

УДК 630\*232

DOI: 10.37482/0536-1036-2020-1-99-112

**РОСТ И ПРОДУКТИВНОСТЬ ЛЕСНЫХ КУЛЬТУР СОСНЫ  
С.В. АЛЕКСЕЕВА НА ЕВРОПЕЙСКОМ СЕВЕРЕ РОССИИ***Д.Н. Солдатова<sup>1</sup>, аспирант, ст. специалист; ORCID: [0000-0001-7865-4969](https://orcid.org/0000-0001-7865-4969)**А.С. Ильинцев<sup>2</sup>, канд. с.-х. наук, науч. сотр.; ResearcherID: [N-6286-2019](https://orcid.org/N-6286-2019),**ORCID: [0000-0003-3524-4665](https://orcid.org/0000-0003-3524-4665)*<sup>1</sup>Министерство природных ресурсов и лесопромышленного комплекса Архангельской области, ул. Выучейского, д. 18, г. Архангельск, Россия, 163000;

e-mail: dashas38@yandex.ru

<sup>2</sup>Северный научно-исследовательский институт лесного хозяйства, ул. Никитова, д. 13, г. Архангельск, Россия, 163062; e-mail: a.ilintsev@narfu.ru

В современных условиях посев и посадка в лесах Европейского Севера являются важнейшими лесокультурными мероприятиями, гарантирующими возобновление хвойных пород. Отсутствие актуальной информации об историческом опыте создания лесных культур и современном состоянии подобных объектов – показатель определенного информационного вакуума. Цель исследования – оценка роста и продуктивности опытных лесных культур сосны северного лесовода С.В. Алексеева, созданных методом посева в 1928–1930 гг., и сравнение их с естественными древостоями. Исследования проводили на стационарном объекте «Опытные лесные культуры сосны С.В. Алексеева», расположенном в центральной части Архангельской области. На участке произрастают самые старые на Европейском Севере России опытные лесные культуры. С.В. Алексеев использовал различные варианты лесных культур для того, чтобы подобрать рациональные способы их создания. В 2018 г. были обследованы лесные культуры на 4 постоянных пробных площадях. Сбор, обработку и анализ полевого материала проводили по методикам, принятым в лесной таксации. Определяли: средние диаметр и высоту, относительную и абсолютную полноту, класс бонитета, запас, состав древостоя, средний прирост и текущий среднепериодический прирост по запасу. Динамика таксационных показателей лесных культур за 1999–2018 гг. свидетельствует о том, что все элементы леса находятся в фазе активного роста. За 19-летний период сократилась доля участия сосны в составе древостоя на 3...10 %, но увеличились доли ели (на 3...7 %) и березы (на 2...3 %). При этом в лесных культурах снизилось на 3...36 % число деревьев всех пород, что составило 1420...1952 шт./га. Сумма площадей сечений возросла на 3,6...11,6 м<sup>2</sup>/га; запас древостоев повысился на 88...133 м<sup>3</sup>/га; текущий среднепериодический прирост лесных культур по запасу колеблется от 4,63 до 7,00 м<sup>3</sup>/га. Анализ таксационных показателей исследуемых древостоев показывает, что лесные культуры не уступают в росте нормальным сосновым древостоям Архангельской области. Общая их густота превышает густоту нормальных сосновых древостоев на 29,4...125,7 %. К 90-летнему возрасту общие запасы лесных культур составляют 416...444 м<sup>3</sup>/га (в том числе сосны – 284...342 м<sup>3</sup>/га), их средний прирост по запасу – 4,6...5,0 м<sup>3</sup>/га (в том числе сосны – 3,2...3,8 м<sup>3</sup>/га). Установлено, что по комплексу таксационных показателей (густоте, запасу, приросту, доле участия сосны в составе) лесные культуры, произрастающие на пробной площади 3 (вариант 8), являются лучшим вариантом из обследуемых по продуктивности. Опыты С.В. Алексеева свидетельствуют, что методом посева семян можно обеспечить гарантированное лесовосстановление сосны в условиях Европейского Севера России.

**Для цитирования:** Солдатова Д.Н., Ильинцев А.С. Рост и продуктивность лесных культур сосны С.В. Алексеева на Европейском Севере России // Изв. вузов. Лесн. журн. 2020. № 1. С. 99–112. DOI: 10.37482/0536-1036-2020-1-99-112

**Финансирование:** Исследование выполнено при финансовой поддержке министерства образования и науки Архангельской области в рамках конкурса научных проектов «Молодые ученые Поморья» (проект № 11-2019-02а).

**Благодарность:** Авторы выражают искреннюю благодарность А.П. Богданову, Р.А. Ершову, Ю.С. Быкову, А.В. Парамонову за участие в сборе полевого материала, а также научным руководителям проф. Н.А. Бабичу и проф. С.В. Третьякову за методическую помощь.

**Ключевые слова:** лесные культуры, сосна, метод посева, прирост, продуктивность, запас, памятник природы регионального значения.

### *Введение*

Успешное воспроизводство хвойных древесных пород в районах интенсивного использования лесов является одной из основных задач лесного хозяйства не только в России, но и в зарубежных странах.

Воспроизводство лесов может быть естественным и искусственным, при котором должно обеспечиваться увеличение продуктивности и повышение количественных и качественных характеристик леса, включая защитные функции и экосистемные услуги. Там, где в хозяйственно приемлемые сроки не происходит естественное возобновление хвойных древесных пород, проводится искусственное лесовосстановление. В результате его предотвращается смена древесных пород, сокращается лесовозобновительный период, создается возможность выращивания высокопродуктивных насаждений необходимого состава и целевого назначения. Все это способствует рациональному использованию земель лесного фонда.

