих пропорций и способность осуществлять транспорт физиологических растворов от корней к кроне. В этом плане сравниваемые участки лесных культур также имели значительные расхождения в своих характеристиках (см. рис. 4).

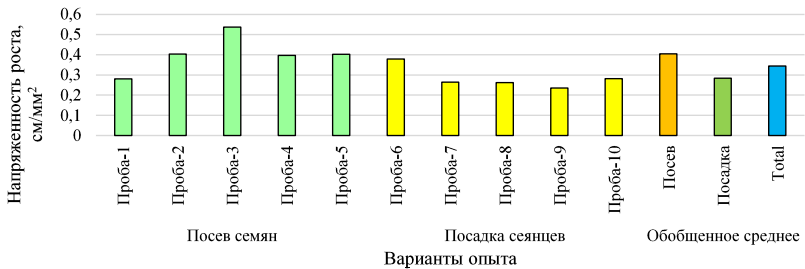


Рис. 4. Индекс напряженности роста деревьев в лесных культурах, созданных посевом семян (пробы 1–5) и посадкой сеянцев (пробы 6–10)

Fig. 4. Index of tree growth intensity in forest crops created by sowing seeds (samples 1–5) and planting seedlings (samples 6–10)

Средние по каждому из методов создания лесных культур значения составили: $0,40 \pm 0,01$ см/мм² (посев) и $0,28 \pm 0,003$ см/мм² (посадка). Полученные оценки образовали соответствующее им превышение на $0,30$ см/мм² или в 2,28 раза. Обобщенное для всего массива данных значение составило $0,23 \pm 0,01$ см/мм² при абсолютном диапазоне $4,94$ см/мм². Полученный статистический материал надежен, что подтверждено расчетными величинами *t*-критериев Стьюдента и показателем точности опыта, которые соответствовали установленным пределам на 5-процентном и 1-процентном уровне значимости.

Однофакторный дисперсионный анализ (табл. 1) обнаружил существенность различий в таксационных показателях растений на участках лесных культур, созданных посевом семян и посадкой стандартных сеянцев. По целому ряду таксационных показателей (признаки 1, 5–10) факт наличия существенных различий подтвержден величинами критериев Фишера, расчетные значения которых превысили допустимые пределы как на 5-процентном, так и на 1-процентном уровнях значимости. По среднему

диаметру у шейки корня (признак 2), коэффициент асимметрии ствола (признак 3) и площадь поперечного сечения ствола у шейки корня (признак 4) факт наличия существенных различий не получил подтверждения, (табл. 1). Такой результат данного этапа дисперсионного анализа позволил продолжить его выполнение в отношении признаков с подтвержденной существенностью различий и вычислить для них величину влияния разницы в технологиях производства лесных культур.

Таблица 1

Существенность различий в таксационных показателях между лесными культурами сосны, созданных посевом и посадкой^{1,2}

The significance of differences in taxation indicators between pine forest crops created by sowing and planting^{1,2}

Признаки	F _{оп}	Доля влияния фактора (h ² ± s _h ²)				Критерии различий	
		по Плухинскому		по Снедекору			
		h ²	± s _h ²	h ²	± s _h ²	HCP ₀₅	D ₀₅
Признак 1	108,17	0,0514	0,0005	0,0968	0,0005	2,547	2,572
Признак 2	3,40	0,0017	0,0005	0,0024	0,0005	0,652	0,659
Признак 3	0,43	0,0002	0,0005	-	-	-	-
Признак 4	0,11	0,0001	0,0005	-	-	-	-
Признак 5	247,89	0,1104	0,0004	0,1980	0,0004	0,983	0,993
Признак 6	6,90	0,0034	0,0005	0,0059	0,0005	1,553	1,569
Признак 7	30,09	0,0148	0,0005	0,0283	0,0005	0,023	0,023
Признак 8	467,77	0,1897	0,0004	0,3182	0,0003	0,090	0,091
Признак 9	478,65	0,1933	0,0004	0,3232	0,0003	0,004	0,004
Признак 10	146,77	0,0684	0,0005	0,1272	0,0004	0,019	0,020

¹ Показатели: F_{оп} – опытный критерий Фишера (F_{05/01} = 3.84/6.64); h² – доля влияния фактора; ± sh² – ошибка доли влияния организованного фактора; HCP₀₅ – наименьшая существенная разность; D₀₅ – критерий Тьюки.

² Признаки: 1 – высота ствола; 2 – средний диаметр корневой шейки; 3 – коэффициент асимметрии ствола; 4 – площадь поперечного сечения ствола у шейки корня; 5 – протяженность бессучковой зоны ствола; 6 – средний диаметр кроны; 7 – коэффициент асимметрии кроны; 8 – отношение высоты ствола к диаметру; 9 – сбег ствола; 10 – индекс напряженности роста; число единиц выборки по каждому признаку в комплексе – 2000.

По высоте ствола (признак 1) влияние различий между технологиями на формирование общего фона фенотипической изменчивости невелико, но вполне достоверно: $5,14 \pm 0,05\%$. Намного выше такие оценки отмечены по расстоянию до живого сучка (признак 3): $11,04 \pm 0,04\%$. Максимальные значения были сформированы по отношению высоты ствола к его диаметру (признак 8) и по сбегу ствола (признак 9): $18,97 \pm 0,04\%$ и $19,33 \pm 0,04\%$ соответственно. Минимум величин при их статистической значимости зафиксирован по среднему диаметру кроны (признак 6) и коэффициенту асимметрии кроны (признак 7): $0,34 \pm 0,05\%$ и $1,48 \pm 0,05\%$ соответственно. Критерии существенности различий (HCP_{05} и D_{05}) обозначили рубеж, преодолев который оценки фактической разности между объектами лесокультурной деятельности могут быть признаны существенными. Величина остаточной дисперсии, присутствие которой традиционно рассматривают как проявление ненаправленного влияния внешних условий (неорганизованный фактор), по всем показателям была весьма заметной. Вычисления по алгоритмам Плохинского и Снедекора дали вполне сопоставимый результат, при этом, в последнем случае он был несколько выше, что позволило признать существенными на 5-процентном уровне значимости различия по диаметру корневой шейки.

