

DOI: 10.15393/j2.art.2025.8263

УДК 630*232.411 : 630*174.754 (470.51/.54)

Статья

Обоснование перспективного вида и возраста посадочного материала при создании культур сосны на Среднем Урале

Терехов Геннадий Григорьевич

доктор сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник, Ботанический сад УрО РАН (Российская Федерация), terekhov_g_g@mail.ru

Пеньчугов Вениамин Павлович

начальник участка, Екатеринбургское лесничество (Российская Федерация), veniamin_66@mail.ru

Андреева Елена Михайловна

кандидат биологических наук, старший научный сотрудник, Ботанический сад УрО РАН (Российская Федерация), e_m_andreeva@mail.ru

Стеценко Светлана Карленовна

кандидат биологических наук, старший научный сотрудник, Ботанический сад УрО РАН (Российская Федерация), stets_s@mail.ru

Получена: 27 ноября 2024 / Принята: 15 января 2025 / Опубликовано: 29 января 2025

Аннотация: Целью исследований являлось обоснование перспективного вида (сеянцы и саженцы с открытой и закрытой корневой системой) посадочного материала при создании культур хвойных пород в лесах Муниципального специализированного автономного учреждения «Екатеринбургское лесничество». Установлено, что при выкопке, погрузке, транспортировке и разгрузке на лесокультурную площадь крупномерных 4—5-летних сеянцев сосны (из подроста) с комом почвы происходит потеря их корневой системы, прежде всего мелких корней, что делает процесс приживания более длительным, а текущий прирост центрального побега замедленным. Потеря корней при выкопке в питомнике и доставке к месту посадки 2-летних сеянцев минимизирована, приживание завершается в более короткий срок. Повышенная густота (4000 шт./га) 2-летних сеянцев сосны способствует более ранней сомкнутости крон, что позволяет уменьшить кратность агротехнических уходов и проявлять большую устойчивость к возобновившимся лиственным породам.

Высота пятилетних культур сосны, созданных из 2-летних и крупномерных сеянцев, имела близкие значения, а в 7-летних культурах основные морфометрические показатели деревьев сосны были достоверно больше в вариантах из 2-летних сеянцев. Стоимость создания и выращивания культур сосны из крупномерных сеянцев с комом дороже в 10—20 раз, чем из 2-летних сеянцев. Таким образом, создание культур сосны из 2-летних сеянцев является более перспективным как с лесоводственной, так и с экономической точки зрения.

Ключевые слова: растительные культуры; сосна обыкновенная; саженцы; сеянцы; приживаемость; рост; стоимость создания культур

DOI: 10.15393/j2.art.2025.8263

Article

Substantiation of the promising type and age of pine when developing forest plantations in the Middle Urals

Gennady Terekhov

Dr. Sc. in agriculture, senior researche, Botanical Garden of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences (Russian Federation), terekhov_g_g@mail.ru

Veniamin Penchugov

head of section, Ekaterinburg Forestry (Russian Federation), veniamin_66@mail.ru

Elena Andreeva

Ph. D. in biology, Botanical Garden of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences (Russian Federation), e_m_andreeva@mail.ru

Svetlana Stetsenko

Ph. D. in biology, Botanical Garden of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences (Russian Federation), stets_s@mail.ru

Received: 27 November 2024 / Accepted: 15 January 2025 / Published: 29 January 2025

Abstract: The aim of the research was to substantiate a promising species (seedlings and saplings with open and closed root systems) to plant coniferous forests in the Municipal Specialized Autonomous Institution «Ekaterinburg Forestry». It was found that when lifting, loading, transporting and unloading large-sized 4—5-year-old pine root-balled seedlings on a forest cultivation area, their root system is lost, primarily fine roots. Therefore the processes of root-taking and basic increment of the central shoot slow down. The loss of roots during lifting in the nursery and delivery to the planting site of 2-year-old seedlings is minimized and root-taking process is completed in a shorter time. The increased density (4000 pcs./ha) of 2-year-old pine seedlings contributes to earlier canopy closure, thus resulting in reducing the frequency of agrotechnical care and developing greater resistance to renewed deciduous species. The height of five-year-old pine plants grown from 2-year-old and large-sized seedlings had similar values, and in 7-year-old trees the main morphometric indicators of pine trees were significantly higher in the variants from 2-year-old seedlings. The cost of growing pine trees from large-sized seedlings with a root-balled system is 10—20 times more

expensive than that from 2-year-old seedlings. Thus, growing trees from 2-year-old pine seedlings is more promising from both forestry and economic points of view.