Сосна обыкновенная (*Pinus sylvestris* L.) выступает одним из распространенных видов хвойных пород в северном полушарии, являясь наиболее важным лесобразующим видом в Восточной и Центральной Европе [14].

Лесовосстановление проводят посадкой, посевом и путем содействия естественному лесовозобновлению [10]. В практике лесного хозяйства различных стран наиболее часто применяют метод посадки лесных культур.

Зарубежные исследователи [12, 17, 22] отмечают, что основными причинами, по которым посевы семян сейчас так редки, служит риск неудачного лесовозобновления из-за большего влияния стрессовых биотических и абиотических факторов на прорастание семян, чем на посадку сеянцев. При этом метод посева семян имеет достаточно преимуществ. Во-первых, трудозатраты на лесовосстановление ниже, чем на посадку сеянцев [1, 8, 21], во-вторых, посев семян имитирует естественное лесовозобновление, в-третьих, лесные насаждения, образовавшиеся таким способом и произрастающие при большой плотности, характеризуются высоким качеством древесины [10].

Сравнительные исследования показывают, что при лесовозобновлении методом посева всходы сосны обыкновенной и других древесных пород растут медленнее и реже выживают, чем, например, посаженные сеянцы [13]. Для того, чтобы создать оптимальные условия для прорастания семян и роста самосева на сплошных вырубках, рекомендуется проводить механическую обработку почвы [15], в первую очередь в целях ограничения конкуренции с другими древесными породами за свет, воду и питательные вещества [19]. Механическая обработка почвы изменяет ее физические (содержание доступной влаги, аэрацию, температуру, плотность сложения почвы) и химические (содержание органических веществ, наличие питательных веществ, кислот-

ность) свойства [11]. Влияние механической обработки почвы на всхожесть семян, а также на рост и выживаемость самосева варьирует в зависимости от климатических факторов, типа лесорастительных условий на участках и древесных пород [16, 18, 20].

Долгосрочные научно-обоснованные наблюдения за стационарными объектами позволяют получить более полную картину, внести коррективы в сложившиеся представления о динамике роста и развития древостоев. Поэтому исторический, научный и практический интерес к постоянным объектам, например к опытным лесным культурам сосны С.В. Алексеева 1927–1930 гг., высок.

Цель исследования – анализ роста и продуктивности опытных лесных культур сосны С.В. Алексеева, созданных методом посева в 1927–1930 гг., и сравнение полученных результатов с показателями древостоев естественно-го происхождения.

#### *Объекты и методы исследования*

Исследования проведены на стационарном объекте «Опытные лесные культуры сосны С.В. Алексеева 1927–1930 гг.», расположенном в Северном участковом лесничестве Обозерского лесничества Архангельской области. Объект исследования находится в северотаежном лесном районе европейской части Российской Федерации (подзона северной тайги) [6] и представляет особую ценность в связи с тем, что здесь произрастают самые старые опытные культуры на Европейском Севере России.

В качестве метода создания лесных культур С.В. Алексеев выбрал посев, поскольку он ближе к природе и формирует насаждения более высокого качества [9]. Им был подобран участок на месте чересполосной условно-сплошной рубки, которая была проведена в зимний период 1916–1917 гг. До рубки на участке произрастал смешанный древостой со следующей таксационной характеристикой: состав 7С3Еед.Лц, Б; полнота 0,6; запас около 250 м<sup>3</sup>/га; возраст главной породы 200–220 (+150) лет; средняя высота 23 м; средний диаметр 33 см. Тип леса – сосняк черничник. Рубку проводили лесосеками шириной 107 м с оставлением семенников сосны. Участок подвергался пожарам в 1919 и 1925 гг., что привело к образованию пустыря общей площадью около 200 га с очень редкими соснами. В связи с рубками и пожарами на участке сложилась неблагоприятная обстановка для естественного обсеменения, даже вблизи стен леса оно было неудовлетворительное [1]. Поэтому С.В. Алексеев предложил один из вариантов быстрого возобновления – посев семян сосны.

В 1927–1930 гг. он заложил различные варианты лесных культур для того, чтобы подобрать рациональные способы их создания, которые бы обеспечили успешное лесовосстановление сосны. Обработка почвы для посева производилась частичная: местами площадками и при различных расстояниях между ними (табл. 1).

После посева лесных культур в 1930 г. была проведена частичная инвентаризация, которая показала, что все способы создания лесных культур были близки между собой, только отличался вариант с огневой подготовкой почвы. Однако С.В. Алексеев отмечал, что вывод является предварительным, так как этот способ требует дальнейшей проработки и проверки [1].

Таблица 1

**Способы подготовки почвы по вариантам создания культур  
(по данным С.В. Алексеева, 1932 г. [1])**

ПП*	Вариант**	Год создания	Площадь, га	Размер площадок, м	Расстояние между центрами площадок, м	Число площадок, шт./га	Площадь обработанная, %	Способы обработки почвы
2	4	1928–1929	1,00+0,82	1×1	2,5×2,5	1600	16	Обработка площадками. Сдирание и удаление задернелых участков. Мелкое рыхление на глубину 6...7 см
3	8	1929–1930	0,50+0,64	1×1	2,5×2,5	1600	16	Создание холмика в площадке после предварительного удаления задернелых участков
16	6	1929	1,50	4×4	10,0×10,0	100	16	Обработка площадками. Сдирание и удаление задернелых участков. Мелкое рыхление на глубину 6...7 см
19	9	1929–1930	0,50+0,67	1×1	2,5×2,5	1600	16	Создание холмика в площадке на необработанной площади, только с краев площадки удалялись задернелые участки

\*ПП – постоянная пробная площадь. \*\*Номер варианта создания лесных культур.