Двухфакторный дисперсионный анализ обследованных участков (табл. 2) позволил детализировать оценку раздельного влияния на формирование общего фона изменчивости признаков таких организованных факторов как метод создания лесных культур (посев, посадка) и повторности опыта (неизбежные различия в лесорастительных условиях).

Таблица 2

Двухфакторный дисперсионный анализ таксационных показателей лесных культур сосны, созданных посевом и посадкой^{1,2}

Two-way ANOVA of taxation indicators of pine forest crops created by sowing and planting^{1,2}

Фактор влияния, источник дисперсии	Критерий Фишера, $F_{оп}$	Доля влияния фактора ($h^2 \pm s_h^2$)			
		по Плохинскому		по Снедекору	
		h^2	$\pm s_h^2$	h^2	$\pm s_h^2$
Высота ствола (Признак 1)					
Методы (А)	133,86	0,0514	0,0005	0,0832	0,0005
Повторности (В)	52,84	0,0811	0,0018	0,0812	0,0018
Взаимодействие (АВ)	67,82	0,1041	0,0018	0,2093	0,0016
Остаток (Z)	—	0,7635	0,2365	0,6263	0,3737

Продолжение табл. 2

Фактор влияния, источник дисперсии	Критерий Фишера $F_{оп}$	Доля влияния фактора ($h^2 \pm s_h^2$)			
		по Плохинскому		по Снедекору	
		h^2	$\pm s_h^2$	h^2	$\pm s_h^2$
Средний диаметр ствола у шейки корня (Признак 2)					
Методы (А)	4,03	0,0017	0,0005	0,0022	0,0005
Повторности (В)	29,07	0,0490	0,0019	0,0503	0,0019
Взаимодействие (АВ)	65,68	0,1107	0,0018	0,2316	0,0015
Остаток (Z)	–	0,8386	0,1614	0,7160	0,2840
Коэффициент асимметрии ствола (Признак 3)					
Методы (А)	0,43	0,0002	0,0005	–	–
Повторности (В)	0,43	0,0009	0,0020	–	–
Взаимодействие (АВ)	0,43	0,0009	0,0020	–	–
Остаток (Z)	–	0,9980	0,0020	–	–
Площадь поперечного сечения ствола (Признак 4)					
Методы (А)	0,13	0,0001	0,0005	–	–
Повторности (В)	23,95	0,0427	0,0019	0,0461	0,0019
Взаимодействие (АВ)	38,81	0,0693	0,0019	0,1518	0,0017
Остаток (Z)	–	0,8879	0,1121	0,8029	0,1971
Расстояние до первого живого сучка (Признак 5)					
Методы (А)	261,25	0,1104	0,0004	0,1906	0,0004
Повторности (В)	12,71	0,0215	0,0020	0,0214	0,0020
Взаимодействие (АВ)	16,21	0,0274	0,0020	0,0557	0,0019
Остаток (Z)	–	0,8408	0,1592	0,7323	0,2677
Средний диаметр кроны (Признак 6)					
Методы (А)	7,75	0,0034	0,0005	0,0053	0,0005
Повторности (В)	16,90	0,0300	0,0019	0,0312	0,0019
Взаимодействие (АВ)	46,49	0,0826	0,0018	0,1785	0,0017
Остаток (Z)	–	0,8839	0,1161	0,7850	0,2150
Коэффициент асимметрии кроны (Признак 7)					
Методы (А)	31,14	0,0148	0,0005	0,0275	0,0005
Повторности (В)	9,23	0,0176	0,0020	0,0188	0,0020
Взаимодействие (АВ)	10,26	0,0196	0,0020	0,0422	0,0019
Остаток (Z)	–	0,9480	0,0520	0,9116	0,0884

Окончание табл. 2

Фактор влияния, источник дисперсии	Критерий Фишера $F_{оп}$	Доля влияния фактора ($h^2 \pm s_{h^2}$)			
		по Плохинскому		по Снедекору	
		h^2	$\pm s_{h^2}$	h^2	$\pm s_{h^2}$
Отношение высоты к диаметру ствола (Признак 8)					
Методы (А)	566,93	0,1897	0,0004	0,2859	0,0004
Повторности (В)	47,22	0,0632	0,0019	0,0584	0,0019
Взаимодействие (АВ)	60,65	0,0812	0,0018	0,1507	0,0017
Остаток (Z)	–	0,6659	0,3341	0,5051	0,4949
Сбег ствола (Признак 9)					
Методы (А)	593,29	0,1933	0,0004	0,2908	0,0004
Повторности (В)	62,43	0,0814	0,0018	0,0754	0,0019
Взаимодействие (АВ)	59,20	0,0771	0,0019	0,1429	0,0017
Остаток (Z)	–	0,6482	0,3518	0,4909	0,5091
Индекс напряженности роста (Признак 10)					
Методы (А)	161,19	0,0684	0,0005	0,1157	0,0004
Повторности (В)	9,51	0,0162	0,0020	0,0154	0,0020
Взаимодействие (АВ)	41,57	0,0706	0,0019	0,1465	0,0017
Остаток (Z)	–	0,8448	0,1552	0,7224	0,2776

¹ Факторы влияния: **А** – организованный фактор, действие которого связано с различиями в методах создания лесных культур; **В** – организованный фактор, действие которого связано с различиями между повторностями опыта (пробные площади); **АВ** – эффект взаимодействия организованных факторов **А** и **В**; **Z** – неорганизованный фактор или остаточная дисперсия, соответствующая внутригрупповой (случайной) изменчивости, индуцируемой пестротой фона не учитываемых в опыте факторов среды.