Keywords: species; Scots pine; seedlings; seedlings; survival rate; growth; cost of creating crops

1. Введение

Качество искусственного лесовосстановления определяется многими факторами, влияющими на технологические процессы лесокультурного производства, в т. ч. видом и возрастом посадочного материала, обладающего хорошей жизнеспособностью и нормальным развитием всех частей растения в соответствии с генетической природой древесного вида [1—4]. Успешность лесовосстановления тесно связана с использованием региональных интенсивных технологий производства различного посадочного материала и создания лесных культур [5], [6].

Общая площадь городских лесов Муниципального специализированного автономного учреждения (МСАУ) «Екатеринбургское лесничество» 2934,8 га [7]. Территория лесничества относится к Средне-Уральскому таёжному лесному району таёжной лесорастительной зоны, а по лесорастительному районированию расположена в подзоне южно-таёжных лесов Свердловской области [8].

Леса Екатеринбургского лесничества отнесены к защитным, поэтому рубки по главному пользованию в них, кроме санитарной, запрещены. Но в последние годы в спелых и перестойных высокобонитетных древостоях сосняков ягодниковых и разнотравных стали регулярно появляться несанкционированные (самовольные) рубки только лучших хвойных деревьев. Кроме того, ежегодно на территории городских лесов происходят природные пожары с последующими санитарными рубками. Вырубки в начальный период чаще всего восстанавливаются древесными и кустарниковыми лиственными видами либо зарастают травяным покровом, тем самым препятствуя активному появлению самосева сосны. В целях недопущения смены коренных сосновых лесов на малоценные мелколиственные Екатеринбургское лесничество создаёт на вырубках культуры сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.).

Целью исследований является обоснование перспективного вида и возраста посадочного материала сосны при создании культур в городских лесах.

2. Материалы и методы

Исследования культур сосны обыкновенной 1—8-летнего возраста проведены в двух смежных лесничествах — Екатеринбургском (участки 1, 3, 11, 12 и 13) и Берёзовском (участки 4—10) на временных пробных площадях (ВПП) согласно общепринятым методикам [9], [10]. Изучен посадочный материал сосны обыкновенной: 2-летние сеянцы, 4-летние саженцы с закрытой корневой системой (2 + 2; 2 года — в посевном отделении + 2 года — в полиэтиленовом контейнере) и укрупнённые 4—5-летние сеянцы (из подроста), выкопанные с комом под ЛЭП, вдоль дорог, на просеках. У посадочного материала и прижившихся растений в 1—3-летних культурах изучали морфометрические показатели и массу надземной части и корневой системы (в сухом виде), в культурах более старшего возраста — только морфометрические показатели ствола и кроны на ВПП. Экономическое

обоснование искусственного лесовосстановления приведено согласно Межотраслевым типовым нормам выработки [11]. Полученные результаты обработаны современными статистическими методами с использованием программы Statistica 10.0.

3. Результаты

Из ведомственных материалов следует, что культуры сосны в Екатеринбургском лесничестве создают преимущественно укрупнённым посадочным материалом: 4—5-летние сеянцы (из подроста) с комом почвы и 4-летние саженцы, выращенные в собственном питомнике, а в соседнем, Берёзовском, лесничестве — 2-летними сеянцами с открытой корневой системой. Исходная густота культур из укрупнённого посадочного материала составляла 2 тыс. шт./га, двухлетних сеянцев — 3,9—4,2 тыс. шт./га.