В 1936 г. С.В. Алексеев обследовал отдельные варианты. В выводах он отметил, что бóльшая часть здоровых культур находится по краям площадок и борозд, куда сгребали лесную подстилку. Во всех вариантах удаление дернины и органомогенного горизонта отрицательно сказалось на росте культур. При этом для учтенных вариантов, кроме варианта 4, он поставил неудовлетворительную оценку. В том же году Ф.Б. Орлов обследовал некоторые варианты культур и сделал схожий с С.В. Алексеевым вывод [5].

Детальное обследование лесных культур, проведенное С.В. Алексеевым в 1951–1952 гг., позволило ему сделать заключение, что к 22–25-летнему возрасту наибольшие изменения произошли внутри гнезд, особенно в перегущенных площадках. Например, в вариантах размером 1×1 м, среднее количество деревьев на площадке составляло 10,0–13,0 шт., в варианте 6 с размером площадок 4×4 м – 54,7 шт. Сохранность лесных культур в густых посевах была в 2 раза выше, чем в редких. Такое различие С.В. Алексеев объяснил характерным для Севера явлением – выжиманием сеянцев морозом. Запас сосны искусственного происхождения колебался по вариантам создания от 25 (вари-



Сбор, обработку и анализ полевого материала, собранного на ПП, производили по общепринятым в лесной таксации методикам [2].

На ПП был проведен сплошной пересчет деревьев с измерением диаметров по точной шкале на высоте 1,3 м. К древостою относили все деревья, которые достигли диаметра 6 см, остальные – к подросту. Для выявления фауности древостоев отмечали случаи повреждений деревьев с указанием характера повреждения (суховершинность, кривизна, плодовые тела и т. д.).

Для определения средней высоты древесного яруса главной породы и других пород измеряли высоты у 15...20 деревьев с помощью ультразвукового высотомера, дальномера и угломера Haglof Vertex IV/60 (точность  $\pm 0,1$  м). У древесных пород, которые имели менее 3 ед. в составе, определяли по 3 высоты из трех центральных ступеней толщины.

Таксационную характеристику древостоев на ПП устанавливали общепринятыми способами: средний диаметр – через среднюю площадь сечения; среднюю высоту – по графику высот (по средней арифметической); относительную полноту – в соответствии со стандартной таблицей ЦНИИЛХ; класс бонитета – по бонитировочной шкале М.М. Орлова. Запас определяли по местным объемным таблицам [4], состав древостоя – по запасу пород, участвующих в нем.

#### Результаты исследования и их обсуждение

Таксационная характеристика лесных культур на ПП 2, 3, 16 и 19 по состоянию на 1999 и 2018 г. представлена в табл. 2.

Таблица 2

**Таксационная характеристика лесных культур на ПП по состоянию на 1999 и 2018 г.**

ПП	Вариант	Порода	Доля в запасае, %	Возраст, лет	Средние		Число деревьев, шт./га	Сумма площадей сечений, м <sup>2</sup> /га	Полнота	Запас, м <sup>3</sup> /га
					высота, м	диаметр, см				
<i>По состоянию на 1999 г. (данные Л.Ф. Ипатова [5])</i>										
2	4	С	71	71	17,5	17,4	1200	28,6	0,86	263
		Е	13	59	9,2	8,0	1672	8,4	0,44	43
		Б	10	72	22,0	19,0	120	3,4	0,12	34
		Ос	5	72	22,2	20,1	32	1,8	0,05	15
		Лц	1	–	13,1	12,1	32	0,4	–	3
<i>Итого</i>		–	100	–	–	–	3056	42,6	1,47	358
3	8	С	88	70	20,5	20,3	790	25,5	0,70	271
		Е	8	63	10,2	9,8	585	4,4	0,22	25
		Б	4	71	18	13,8	95	1,4	0,06	12
<i>Итого</i>		–	100	–	–	–	1470	31,3	0,98	308
16	6	С	77	70	21,2	22,4	609	24,1	0,64	264
		Е	11	59	9,1	8,2	1371	7,2	0,38	37
		Б	11	71	19,6	15,7	223	4,3	0,17	39
		Ос	1	70	17,3	13,6	14	0,2	0,01	2
<i>Итого</i>		–	100	–	–	–	2217	35,8	1,20	342
19	9	С	75	70	21,0	20,9	713	24,2	0,65	266
		Е	15	59	9,2	8,6	1743	10,1	0,53	54
		Б	10	70	19,0	15,0	226	3,9	0,15	35
		Ос	–	70	22,0	20,0	4	0,1	0,00	1
<i>Итого</i>		–	100	–	–	–	2686	38,3	1,33	356