² Обозначения: $F_{оп}$ – опытное значение критерия Фишера; F_{05} – табличное значение критерия Фишера на 5-процентном уровне значимости ($F_{05A} = 3,87$; $F_{05B} = 2,63$; $F_{05AB} = 2,63$); h^2 – доля влияния организованного фактора; $\pm s_{h^2}$ – ошибка доли влияния организованного фактора; F_{h^2} – критерий достоверности доли влияния организованного фактора; число первичных единиц выборки по каждому признаку в комплексе – 2000.

Удается констатировать, что эффективность большинства организованных факторов по подавляющему числу анализируемых признаков подтверждена (см. табл. 2). Это следует из того, что за исключением коэффициент асимметрии ствола у шейки корня по всем факторам и площади поперечного сечения ствола по фактору **А**, все остальные признаки продемонстрировали превышение опытными F-критериями соответствующих им предельных табличных значений по всем организованным факторам

дисперсионного комплекса. Полученный на данном этапе выполнения двухфакторного дисперсионного анализа материал уверенно опровергает нулевую гипотезу о неспособности организованных факторов (фактор **A** и фактор **B**), включая эффект их взаимодействия (фактор **AB**), вызывать возникновение существенных различий в исследуемой совокупности объектов.

Данное обстоятельство, в свою очередь, позволило продолжить проведение дисперсионного анализа в отношении оценки доли влияния каждого из организованных факторов и эффекта их взаимодействия. Из сказанного следует, что влияние различий в методах создания лесных культур (фактор **A**), соответствующее различному биологическому потенциалу растений, использованных в рассматриваемых лесных культурах (посевом семян или посадкой сеянцев), который определяет успешность приживаемости на лесокультурной площади, рост и последующее развитие в ранней фазе их онтогенеза, оказывают существенное влияние на формирование фенотипических различий между особями семенного происхождения. Однако действие этого фактора при подтвержденной достоверности эффекта невелико и никогда не доминирует. Так, наибольшие оценки его влияния были зафиксированы по характеристикам формы ствола и показателям сбалансированного развития древесных растений: отношению высоты к диаметру ($18,97 \pm 0,04\%$) и сбегу ($19,33 \pm 0,04\%$). По расстоянию до первого живого сучка, характеризующему протяженность живой части кроны и очищаемость ствола от сучьев, доля такого влияния составила $11,04 \pm 0,04\%$. По основным таксационным показателям его влияние, хотя и заметно, но менее значимо: высота ствола – $5,14 \pm 0,05\%$; средний диаметр ствола у шейки корня – $0,17 \pm 0,05\%$. Слабое достоверное влияние данный фактор оказал на средний диаметр кроны – $0,34 \pm 0,05\%$. Весьма стабильными показателями, не зависящими от применяемого метода создания лесных культур и, как следствие, не оказавшими существенного влияния на формирование различий между ними, выступили коэффициент асимметрии ствола у шейки корня ($0,02 \pm 0,05\%$) и площадь поперечного сечения ствола ($0,01 \pm 0,05\%$). Это минимумы зафиксированного влияния указанного фактора, которые к тому же не подтвердили достоверность своих значений.

Принадлежность к повторности (фактор **B**) в большинстве случаев анализа (9 из 10) индуцировала существенные различия между группировками (между показателями на разных пробных площадях) на 5-процентном уровне значимости, которые по своим масштабам в ряде случаев превосходили эффект различий между методами создания лесных культур (фактор **A**). В частности, по ключевым таксационным показателям, характери-

зующим общее состояние лесных культур, его влияние статистически значимо, но также невелико: высота ствола – $8,11 \pm 0,18\%$; средний диаметр ствола у шейки корня – $4,90 \pm 0,19\%$. Столь же заметно такое влияние на формирование значений отношения высоты к диаметру ствола ($6,32 \pm 0,19\%$) и сбega ствола ($8,14 \pm 0,18\%$). Минимальная оценка ($0,09 \pm 0,20\%$) зафиксирована по коэффициенту асимметрии ствола при её недостоверных значениях ($F_h^2 = 0,433$).

Эффект взаимодействия организованных факторов (фактор **AB**) чаще оказывался достоверным и принимал еще большие значения, практически всегда выше эффекта, вызываемого повторностями опыта (фактор **B**), но меньше эффекта различий в методах лесных культур (фактор **A**). В частности, по высоте ствола он составил $10,41 \pm 0,18\%$ и по среднему диаметру ствола у шейки корня – $11,07 \pm 0,18\%$. Сопоставимые величины зафиксированы по отношению высоты к диаметру ствола ($8,12 \pm 0,18\%$) и по сбегу ствола ($7,71 \pm 0,19\%$). По параметрам кроны влияние эффекта взаимодействия фактора **A** и фактора **B**, при его подтвержденной достоверности, даже превышало эффект, создаваемый только фактором **B**. Например, по среднему диаметру кроны – $8,26 \pm 0,18\%$ и коэффициенту её асимметрии – $1,96 \pm 0,20\%$. Рассматриваемые оценки по коэффициенту асимметрии ствола ($0,09 \pm 0,20\%$) минимальны и при недостоверных значениях ($F_h^2 = 0,433$), соответствуют таким же оценкам по фактору **B**.

Влияние неорганизованных факторов (фактор **Z**), как правило, преобладает. При этом заметно, что разные таксационные характеристики деревьев сосны обыкновенной в составе лесных культур, созданных и посевом семян, и посадкой сеянцев, неодинаково восприимчивы к воздействию комплекса факторов среды. Оценки остаточной дисперсии, возникающей под их влиянием, весьма неравнозначны и приобретают величину: от 66,59% (отношение высоты к диаметру ствола) и 64,82% (сбег ствола) до 94,80% (коэффициент асимметрии кроны) и даже 99,80% (коэффициент асимметрии ствола).

Выводы

1. Создание лесных культур сосны обыкновенной методом посева нормальных семян в левобережной части Нижегородской области вполне эффективно. Созданные этим методом лесные культуры не уступают по своим оценкам роста и развития лесным культурам, созданным стандартными сеянцами, а по ряду таксационных показателей, таких как высота растений и очищаемость ствола от сучьев, превосходят их.