Характеристика посадочного материала сосны, используемого при закладке культур сосны в Екатеринбургском и Берёзовском лесничествах, приведена в таблице 1. Отмечено, что 2-летние сеянцы сосны по высоте и диаметру стволика в питомнике Берёзовского лесничества достигли норматива [12], а одновозрастные сеянцы сосны Екатеринбургского лесничества не достигали нормативных показателей. Одну часть их (изреженную) оставляют в посевном отделении питомника ещё на год (для доращивания), другую часть помещают в полиэтиленовые контейнеры объёмом 2,2 дм³ (высотой 14,5 см), куда затем насыпают почвенный субстрат, состоящий из лесной свежей почвы, песка и торфа. Контейнеры с саженцами находятся на открытом месте питомника 2 года, за саженцами проводят все необходимые агротехнические уходы. За 2 года внутри контейнера образуется плотный почвенный монолит с очень густо переплетённой корневой системой, при транспортировке он не подвергается распаду, а корни не испытывают подсушки.

Внешний вид посадочного материала приведён на фото 1. После размачивания монолита длина корневого пучка 4-летних (2 + 2) саженцев с закрытой корневой системой достигает 65 см, а стержневого корня — 55 см. Посадка таких саженцев с густо переплетённой корневой системой в посадочную щель как при механизированной, так и ручной посадке под меч Колесова невозможна, поэтому посадку этих саженцев проводят сформировавшимися монолитами в заранее приготовленные вручную ямки. Объём используемого контейнера оправдан, т. к. с увеличением объёма почвенного субстрата возрастает масса сеянцев, что положительно влияет на рост культур [13].

Соотношение надземной части растений к корням у 2-летних сеянцев было 3,5—3,9; 4-летних саженцев — 2,6, а 4-летних сеянцев с комом — 8,1. Известно, что для приживания посадочного материала в культурах надёжным показателем качества является соотношение надземной и подземной фитомассы, оптимальным для хвойных пород считается соотношение 2:1—3:1 [14]. В данных условиях оно сильно нарушено, прежде всего, у укрупнённых сеянцев с комом.

Таблица 1. Характеристика посадочного материала сосны

Table 1. Characteristics of pine plants

Высота стволика, см			Диаметр корневой шейки, мм	Длина корневого пучка, см	Масса, г		А/В
средняя	<i>min</i>	<i>max</i>			надземной части (А)	корневой системы (В)	
Питомник Берёзовского лесничества (пос. Красный Аduit), 2-летние сеянцы							
10,9 ± 0,46	5,0	18,1	2,3 ± 0,07	17,7 ± 0,46	0,91 ± 0,015	0,23 ± 0,06	3,9
Питомник Екатеринбургского лесничества, 2-летние сеянцы							
6,8 ± 0,23	4,5	9,5	1,6 ± 0,05	12,5 ± 0,35	0,35 ± 0,029	0,1 ± 0,005	3,5
4-летние (2 + 2) саженцы							
27,8 ± 0,84	14,0	42,5	5,1 ± 0,19	65,3 ± 3,86	4,9 ± 0,31	1,9 ± 0,36	2,6
4-летние сеянцы с комом							
48,3 ± 5,11	34,1	67,2	12,1 ± 0,32	18,3 ± 0,98	29,9 ± 1,36	3,7 ± 0,22	8,1



а

б

в

Фото 1. Посадочный материал сосны: *а* — 4-летние саженцы (2 + 2), *б* — 4—5-летние сеянцы с распавшимся монолитом, *в* — 2-летние сеянцы из питомника Берёзовского лесничества [фото авторов]

Photo 1. Pine trees: **(a)** 4-year-old seedlings (2+2), **(b)** 4—5-year-old seedlings with a disintegrated monolith, **(c)** 2-year-old seedlings from the Berezovsky forestry nursery