Окончание табл. 2

ПП	Вариант	Порода	Доля в запасае, %	Возраст, лет	Средние		Число деревьев, шт./га	Сумма площадей сечений, м <sup>2</sup> /га	Полнота	Запас, м <sup>3</sup> /га
					высота, м	диаметр, см				
<i>По состоянию на 2018 г.</i>										
2	4	С	68	90	20,1	21,9	762	28,7	0,79	284
		Е	19	78	13,6	14,5	1050	13,2	0,51	78
		Б	9	91	17,6	18,2	115	3,0	0,11	39
		Ос	4	91	24,0	26,7	25	1,3	0,03	15
		Лц	–	–	–	–	–	–	–	–
<i>Итого</i>		–	100	–	–	–	1952	46,2	1,44	416
3	8	С	78	89	23,0	24,3	660	30,7	0,78	342
		Е	15	82	16,3	16,1	625	10,0	0,33	67
		Б	7	90	17,7	14,5	135	2,2	0,08	32
<i>Итого</i>		–	100	–	–	–	1420	42,9	1,19	441
16	6	С	72	89	23,7	26,4	491	26,9	0,67	308
		Е	14	78	14,4	13,7	783	9,0	0,33	63
		Б	13	90	19,8	19,2	143	4,1	0,14	58
		Ос	1	89	24,7	32,0	4	0,3	0,01	4
<i>Итого</i>		–	100	–	–	–	1421	40,3	1,15	433
19	9	С	66	89	23,1	24,5	555	26,2	0,66	292
		Е	20	78	15,0	14,4	1055	13,5	0,48	91
		Б	13	89	21,2	17,4	160	3,8	0,12	58
		Ос	1	89	24,6	26,0	5	0,3	0,01	3
<i>Итого</i>		–	100	–	–	–	1775	43,8	1,27	444

Анализ таксационных показателей исследуемых древостоев за 19-летний период свидетельствует о том, что все элементы леса активно растут.

Динамика таксационных показателей лесных культур по данным за 1999–2018 гг. представлена в табл. 3.

Во всех исследуемых вариантах лесных культур отмечаются следующие особенности по элементам леса.

Средняя высота *сосны* увеличилась на 2,1...2,6 м, средний диаметр – на 3,6...4,5 см. При этом наблюдается снижение числа деревьев на 118...438 шт./га. Сумма площадей сечений возросла на 0,1...5,2 м<sup>2</sup>/га. Полнота на ПП 1 незначительно снизилась на 0,07, на других – повысилась на 0,01...0,08. Запас во всех случаях увеличился на 21...71 м<sup>3</sup>/га, но при этом доля в составе сократилась на 3...10 %. Текущий среднепериодический прирост *сосны* по запасу варьирует от 1,11 до 3,74 м<sup>3</sup>/га.

Средняя высота *ели* увеличилась на 4,4...6,1 м, средний диаметр – на 5,5...6,5 см. На ПП 2, 16 и 19 наблюдается снижение числа деревьев на 438...688 шт./га, на ПП 3 – рост на 40 шт./га. Сумма площадей сечений возросла на 1,8...5,6 м<sup>2</sup>/га. Полнота на ПП 2 и 3 незначительно увеличилась на 0,07...0,11, на других – она снизилась на 0,05. Запас во всех случаях повысился на 26...42 м<sup>3</sup>/га, доля *ели* в составе увеличилась на всех ПП на 3...7 %. Текущий среднепериодический прирост *ели* по запасу варьирует от 1,36 до 2,21 м<sup>3</sup>/га.

Средняя высота *березы* на ПП 2 и 3 снизилась на 0,3...4,4 м, на других – повысилась на 0,2...2,2 м. Средний диаметр на ПП 2 уменьшился на 0,8 см, на остальных – повысился на 0,7...3,5 см. На ПП 2, 16 и 19 наблюдается снижение числа деревьев на 5...80 шт./га, на ПП 3 – увеличение на 40 шт./га.

Таблица 3

**Динамика таксационных показателей лесных культур на ПП  
с 1999 по 2018 г.**

ПП	Вариант	Порода	Доля в запасе, %	Средние		Число деревьев, шт./га	Сумма площадей сечений, м <sup>2</sup> /га	Полнота	Запас, м <sup>3</sup> /га
				высота, м	диаметр, см				
2	4	С	-3	2,6	4,5	-438	0,1	-0,07	21
		Е	6	4,4	6,5	-622	4,8	0,07	35
		Б	-1	-4,4	-0,8	-5	-0,4	-0,01	5
		Ос	-1	1,8	6,6	-7	-0,5	-0,02	0
		Лц	-1	-	-	-	-	-	-3
<i>Итого</i>		-	-	-	-	-1104	3,6	-0,03	58
3	8	С	-10	2,5	4,0	-130	5,2	0,08	71
		Е	7	6,1	6,3	40	5,6	0,11	42
		Б	3	-0,3	0,7	40	0,8	0,02	20
<i>Итого</i>		-	-	-	-	-50	11,6	0,21	133
16	6	С	-5	2,5	4,0	-118	2,8	0,03	44
		Е	3	5,3	5,5	-588	1,8	-0,05	26
		Б	2	0,2	3,5	-80	-0,2	-0,03	19
		Ос	0	7,4	18,4	-10	0,1	0	2
<i>Итого</i>		-	-	-	-	-796	4,5	-0,05	91
19	9	С	-9	2,1	3,6	-158	2,0	0,01	26
		Е	5	5,8	5,8	-688	3,4	-0,05	37
		Б	3	2,2	2,4	-66	-0,1	-0,03	23
		Ос	1	2,6	6,0	1	0,2	0,01	2
<i>Итого</i>		-	-	-	-	-911	5,5	-0,06	88

Средние высота и диаметр *осины* увеличились соответственно на 1,8...7,4 м и 6,0...18,4 см. При этом наблюдается снижение числа деревьев на 7...10 шт./га, кроме ПП 19. Сумма площадей сечений на ПП 2 уменьшилась на 0,5 м<sup>2</sup>/га, на остальных – повысилась на 0,1...0,2 м<sup>2</sup>/га. Полнота на всех ПП незначительно изменилась. На ПП 2 запас остался прежним, на ПП 16 и 19 – возрос на 2 м<sup>3</sup>/га. Доля *осины* в составе практически не изменилась. Текущий среднепериодический прирост *осины* по запасу варьирует от 0 до 0,11 м<sup>3</sup>/га.