2. Полученный материал свидетельствует о хорошей приживаемости лесных культур сосны обыкновенной, созданных в Нижегородской области как методом посева, так и методом посадки, о достаточной устойчивости и высоких темпах их развития и указывает на соответствие применяемых технологий лесокультурного производства сложившимся в регионе почвенно-климатическим условиям. В целом, это подтверждает целесообразность и перспективность проведения мероприятий по искусственному лесовосстановлению разными методами.

3. Таксационные показатели растений в составе исследованных лесных культур динамичны, а их изменчивость при сопоставимости оценок в культурах, созданных посевом и посадкой, преимущественно соответствует среднему уровню. При этом асимметрия ствола не выражена, что привело к стабильности оценок и, как следствие, к уменьшению изменчивости до низкого и даже очень низкого уровня, а также нивелировало различия между культурами, созданными посевом и посадкой, настолько, что сделало разность между ними несущественной.

4. Различия в эффективности сравниваемых между собой методов создания лесных культур сосны обыкновенной (метод посева и метод посадки) по большей части анализируемых признаков существенны, что подтверждено результатами однофакторного и двухфакторного дисперсионного анализа. Вместе с тем, была зафиксирована значительная зависимость характеристик ствола и кроны от влияния внешних факторов.

Библиографический список

Бабаев Р.Н., Бессчетнова Н.Н., Бессчетнов В.П. Лигнификация ксилемы разных видов березы при интродукции в условиях Нижегородской области // Известия Санкт-Петербургской лесотехнической академии. 2021. Вып. 235. С. 40–56. DOI: 10.21266/2079-4304.2021.235.40-56

Бессчетнов В.П., Бессчетнова Н.Н. Образование и лигнификация ксилемы плюсовых деревьев сосны обыкновенной // ИВУЗ. Лесной журнал. 2013. № 2/32. С. 45–52.

Бессчетнов В.П., Бессчетнова Н.Н. Селекционная оценка плюсовых деревьев сосны обыкновенной методами многомерного анализа // ИВУЗ. Лесной журнал. 2012. № 2/326. С. 58–64.

Бессчетнов В.П., Бессчетнова Н.Н., Есичев А.О. Оценка физиологического состояния представителей рода лиственница (*Larix Mill.*) в условиях Нижегородской области // ИВУЗ. Лесной журнал. 2018а. № 1. С. 9–17. DOI: 10.17238/issn0536-1036.2018.1.9

Бессчетнов П.В., Бессчетнова Н.Н. Корреляция параметров листового аппарата тополей в условиях городских посадок // Вестник Казанского государственного аграрного университета. 2018б. № 1 (48). С. 5–10.

Бессчетнова Н.Н. Сосна обыкновенная (*Pinus sylvestris* L.). Репродуктивный потенциал плюсовых деревьев. Нижний Новгород: Нижегородская ГСХА, 2015. 586 с.

Бессчетнова Н.Н. Сосна обыкновенная (*Pinus sylvestris* L.). Эффективность отбора плюсовых деревьев. Нижний Новгород: Нижегородская ГСХА, 2016. 464 с.

Бессчетнова Н.Н., Бессчетнов В.П. Изменчивость морфометрических признаков хвои на клоновой плантации плюсовых деревьев сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.) // Вавиловский журнал генетики и селекции. 2017а. Т. 21, № 2. С. 198–206. DOI: 10.18699/VJ17.237

Бессчетнова Н.Н., Бессчетнов В.П. Оценка генотипического несходства плюсовых деревьев сосны обыкновенной по выходу семян из шишек // Известия Санкт-Петербургской лесотехнической академии. 2014б. Вып. 209. С. 16–30.

Бессчетнова Н.Н., Бессчетнов В.П. Сосна обыкновенная (*Pinus sylvestris* L.). Морфометрия и физиология хвои плюсовых деревьев. Нижний Новгород: Нижегородская ГСХА, 2014а. 368 с.

Бессчетнова Н.Н., Бессчетнов В.П., Бессчетнов П.В. Содержание и баланс запасных веществ в тканях побегов тополей в Нижегородском Поволжье // Известия Санкт-Петербургской лесотехнической академии. 2020. Вып. 232. С. 92–104. DOI: 10.21266/2079-4304.2020.232.92-104

Бессчетнова Н.Н., Бессчетнов В.П., Еришов П.В. Генотипическая обусловленность пигментного состава хвои плюсовых деревьев ели европейской // ИВУЗ. Лесной журнал. 2019. № 1. С. 63–76. DOI: 10.17238/issn0536-1036.2019.1.63

Бессчетнова Н.Н., Бессчетнов В.П., Кулькова А.В., Мишукова И.В. Содержание крахмала в тканях побегов разных видов ели (*Picea A. Dietr.*) в условиях интродукции // ИВУЗ. Лесной журнал. 2017б. № 4. С. 57–68. DOI: 10.17238/issn0536-1036.2017.4.57

Бессчетнова Н.Н., Бессчетнов В.П., Щербаков А.Ю. Пигментный состав хвои ели европейской (*Picea abies*) в географических культурах // Хвойные бореальной зоны. 2021. Т. XXXIX, № 3. С. 161–166.

Бондаренко А.С., Жигунов А.В. Статистическая обработка материалов лесоводственных исследований. СПб.: Изд-во Политехн. ун-та, 2016. 125 с.

Высоцкий К.К. Закономерности строения смешанных древостоев. М.: Гослесбумиздат, 1962. 178 с.

Гатаулин А.М. Система прикладных статистико-математических методов обработки экспериментальных данных в сельском хозяйстве. В 2 ч. Ч. 2. М.: Изд-во МСХА, 1992. 192 с.

Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). – 5-е изд., доп. и перераб. М.: Агропромиздат, 1985. 351 с.