У подростка (сеянцев) сосны к 5-летнему возрасту вокруг стержневого корня образуется большое количество корней первого и второго порядка ветвления, которые имеют наибольшее распространение в горизонтальном направлении. При вырезании почвенного монолита размером $0,2 \times 0,2 \times 0,2$ м с помощью лопаты часто происходит обрыв стержневого и многих мелких активных корней второго и последующего порядков ветвления. Почвенные монолиты с корневой системой не упаковываются и не укрываются. В период погрузочно-разгрузочных работ и транспортировки по бездорожью на лесокультурную площадь большинство монолитов распадается, происходит дополнительная потеря (обрыв) мелких корней. Их длительное пребывание в открытом состоянии при высокой температуре воздуха в ветреную погоду способствует подсушиванию корней. Известно, что наблюдается хорошая приживаемость и активное последующее развитие надземной части растения, если при выкопке сохраняется не менее 50 % физиологически активных (мелких) корней. Потеря таких корней, по мнению ряда авторов, снижает не только приживаемость, но и интенсивность роста в культурах в первые годы после посадки [3], [14].

Посадка укрупнённых сеянцев с распавшимися монолитами в приготовленные ямки не обеспечивает плотное соприкосновение оголённой корневой системы с окружающей почвой, а образовавшаяся корочка из сухой почвы по дну и стенкам ям ведёт к удлинению процесса приживания саженцев, а иногда — и к отпаду. У некоторых укрупнённых сеянцев сосны из подростка после посадки отмечена гибель верхушечной почки, особенно если их выкапывали, когда побеги имели рост, либо между выкопкой и посадкой прошло много времени и почва, вырезанного монолита, оказалась подсушена. Так, в год посадки культур (2019 г.) гибель верхушечной почки после её разверзания была отмечена у 35 % сеянцев сосны. Вероятность замены центрального побега в таком случае высока, однако это может существенно тормозить процесс адаптации саженцев на лесокультурном участке либо приводит к гибели сеянца (фото 2).

При выкопке двухлетних сеянцев сосны механизированным способом (выкопчной скобой или плугом) в питомнике сохраняется стержневой корень и минимизируется потеря мелких всасывающих корней (см. фото 1). Корневая система 2-летних сеянцев легко консервируется в глиняном растворе, что исключает подсушивание её при транспортировке к месту посадки даже на значительные расстояния. При механизированной либо ручной посадке под меч Колесова корневая система сеянцев опускается на глубину до 35 см. У неё исключается загиб стержневого корня и путём зажима обеспечивается плотное соприкосновение корней со свежими (по режиму увлажнения) почвенными горизонтами, тем самым исключается их подсушивание, и они быстрее адаптируются к новым условиям.

Изучение культур сосны 1—8-летнего возраста свидетельствует, что приживаемость растений в первый год после посадки в большинстве случаев превышала 85 %. Через год в сосняке ягодниковом она составила (таблица 2) в культурах из 2-летних сеянцев 82—96 %, из 4-летних укрупнённых сеянцев с комом — 87—90 % и из 4-летних саженцев — 57 %; в сосняке разнотравном показатели приживаемости культур из этих видов посадочного

материала были близкими к предыдущему типу леса. Текущая густота растений на некоторых участках уже в 2-летних культурах из укрупнённого посадочного материала оказалась менее 2000 шт./га. Далее она продолжит снижаться и к возрасту 8 лет (перевода культур в земли, покрытые лесом) здоровых растений сохранилось менее 1,5 тыс. шт./га [12], поэтому необходимо дополнение отпавших растений, начиная с третьего года.



Фото 2. Состояние укрупнённых сеянцев из 5-летнего подроста через 3 месяца после посадки (тип леса сосняк ягодниковый) [фото авторов]

Photo 2. The condition of enlarged seedlings from 5-year-old underwood 3 months after planting (forest type: berry pine forest)

Какой-либо закономерности в приживаемости культур сосны, созданных из разного вида и возраста посадочного материала, установить пока невозможно, поскольку подготовку посадочного материала и посадку проводили на арендованных участках разные исполнители работ, не всегда имевшие достаточную квалификацию и опыт при посадке.