*Лиственница* была отмечена только на ПП 2 в 1999 г., к моменту последнего обследования она полностью выпала из состава насаждения.

Во всех исследуемых вариантах создания лесных культур к 90-летнему возрасту сформировались достаточно густые древостои (табл. 4).

За счет части естественного возобновления *сосны*, *ели*, *березы* и *осины* количество растущих деревьев в лесных культурах больше по сравнению с чистыми нормальными *сосняками* II класса бонитета на 64,2...125,7 %, с чистыми *сосняками* *черничными* – на 29,4...77,9 %, с *сосново-березовыми* насаждениями – на 33,2...83,1 %.

Число растущих деревьев *сосны* в лесных культурах меньше по сравнению с чистыми нормальными *сосняками* II класса бонитета на 11,9...35,8 %, с чистыми нормальными *сосняками* *черничными* – на 30,5...55,2 %, по сравнению с *сосново-березовыми* древостоями – на 12,6...54,6 %, за исключением ПП 16, где разница составила 0,4 %.

Таблица 4

**Густота лесных культур и естественных древостоев в 90-летнем возрасте  
(по данным различных авторов)**

Древостой	Число растущих деревьев, шт./га		Различие с культурами, %	
	сосны	всех пород	сосны	всех пород
Опытные культуры С.В. Алексеева:				
ПП 2 (вариант 4)	762	1952	–	–
ПП 3 (вариант 8)	660	1420	–	–
ПП 16 (вариант 6)	491	1421	–	–
ПП 19 (вариант 9)	555	1775	–	–
Чистые сосняки II класса бонитета (ТХР по В.И. Левину) [4]	865	865	11,9	–125,7
			23,7	–4,2
			43,2	–64,3
			35,8	–105,2
Чистые сосняки черничные (ТХР по В.И. Левину) [4]	1097	1097	30,5	–77,9
			39,8	–29,4
			55,2	–29,5
			49,4	–61,8
Сосново-березовые древостои, тип леса черничник III класса бонитета (ТХР по О.А. Неволину) [4]	493	1066	–54,6	–83,1
			–33,9	–33,2
			0,4	–33,3
			–12,6	–66,5

Показателем довольно высокой продуктивности опытных лесных культур служит класс бонитета, который варьирует от III до II. По общему запасу лесные культуры не уступают нормальным древостоям Архангельской области (табл. 5).

Таблица 5

**Запас лесных культур и естественных древостоев в 90-летнем возрасте  
(по данным наблюдений различных авторов)**

Древостой	Запас растущих деревьев, м <sup>3</sup> /га		Различие с культурами, %	
	сосны	всех пород	сосны	всех пород
Опытные культуры С.В. Алексеева:				
ПП 2 (вариант 4)	284	416	–	–
ПП 3 (вариант 8)	342	441	–	–
ПП 16 (вариант 6)	308	433	–	–
ПП 19 (вариант 9)	292	444	–	–
Чистые сосняки II класса бонитета (ТХР по В.И. Левину) [4]	435	435	34,7	4,4
			21,4	–1,4
			29,2	0,5
			32,9	–2,1
Чистые сосняки черничные (ТХР по В.И. Левину) [4]	333	333	11,3	–19,1
			–2,1	–24,8
			5,7	–23,0
			9,4	–19,5
Сосново-березовые древостои, тип леса черничник III класса бонитета (ТХР по О.А. Неволину) [4]	225	312	–13,6	–23,9
			–26,9	–29,7
			–19,1	–27,8
			–15,4	–24,4

Сравнение запасов лесных культур на опытных участках с естественными нормальными сосняками II класса бонитета показало, что запас всех растущих деревьев только на ПП 3 не уступает им, в остальных вариантах исследования различие составляет 0,5...4,4 %. Однако, если рассматривать отдельно запас растущих деревьев сосны, то он меньше на 21,4...34,7 %.

Запас лесных культур во всех исследуемых вариантах превышает запас чистых нормальных сосняков черничных на 19,1...24,8 %, при этом запас растущих деревьев сосны на ПП ниже на 5,7...11,3 %, кроме ПП 3, где он выше на 2,1 %.

Запасы лесных культур и растущих деревьев сосны превосходят запасы сосново-березовых древостоев на 24,4...29,7 и 13,6...26,9 % соответственно.

Средний прирост культур и естественных древостоев по запасу в 90-летнем возрасте представлен в табл. 6.