Еришов П.В., Бессчетнова Н.Н., Бессчетнов В.П. Многомерная оценка плюсовых деревьев ели европейской (*Picea abies*) по пигментному составу хвои // Известия Санкт-Петербургской лесотехнической академии. 2018. Вып. 233. С. 78–99.

Еришов П.В., Бессчетнова Н.Н., Бессчетнов В.П. Пигментный состав хвои плюсовых деревьев ели европейской // Хвойные бореальной зоны. 2017. Т. XXXVI, № 3-4. С. 29–37.

Есичев А.О., Бессчетнова Н.Н., Бессчетнов В.П. Видоспецифичность пигментного состава хвои представителей рода лиственница // Хвойные бореальной зоны. 2021б. Т. XXXIX, № 4. С. 313–321.

Есичев А.О., Бессчетнова Н.Н., Бессчетнов В.П. Наследственная обусловленность пигментного состава хвои представителей рода лиственница // Лесной вестник / Forestry bulletin. 2021а. Т. 25, № 5. С. 5–13. DOI: 10.18698/2542-1468-2021-5-5-13

Кулькова А.В., Бессчетнова Н.Н., Бессчетнов В.П. Многопараметрическая оценка таксономической близости видов ели (*Picea A. Dietr.*) по пигментному составу хвои // Вестник Поволжского государственного технологического университета. Серия: Лес. Экология. Природопользование. 2018а. № 1(37). С. 5–18.

Кулькова А.В., Бессчетнова Н.Н., Бессчетнов В.П. Многопараметрический анализ в оценке видоспецифичности представителей рода ель (*Picea*) // ИВУЗ. Лесной журнал. 2018б. № 6. С. 23–38. DOI: 10.17238/issn0536-1036.2018.6.23

Кулькова А.В., Бессчетнова Н.Н., Бессчетнов В.П. Сезонные изменения пигментного состава хвои представителей рода ель в Нижегородской области // Известия Санкт-Петербургской лесотехнической академии. 2021. Вып. 235. С. 22–39. DOI: 10.21266/2079-4304.2021.235.22-39

Никитин К.Е., Швиденко А.З. Методы и техника обработки лесоводственной информации. М.: Лесная промышленность, 1978. 272 с.

Правдин Л.Ф. Направление и содержание работ по изучению природного разнообразия древесных пород и их значение для лесной селекции // Лесоведение. 1967. № 3. С. 3–16.

Правдин Л.Ф. Сосна обыкновенная. Изменчивость, внутривидовая систематика и селекция. М.: Наука, 1964. 190 с.

Улитин М.М., Бессчетнов В.П. Сравнительная оценка таксационных показателей лесных культур лиственницы сибирской (*Larix sibirica*) при интродукции в Нижегородской области // ИВУЗ. Лесной журнал. 2020. № 6. С. 33–41. DOI: 10.37482/0536-1036-2020-6-33-41

Al Afas N., Marrona N., Ceulemans R. Variability in *Populus* leaf anatomy and morphology in relation to canopy position, biomass production, and varietal taxon // Annals of Forest Science. 2007. Vol. 64, nu. 4. P. 521–532. DOI: 10.1051/forest:2007029

Benomar L., Lamhamedi M.S., Villeneuve I., Rainville A., Beaulieu J., Bousquet J., Margolis H.A. Fine-scale geographic variation in photosynthetic-related traits of *Picea glauca* seedlings indicates local adaptation to climate // *Tree Physiology*. 2015. Vol. 35, iss. 8. P. 864–878.

Casella E., Sinoquet H. Botanical determinants of foliage clumping and light interception in two-year-old coppice poplar canopies: assessment from 3-D plant mock-ups // *Annals of Forest Science*. 2007. Vol. 64, nu. 4. P. 395–404. DOI: 10.1051/forest:2007016

Dean A., Voss D., Draguljić D. Design and Analysis of Experiments (Springer Texts in Statistics) 2nd Edition, Kindle Edition. Heidelberg, Germany: Springer-Verlag GmbH, 2017. 865 p.

Dumais D., Prévost M. Physiology and growth of advance *Picea rubens* and *Abies balsamea* regeneration following different canopy openings // *Tree Physiology*. 2014. Vol. 34, iss. 2. P. 194–204. DOI: 10.1093/treephys/tpt114

Hinkelmann K., Kempthorne O. Design and Analysis of Experiments. Vol. 1: Introduction to Experimental. 2nd edition. Hoboken, New Jersey (Printed in the USA): Wiley-Interscience, Wiley Series in Probability and Statistics, 2008. 631 p.

Mason R.L., Gunst R.F., Hess J.L. Statistical Design and Analysis of Experiments: With Applications to Engineering and Science. 2nd. Edition. Hoboken, New Jersey (Printed in the USA): Wiley-Interscience, Wiley Series in Probability and Statistics, 2003. 752 p.

Mead R., Curnow R.N., Hasted A.M. Statistical Methods in Agriculture and Experimental Biology. 3rd ed. New York: Chapman and Hall/CRC, 2003. 488 p.

Noll F., Lyons C.K. A novel method for manually falling trees // *The Forestry Chronicle*. 2010. Vol. 86, no. 5. P. 608–613. DOI: 10.5558/tfc86608-5

Srinagesh K. The Principles of Experimental Research. Waltham, Massachusetts (United States): Butterworth-Heinemann, 2005. 432 p.

Zar J.H. Biostatistical Analysis: Fifth Edition. Edinburg Gate: Pearson New International edition – Pearson Education Limited, 2014. 756 p.

References

Al Afas N., Marrona N., Ceulemans R. Variability in *Populus* leaf anatomy and morphology in relation to canopy position, biomass production, and varietal taxon. *Annals of Forest Science*, 2007, vol. 64, no. 4, pp. 521–532. DOI: 10.1051/forest:2007029

Babaev R.N., Besschetnova N.N., Besschetnov V.P. Lignification of xylem of different birch species during introduction in the conditions of the Nizhny Novgorod region. *Izvestia Sankt-Peterburgskoj Lesotehnicheskoy Akademii*, 2021, iss. 235, pp. 40–56. DOI: 10.21266/2079-4304.2021.235.40-56. (In Russ.)

Benomar L., Lamhamedi M.S., Villeneuve I., Rainville A., Beaulieu J., Bousquet J., Margolis H.A. Fine-scale geographic variation in photosynthetic-related traits of *Picea glauca* seedlings indicates local adaptation to climate. *Tree Physiology*, 2015, vol. 35, iss. 8, pp. 864–878.

Besschetnov P.V., Besschetnova N.N. Correlation of parameters of poplar leaf apparatus in urban planting conditions. *Bulletin of Kazan State Agrarian University*, 2018б, no. 1 (48), pp. 5–10. (In Russ.)

Besschetnov V.P., Besschetnova N.N. Formation and lignification of the xylem of plus trees of the Scots pine. *Lesnoy zhurnal [Russian Forestry journal]*, 2013a, no. 2/32, pp. 45–52. (In Russ.)

Besschetnov V.P., Besschetnova N.N. Selection evaluation of plus trees of Scots pine by methods of multidimensional analysis. *Lesnoy zhurnal [Russian Forestry journal]*, 2012б, no. 2/32б, pp. 58–64. (In Russ.)

Besschetnov V.P., Besschetnova N.N., Yesichev A.O. Assessment of the physiological state of representatives of the genus larch (*Larix* Mill.) in the conditions of the Nizhny Novgorod region. *Lesnoy zhurnal [Russian Forestry journal]*, 2018a, no. 1, pp. 9–17. DOI: 10.17238/issn0536-1036.2018.1.9. (In Russ.)

Besschetnova N.N. Scots pine (*Pinus sylvestris* L.). Efficiency of selection of plus trees. Nizhny Novgorod: Nizhny Novgorod State Agricultural Academy, 2016. 464 p. (In Russ.)

Besschetnova N.N. Scots pine (*Pinus sylvestris* L.). Reproductive potential of plus trees. Nizhny Novgorod: Nizhny Novgorod State Agricultural Academy, 2015. 586 p. (In Russ.)

Besschetnova N.N., Besschetnov V.P. Assessment of the genotypic dissimilarity of plus trees of Scots pine by the yield of seeds from cones. *Izvestia Sankt-Peterburgskoy Lesotekhnicheskoy Akademii*, 2014в, iss. 209, pp. 16–30. (In Russ.)

Besschetnova N.N., Besschetnov V.P. Scots pine (*Pinus sylvestris* L.). Morphometry and physiology of the needles of plus trees. Nizhny Novgorod: Nizhny Novgorod State Agricultural Academy, 2014a. 368 p. (In Russ.)

Besschetnova N.N., Besschetnov V.P. Variability of morphometrical characteristics of needles at a clonal plantation of plus trees of Scots pine (*Pinus sylvestris* L.). *Vavilov Journal of Genetics and Breeding*, 2017, vol. 21, no. 2, pp. 198–206. DOI:10.18699/VJ17.237. (In Russ.)

Besschetnova N.N., Besschetnov V.P., Besschetnov P.V. The content and balance of spare substances in the tissues of poplar shoots in the Nizhny Novgorod Volga region. *News of the St. Petersburg Forestry Academy*, 2020, iss. 232, pp. 92–104. DOI: 10.21266/2079-4304.2020.232.92-104. (In Russ.)

Besschetnova N.N., Besschetnov V.P., Ershov P.V. Genotypic Conditionality of Plus Tree Needle Pigment Composition of Norway Spruce. *Lesnoy Zhurnal [Russian Forestry Journal]*, 2019, no. 1, pp. 63–76. DOI: 10.17238/issn0536-1036.2019.1.63. (In Russ.)

Besschetnova N.N., Besschetnov V.P., Kul'kova A.V., Mishukova I.V. Starch content in the tissues of shoots of different types of spruce (*Picea* A. Dietr.) in the conditions of introduction. *Lesnoy zhurnal [Russian Forestry journal]*, 2017, no. 4, pp. 57–68. DOI: 10.17238/issn0536-1036.2017.4.57. (In Russ.)

Besschetnova N.N., Besschetnov V.P., Shcherbakov A.Yu. The pigment composition of the needles of the European spruce (*Picea abies*) in geographical cultures. *Coniferous boreal zones*, 2021, vol. XXXIX, no. 3, pp. 161–166. (In Russ.)

Bondarenko A.S., Zhigunov A.V. Statistical processing of forestry research materials. St. Petersburg: Publishing House of the Polytechnic University, 2016. 125 p. (In Russ.)

Casella E., Sinoquet H. Botanical determinants of foliage clumping and light interception in two-year-old coppice poplar canopies: assessment from 3-D plant mock-ups. *Annals of Forest Science*, 2007, vol. 64, no. 4, pp. 395–404. DOI: 10.1051/forest:2007016

Dean A., Voss D., Draguljić D. Design and Analysis of Experiments (Springer Texts in Statistics) 2nd Edition, Kindle Edition. Heidelberg, Germany: Springer-Verlag GmbH, 2017. 865 p.

Dospikhov, B.A. Methodology of field experience (with the basics of statistical processing of research results). 5th ed., add. and reprint. M.: Agropromizdat, 1985. 351 p. (In Russ.)

Dumais D., Prévost M. Physiology and growth of advance *Picea rubens* and *Abies balsamea* regeneration following different canopy openings. *Tree Physiology*, 2014, vol. 34, iss. 2, pp. 194–204. DOI: 10.1093/treephys/tpt114

Ershov P.V., Besschetnova N.N., Besschetnov V.P. Multivariate assessment of plus trees of European spruce (*Picea abies*) by the pigment composition of needles. *Izvestia Sankt-Petersburgskoj Lesotehničeskoj Akademii*, 2018, iss. 233, pp. 78–99. (In Russ.)