Таблица 6

**Средний прирост лесных культур и естественных древостоев по запасу в 90-летнем возрасте (по данным наблюдений различных авторов)**

Древостой	Средний прирост по запасу, м <sup>3</sup> /га		Различие с культурами, %	
	сосны	всех пород	сосны	всех пород
Опытные культуры С.В. Алексева:				
ПП 2 (вариант 4)	3,2	4,6	–	–
ПП 3 (вариант 8)	3,8	5,0	–	–
ПП 16 (вариант 6)	3,5	4,9	–	–
ПП 19 (вариант 9)	3,3	4,7	–	–
Чистые сосняки II класса бонитета (ТХР по В.И. Левину) [4]	4,9	4,9	34,7	6,1
			22,4	–2,0
			28,6	0,0
			32,7	4,1
Чистые сосняки черничные (ТХР по В.И. Левину) [4]	3,8	3,8	15,8	–21,1
			0,0	–31,6
			7,9	–28,9
			13,2	–23,7
Сосново-березовые древостои, тип леса черничник III класса бонитета (ТХР по О.А. Неволину) [4]	2,7	3,7	–18,5	–24,3
			–40,7	–35,1
			–29,6	–32,4
			–22,2	–27,0

Сравнение среднего прироста по запасу лесных культур и естественных сосняков II класса бонитета показало, что средний прирост всех пород практически не уступает и даже больше на ПП 3, но на ПП 2 и 19 – меньше на 4,1...6,1 %. Однако средний прирост сосны по запасу меньше на 22,4...34,7 %.

Средний прирост лесных культур по запасу на всех ПП превышает средний прирост по запасу сосняков черничных на 21,1...31,6 %, но средний прирост сосны по запасу ниже на некоторых ПП на 7,9...15,8 %.

Средний прирост лесных культур по запасу, включая средний прирост сосны на всех ПП, выше по сравнению со средним приростом сосново-березовых древостоев на 24,3...35,1 и 18,5...40,7 % соответственно.

### Заключение

В целом за период с 1999 по 2018 г. во всех вариантах создания лесных культур сократилась доля участия сосны в составе древостоя на 3...10 % и увеличились доли ели (на 3...7 %) и березы (на 2...3 %). При этом в лесных культурах снизилось число деревьев всех пород до 1420...1952 шт./га. Сумма площадей сечений увеличилась на 3,6...11,6 м<sup>2</sup>/га. Полнота уменьшилась на 0,02–0,05 везде, кроме ПП 3, где она повысилась на 0,21 за счет перехода части ели и березы из стадии подроста в древостой. Запас древостоя увеличился на 88...133 м<sup>3</sup>/га. Текущий среднепериодический прирост насаждений колеблется от 4,63 до 7,00 м<sup>3</sup>/га.

По сравнению с таблицами хода роста нормальных сосновых древостоев Архангельской области в лесных культурах количество деревьев сосны значительно меньше, но общая густота всех деревьев выше на 29,4...125,7 %.

К 90-летнему возрасту общие запасы лесных культур достигли высоких показателей для северотаежных лесов и составляют 416...444 м<sup>3</sup>/га, в том числе на сосну приходится 284...342 м<sup>3</sup>/га, что не уступает нормальным древостоям Архангельской области.

Средний прирост лесных культур по запасу во всех случаях превышает данный показатель для сосново-березовых древостоев и частично для чистых нормальных сосняков черничных, но уступает показателю чистых нормальных сосняков II класса бонитета.

По комплексу таксационных показателей (густоте, запасу, приросту, доле участия сосны в составе) лесные культуры, произрастающие на ПП 3 (вариант 8), являются лучшим вариантом из обследуемых. В данном варианте обработка почвы производилась методом создания холмика в площадке после предварительного удаления задернелых участков.

Опыт создания первых лесных культур методом посева семян в северотаежных условиях показал, что лесовосстановление может быть удачным и при этом формируются высокопроизводительные древостои.

Таким образом, результаты нашей работы дополняют существующие лесохозяйственные знания о лесовосстановлении сосновых лесов на Европейском Севере России.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ / REFERENCES

1. *Алексеев С.В.* К вопросу о плодоношении и искусственном возобновлении лесов Севера. Архангельск: Сев. краевое изд-во, 1932. 48 с. [Alekseev S.V. *To the Issue of Fruiting and Artificial Renewal of Forests in the North*. Arkhangelsk, Severnoye kraevoye izdatel'stvo, 1932. 48 p.]
2. *Анучин Н.П.* Лесная таксация. М.: Лесн. пром-сть, 1982. 552 с. [Anuchin N.P. *Forest Inventory*. Moscow, Lesnaya promyshlennost' Publ., 1982. 552 p.]
3. *Борисов В.И.* Особенности выращивания сосны на Севере // Лесн. хоз-во. 1964. № 1. С. 38–41. [Borisov V.I. Features of Pine Growing in the North. *Lesnoye khozyaystvo*, 1964, no. 1, pp. 38–41].
4. *Гусев И.И., Калинин В.И., Неволин О.А., Нефедов Н.М., Шишкин Н.А.* Полевой справочник таксатора: (Для таежных лесов Европейского Севера). Вологда: Сев.-зап. кн. изд-во, 1971. 196 с. [Gusev I.I., Kalinin V.I., Nevolin O.A., Nefedov N.M.,

Shishkin N.A. *Estimator's Field Handbook (For Taiga Forests of the European North)*. Vologda, Severo-zapadnoye knizhnoye izdatel'stvo, 1971. 196 p.].

5. *Инамов Л.Ф.* Опытные культуры С.В. Алексеева. Архангельск: 2003. 100 с. [Pratov L.F. *Experimental Forest Crops Named after S.V. Alekseev*. Arkhangelsk, 2003. 100 p.].

6. Об утверждении Перечня лесорастительных зон и Перечня лесных районов Российской Федерации: приказ Минприроды России от 18.08.2014 № 367. Режим доступа: gosleshoz.gov.ru (дата обращения: 30.01.2019). [Order of the Ministry of Natural Resources of the Russian Federation "On Approval of the List of Forest Site Zones of the Russian Federation and the List of Forest Districts of the Russian Federation" of August 18, 2014. No. 367].

7. *Прокопьев М.Н.* Культуры С.В. Алексеева в Обозерском лесхозе. М.: ЦБНТИ-лесхоза, 1977. 30 с. [Prokop'yev M.N. *Forest Crops Named after S.V. Alekseev in Obozerskiy Forestry*. Moscow, TsBNTI-leskhoza Publ., 1977. 30 p.].

8. *Прокопьев М.Н.* Культуры сосны в таежной зоне. М.: Лесн. пром-сть, 1981. 136 с. [Prokop'yev M.N. *Pine Crops in the Taiga Zone*. Moscow, Lesnaya Promyshlennost' Publ., 1981. 136 p.].

9. *Редько Г.И., Бабич Н.А.* Рукотворные леса Европейского Севера. Архангельск: Сев.-Зап. кн. изд-во, 1991. 94 с. [Red'ko G.I., Babich N.A. *Artificial Forests of the European North*. Arkhangelsk, Severo-zapadnoye knizhnoye izdatel'stvo, 1991. 94 p.].

10. Aleksandrowicz-Trzcińska M., Drozdowski S., Wołczyk Z., Bielak K., Żybura H. Effects of Reforestation and Site Preparation Methods on Early Growth and Survival of Scots Pine (*Pinus sylvestris* L.) in South-Eastern Poland. *Forests*, 2017, vol. 8(11), art. 421. DOI: [10.3390/f8110421](https://doi.org/10.3390/f8110421)

11. Archibold O.W., Acton C., Ripley E.A. Effect of Site Preparation on Soil Properties and Vegetation Cover, and the Growth and Survival of White Spruce (*Picea glauca*) Seedlings, in Saskatchewan. *Forest Ecology and Management*, 2000, vol. 131, iss. 1-3, pp. 127–141. DOI: [10.1016/S0378-1127\(99\)00205-4](https://doi.org/10.1016/S0378-1127(99)00205-4)

12. De Chantal M., Leinonen K., Ilvesniemi H., Westman C.J. Combined Effects of Site Preparation, Soil Properties, and Sowing Date on the Establishment of *Pinus silvestris* and *Picea abies* from Seeds. *Canadian Journal of Forest Research*, 2003, vol. 33, no. 5, pp. 931–945. DOI: [10.1139/x03-011](https://doi.org/10.1139/x03-011)

13. Hyytiäinen K., Ilomäki S., Mäkelä A., Kinnunen K. Economic Analysis of Stand Establishment for Scots Pine. *Canadian Journal of Forest Research*, 2006, vol. 36, no. 5, pp. 1179–1189. DOI: [10.1139/x06-023](https://doi.org/10.1139/x06-023)

14. Krakau U.K., Liesebach M., Aronen T., Lelu-Walter M.A., Schneck V. Scots Pine (*Pinus sylvestris* L.). *Forest Tree Breeding in Europe*. Ed. by L.E. Pâques. Dordrecht, Springer, 2013, pp. 267–323. DOI: [10.1007/978-94-007-6146-9\\_6](https://doi.org/10.1007/978-94-007-6146-9_6)

15. Löf M., Dey D.C., Navarro R.M., Jacobs D.F. Mechanical Site Preparation for Forest Restoration. *New Forests*, 2012, vol. 43, iss. 5-6, pp. 825–848. DOI: [10.1007/s11056-012-9332-x](https://doi.org/10.1007/s11056-012-9332-x)

16. MacKenzie M.D., Schmidt M.G., Bedford L. Soil Microclimate and Nitrogen Availability 10 Years after Mechanical Site Preparation in Northern British Columbia. *Canadian Journal of Forest Research*, 2005, vol. 35, no. 8, pp. 1854–1866. DOI: [10.1139/X05-127](https://doi.org/10.1139/X05-127)

17. Mäkitalo K. Effect of Site Preparation and Reforestation Method on Survival and Height Growth of Scots Pine. *Scandinavian Journal of Forest Research*, 1999, vol. 14, iss. 6, pp. 512–525. DOI: [10.1080/02827589908540816](https://doi.org/10.1080/02827589908540816)

18. Munson A.D., Timmer V.R. Soil Nitrogen Dynamics and Nutrition of Pine Following Silvicultural Treatments in Boreal and Great Lakes – St. Lawrence Plantations. *Forest Ecology and Management*, 1995, vol. 76, iss. 1-3, pp. 169–179. DOI: [10.1016/0378-1127\(95\)03547-N](https://doi.org/10.1016/0378-1127(95)03547-N)

19. Nilsson U., Örlander G. Vegetation Management on Grass-Dominated Clearcuts Planted with Norway Spruce in Southern Sweden. *Canadian Journal of Forest Research*, 1999, vol. 29, no. 7, pp. 1015–1026. DOI: [10.1139/x99-071](https://doi.org/10.1139/x99-071)

20. Wallertz K., Malmqvist C. The Effect of Mechanical Site Preparation Methods on the Establishment of Norway Spruce (*Picea abies* (L.) Karst.) and Douglas Fir (*Pseudotsuga menziesii* (Mirb.) Franco) in Southern Sweden. *Forestry*, 2013, vol. 86, iss. 1, pp. 71–78. DOI: [10.1093/forestry/cps065](https://doi.org/10.1093/forestry/cps065)