Ershov P.V., Besschetnova N.N., Besschetnov V.P. The pigment composition of the needles of the plus trees of the European spruce. *Coniferous boreal zone*, 2017, vol. XXXVI, no. 3-4, pp. 29–37. (In Russ.)

Gataulin, A.M. System of applied statistical and mathematical methods of experimental data processing in agriculture. In 2 parts. Part 2. M.: Publishing House of the Moscow Agricultural Academy, 1992. 192 p. (In Russ.)

Hinkelmann K., Kempthorne O. Design and Analysis of Experiments. Vol. 1: Introduction to Experimental. 2nd edition. Hoboken, New Jersey (Printed in the USA): Wiley-Interscience, Wiley Series in Probability and Statistics, 2008. 631 p.

Kul'kova A.V., Besschetnova N.N., Besschetnov V.P. Multiparametric assessment of the taxonomic proximity of spruce species (*Picea* A. Dietr.) by the pigment composition of needles. *Bulletin of the Volga State Technological University. Series: Forest. Ecology. Nature management*, 2018a, no. 1(37), pp. 5–18. (In Russ.)

Kul'kova A.V., Besschetnova N.N., Besschetnov V.P. Multivariable Analysis in the Assessment of Spruce Species Specificity (*Picea*). *Lesnoy Zhurnal [Russian Forestry Journal]*, 2018b, no. 6, pp. 23–38. DOI: 10.17238/issn0536-1036.2018.6.23. (In Russ.)

Kul'kova A.V., Besschetnova N.N., Besschetnov V.P. Seasonal changes in the pigment composition of needles of the spruce genus in the Nizhny Novgorod region.

Proceedings of the St. Petersburg Forestry Academy, 2021, iss. 235, pp. 22–39. DOI: 10.21266/2079-4304.2021.235.22-39. (In Russ.)

Mason R.L., Gunst R.F., Hess J.L. *Statistical Design and Analysis of Experiments: With Applications to Engineering and Science*. 2nd. Edition. Hoboken, New Jersey (Printed in the USA): Wiley-Interscience, Wiley Series in Probability and Statistics, 2003. 752 p.

Mead R., Curnow R.N., Hasted A.M. *Statistical Methods in Agriculture and Experimental Biology*. 3rd ed. New York: Chapman and Hall/CRC, 2003. 488 p.

Nikitin K.E., Shvidenko A.Z. *Methods and techniques of processing forestry information*. M.: Forest industry, 1978. 272 p. (In Russ.)

Noll F., Lyons C.K. A novel method for manually falling trees. *The Forestry Chronicle*, 2010, vol. 86, no. 5, pp. 608–613. DOI: 10.5558/tfc86608-5

Pravdin L.F. Direction and content of works on the study of the natural diversity of tree species and their significance for forest breeding. *Forestry*, 1967, no. 3, pp. 3–16. (In Russ.)

Pravdin L.F. Scots pine. Variability, intraspecific taxonomy and selection. Moscow: Nauka, 1964. 190 p. (In Russ.)

Srinagesh K. *The Principles of Experimental Research*. Waltham, Massachusetts (United States): Butterworth-Heinemann, 2005. 432 p.

Ulitin M.M., Besschetnov V.P. Comparative Assessment of Valuation Indicators of Siberian Larch (*Larix sibirica*) Forest Plantations when Introduction into the Nizhny Novgorod Region. *Lesnoy Zhurnal [Russian Forestry Journal]*, 2020, no. 6, pp. 33–41. DOI: 10.37482/0536-1036-2020-6-33-41 (In Russ.)

Vysotsky K.K. Regularities of the structure of mixed stands. M.: Goslesbumizdat, 1962. 178 p. (In Russ.)

Yesichev A.O., Besschetnova N.N., Besschetnov V.P. Hereditary conditionality of the pigment composition of needles of representatives of the genus larch. *Lesnoi vestnik / Forestry bulletin*, 2021a, vol. 25, no. 5, pp. 5–13. DOI: 10.18698/2542-1468-2021-5-5-13. (In Russ.)

Yesichev A.O., Besschetnova N.N., Besschetnov V.P. The species specificity of the pigment composition of needles of representatives of the genus larch. *Coniferous boreal zones*, 2021b, vol. XXXIX, no. 4, pp. 313–321. (In Russ.)

Zar J.H. *Biostatistical Analysis: Fifth Edition*. Edinburg Gate: Pearson New International edition – Pearson Education Limited, 2014. 756 p.

Материал поступил в редакцию 13.04.2022

Бессчетнова Н.Н., Бессчетнов В.П., Орнатский А.Н., Коваленко И.П.
Создание лесных культур сосны обыкновенной посевом семян в Нижегородской области // *Известия Санкт-Петербургской лесотехнической академии. 2022. Вып. 239. С. 55–75.* DOI: 10.21266/2079-4304.2022.239.55-75

В статье обоснована актуальность диверсификации методов производства лесных культур сосны обыкновенной и подтверждена целесообразность их создания в Нижегородской области посевом семян. Сосна обыкновенная (*Pinus sylvestris* L.) является одной из наиболее значимых в хозяйственном плане древесных пород, пригодных для искусственного лесовыращивания и селекционного совершенствования в Российской Федерации и других странах Европы и Азии. Исследованы лесные культуры сосны обыкновенной, созданные в Нижегородской области посевом семян и посадкой сеянцев. Цель исследований – на основе сравнительной оценки таксационных показателей определить эффективность создания в Нижегородской области лесных культур сосны обыкновенной посевом семян. Объектом исследования выступали участки лесных культур сосны обыкновенной, созданные как посевом нормальных семян (2015 год), так и посадкой стандартных двухлетних сеянцев (2017 год) на территории Борского районного лесничества Нижегородской области. Его координаты: 56°21'29.2"N, 44°4'29.3"E; высота над уровнем моря – 78 м. Обследованная площадь отнесена к зоне хвойно-широколиственных лесов, хвойно-широколиственному лесному району Европейской части Российской Федерации (3 лесорастительный район). Методология включала в себя основные требования к организации опыта: типичность, пригодность, целесообразность и надежность, соблюдение принципа единственного логического различия. Биологический возраст растений на сравниваемых участках был одинаковым и на момент учета составил 5 лет. Методика предусматривала натурную инструментальную таксацию участков лесных культур, сплошной пересчет на пробных площадях, статистический и дисперсионный анализ данных. Установлены различия по всем анализируемым таксационным показателям лесных культур, созданных посевом и посадкой. Подтверждено существенное превышение значений высоты и протяженности бессучковой части кроны в лесных культурах, созданных посевом нормальных семян. По диаметру ствола существенных различий между вариантами технологий не зафиксировано. Метод признан эффективным в условиях Нижегородской области и предложен для более широкого производственного применения.

Ключевые слова: сосна обыкновенная, лесные культуры, культуры посевом, рост, развитие, таксационные показатели.

Besschetnova N.N., Besschetnov V.P., Ornatsky A.N., Kovalenko I.P. Creation of silviculture of Scots pine by sowing seeds in the Nizhny Novgorod region. *Izvestia Sankt-Peterburgskoj Lesotehničeskoj Akademii*, 2022, iss. 239, pp. 55–75 (in Russian with English summary). DOI: 10.21266/2079-4304.2022.239.55-75

The article substantiates the relevance of diversification of methods of production of forest crops of Scots pine and confirms the feasibility of their creation in the Nizhny Novgorod region by sowing seeds. The Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) is one of the

most economically significant tree species suitable for artificial reforestation and breeding improvement in the Russian Federation and other countries of Europe and Asia. The forest cultures of Scots pine, created in the Nizhny Novgorod region by sowing seeds and planting seedlings, have been studied. The purpose of the research is to evaluate the effectiveness of creating forest crops of Scots pine by sowing seeds and to determine the prospects of using these technologies in the conditions of the Nizhny Novgorod region. The object of the study was the plots of forest crops of Scots pine, created both by sowing normal seeds (2015) and planting standard two-year seedlings (2017) on the territory of the Borsky district forestry of the Nizhny Novgorod region. Its coordinates are 56°21'29.2"N, 44°4'29.3"E; altitude above sea level is 78 m. The surveyed area is assigned to the zone of coniferous-deciduous forests, coniferous-deciduous forest area of the European part of the Russian Federation (3 forest area). The methodology included the basic requirements for the organization of experience: typicality, suitability, expediency and reliability, compliance with the principle of the only logical difference. The biological age of the plants in the compared plots was the same and at the time of accounting was 5 years. The methodology provided for full-scale instrumental taxation of forest crop plots, continuous enumeration on sample areas, statistical and variance analysis of data. Differences in all analyzed taxation indicators of forest crops created by sowing and planting have been established. A significant excess of the height and length of the leafless part of the crown in forest crops created by sowing normal seeds has been confirmed. There are no significant differences in the diameter of the barrel between the technology options. The method is recognized as effective in the conditions of the Nizhny Novgorod region and is proposed for a wider industrial application.

Key words: Scots pine, forest crops, crops by sowing, growth, development, taxation indicators.

БЕССЧЕТНОВА Наталья Николаевна – декан факультета лесного хозяйства Нижегородской государственной сельскохозяйственной академии, доктор сельскохозяйственных наук, доцент, ResearcherID (WoS): H-1343-2019, ORCID 0000-0002-7140-8797; SPIN-код: 6214-7263.

603107, пр. Гагарина, д. 97, г. Нижний Новгород, Россия. E-mail: besschetnova1966@mail.ru.

BESSHETNOVA Natalya N. – DSc (Agriculture), Associate Professor, Dean of the Faculty of Forestry of the Nizhny Novgorod State Agricultural Academy, ResearcherID (WoS): H-1343-2019, ORCID 0000-0002-7140-8797; SPIN-code: 6214-7263.

603107. Gagarina av. 97. Nizhny Novgorod. Russia. E-mail: besschetnova1966@mail.ru

БЕССЧЕТНОВ Владимир Петрович – заведующий кафедрой лесных культур Нижегородской государственной сельскохозяйственной академии, доктор биологических наук, профессор. ResearcherID (WoS): S-5889-2016, ORCID: 0000-0001-5024-7464, SPIN-код: 2031-5241.

603107, пр. Гагарина, д. 97, г. Нижний Новгород, Россия. E-mail: lesfak@mail.ru.

BESSHETNOV Vladimir P. – DSc (Biology), Professor, Head of the Department of Forest Plantations of the Nizhny Novgorod State Agricultural Academy. ResearcherID (WoS): S-5889-2016, ORCID: 0000-0001-5024-7464, SPIN-code: 2031-5241.

603107. Gagarina av. 97. Nizhny Novgorod. Russia. E-mail: lesfak@mail.ru

ОРНАТСКИЙ Александр Николаевич – руководитель Департамент лесного хозяйства по Приволжскому федеральному округу, кандидат биологических наук. AuthorID: 401242.

603089, ул. Полтавская, д. 22, г. Нижний Новгород, Россия. E-mail: lesnik-rm@yandex.ru

ORNATSKY Alexander N. – PhD (Biology), Head of the Forestry Department for the Volga Federal District. AuthorID: 401242.

603089. Poltava str. 22. Nizhny Novgorod. Russia. E-mail: lesnik-rm@yandex.ru

КОВАЛЕНКО Илья Павлович – лесничий Борского районного лесничества Нижегородской области.

606443, ул. Дачная, д. 15, г. Бор, Нижегородская область, Россия. E-mail: 79200507473@ya.ru

KOVALENKO Ilya P. – forester of the Borsky district forestry of the Nizhny Novgorod region.

606443. Dachnaya str. 15. Bor. Nizhny Novgorod region. Russia. E-mail: 79200507473@ya.ru