21. Wennström U., Bergsten U., Nilsson J.-E. Seedling Establishment and Growth after Direct Seeding with *Pinus sylvestris*: Effects of Seed Type, Seed Origin, and Seeding Year. *Silva Fennica*, 2007, vol. 41, no. 2, pp. 299–314. DOI: [10.14214/sf.298](https://doi.org/10.14214/sf.298)

22. Willoughby I., Jinks R.L., Kerr G., Gosling P.G. Factors Affecting the Success of Direct Seeding for Lowland Afforestation in the UK. *Forestry*, 2004, vol. 77, iss. 5, pp. 467–482. DOI: [10.1093/forestry/77.5.467](https://doi.org/10.1093/forestry/77.5.467)

## GROWTH AND PRODUCTIVITY OF PINE FOREST CROPS NAMED AFTER S.V. ALEKSEEV IN THE EUROPEAN NORTH OF RUSSIA

*D.N. Soldatova*<sup>1</sup>, Postgraduate Student, Senior Specialist; ORCID: [0000-0001-7865-4969](https://orcid.org/0000-0001-7865-4969)  
*A.S. Ilintsev*<sup>2</sup>, Candidate of Agriculture, Research Scientist; ResearcherID: [N-6286-2019](https://orcid.org/N-6286-2019),  
ORCID: [0000-0003-3524-4665](https://orcid.org/0000-0003-3524-4665)

<sup>1</sup>Ministry of Natural Resources and Forest Industry Complex of Arkhangelsk Region, ul. Yuचेyskogo, 18, Arkhangelsk, 163000, Russian Federation; e-mail: dashas38@yandex.ru

<sup>2</sup>Northern Research Institute of Forestry, ul. Nikitova, 13, Arkhangelsk, 163062, Russian Federation; e-mail: a.ilintsev@narfu.ru

Sowing and planting of forests in the European North are the most important silvicultural treatment that guarantee the regeneration of coniferous species in present-day conditions. Lack of relevant information on the historical experience of forest crop development and current state of such objects is an indicator of a certain information vacuum. The research purpose was to assess growth and productivity of experimental forest crops of pine of the northern arborist S.V. Alekseev developed by the sowing method in 1927–1930 and to compare them with natural stands. The research was carried out at the stationary site “Experimental Forest Crops of Pine named after S.V. Alekseev”, which is located in the central part of Arkhangelsk region. The oldest experimental forest crops in the European North of Russia grow on the site. S.V. Alekseev used different forest crops in order to choose rational ways of their development. We examined forest crops at 4 permanent sample plots in 2018. Collection, processing and analysis of field data was carried out according to the methods generally accepted in forest inventory. The following parameters were determined: average diameter and height, relative and absolute density, quality class, standing volume, stand composition, mean increment, and current mean periodic increment. The dynamics of inventory parameters of forest crops for the period from 1999 to 2018 shows that all forest elements are in a phase of active growth. Over the 19-year period, the share of pine in the stand decreased by 3–10 %, while the share of spruce and birch increased by 3–7 % and by 2–3 %, respectively. Herewith the number of trees of all species decreased by 3–36 % and amounted to 1420–1952 pcs/ha in forest crops. The total cross-sectional area increased by 3.6–11.6 m<sup>2</sup>/ha. The standing volume increased by 88–133 m<sup>3</sup>/ha. The current mean periodic increment of forest crops ranged from 4.6 to 7.0 m<sup>3</sup>/ha. Analysis of the inventory parameters of the studied stands shows that forest crops are not inferior in growth to normal pine stands of Arkhangelsk region. The total density of forest crops exceeds the density of normal pine stands by 29.4–125.7 %. The total standing volume of forest crops have reached

high levels by the age of 90. The total standing volume of forest crops is 416–444 m<sup>3</sup>/ha, including pine (284–342 m<sup>3</sup>/ha). The mean increment of forest crops is 4.6–5.0 m<sup>3</sup>/ha, including pine (3.2–3.8 m<sup>3</sup>/ha). Forest crops growing on the 3rd sample plot (option 8) are the best option among those examined by productivity according to the complex of inventory parameters (density, standing volume, increment, pine share in the composition). The experiments of S.V. Alekseev show that the sowing method can provide guaranteed reforestation of pine in the European North.

**For citation:** Soldatova D.N., Ilintsev A.S. Growth and Productivity of Pine Forest Crops Named after S.V. Alekseev in the European North of Russia. *Lesnoy Zhurnal* [Russian Forestry Journal], 2020, no. 1, pp. 99–112. DOI: 10.37482/0536-1036-2020-1-99-112

**Funding:** The study was carried out with the financial support from the Ministry of Education and Science of Arkhangelsk Region within the framework of the competition of scientific projects “Young Scientists of Pomorye” (project No. 11-2019-02a).

**Acknowledgments:** We gratefully acknowledge A.P. Bogdanov, R.A. Ershov, Yu.S. Bykov, and A.V. Paramonov for participation in the collection of field material, as well as scientific supervisors prof. N.A. Babich and prof. S.V. Tret'yakov for methodological assistance.

**Keywords:** forest crops, Scots pine, sowing method, increment, productivity, standing volume, natural monument of regional significance.

Поступила 14.03.19 / Received on March 14, 2019

---