Основной причиной отпада укрупнённых сеянцев и саженцев являлась малая глубина посадочных ям, не соответствующая высоте монолитов, и сухость почвы по дну и стенкам в них, когда их подготавливали заранее. Отпад укрупнённых сеянцев (с рассыпавшимися монолитами) происходил из-за слабого уплотнения (зажима) корней с окружающей почвой при наступивших в послепосадочный период аномально засушливых явлениях, особенно в сосняке ягодниковом с мелкими почвами. О влиянии высокой температуры в дне борозды и невысокой относительной влажности почвы как причины низкой приживаемости сеянцев сосны обыкновенной в год посадки указывали ранее, отмечая при этом высокую сохранность самосева сосны на прилегающих территориях [16].

Таблица 2. Характеристика исследованных культур сосны

Table 2. Characteristics of the studied pine species

Номер участка — возраст культур, лет	Расстояние между растениями, м		Приживаемость, %	Текущая густота, шт./га	Возобновление лесообразующих пород, шт./га	
	в ряду	между рядами			сосна	берёза, осина
Сосняк ягодниковый						
1* — 2	1,7 ± 0,03	2,5 ± 0,11	89	1780	4969	664
3* — 1	1,7 ± 0,05	2,7 ± 0,10	97	1940	3164	848
4 — 2	0,7 ± 0,03	3,0 ± 0,05	88	3443	4232	226
7 — 8	0,6 ± 0,02	4,1 ± 0,18	51	2033	3242	1766
8 — 1	0,6 ± 0,02	4,5 ± 0,26	83	3486	1186	988
9 — 7	0,6 ± 0,02	3,0 ± 0,06	89	3553	3156	2098
10 — 4	0,6 ± 0,03	4,4 ± 0,13	61	1972	2405	848
11** — 7	1,6 ± 0,06	3,1 ± 0,10	68	1355	2080	1480
12** — 2	1,9 ± 0,19	2,6 ± 0,20	57	1154	811	930
Сосняк разнотравный						
5 — 2	0,8 ± 0,05	3,1 ± 0,06	68	2657	746	832
6 — 3	0,7 ± 0,01	3,4 ± 0,12	79	3160	498	688
13** — 2	1,8 ± 0,13	3,5 ± 0,29	63	1590	360	1530

Примечание. Культуры из: * — укрупнённых 4—5-летних семян с комом; ** — 4-летних саженцев; остальные — из 2-летних семян.

Дополнение культур сосны из 2-летних семян сделать не сложно, в то же время из укрупнённых семян и саженцев — крайне затруднительно. Прежде всего, из-за того, что доставка посадочного материала во внутрь лесокультурного участка возможна лишь механизированным способом, а это вызовет дополнительный отпад посаженных растений при работе транспортных средств и значительное удорожание лесокультурных работ. Возобновление лиственных пород на вырубке первого десятилетия не создаёт угрозу затенения культур сосны, осветление их пока не требуется.

Морфометрические показатели молодых растений сосны в 2-летних культурах, созданных 2-летними сеянцами, в С яг. и С ртр. свидетельствуют о том, что достоверно лучшие показатели роста в С ртр., но пока лишь по высоте (таблица 3).

Изучение роста одновозрастных (7-летних) культур сосны, созданных 5-летними сеянцами с комом (участок № 11) и 2-летними сеянцами с открытой корневой системой (участок № 9) в С яг., показало, что средняя высота деревьев в первых культурах достигла 171 см, во вторых — 232 см. Текущая густота 3,6 тыс. шт./га и высота 2,2 м на участке № 9

превышают нормативные показатели 8-летних культур сосны, что позволяет заранее перевести этот участок в категорию земель, покрытых лесом. Различие между ними достоверно также по диаметру ствола и проекции кроны.

Таблица 3. Морфометрические показатели культур сосны в 2019 г.

Table 3. Morphometric indicators of pine species in 2019

Номер участка	Возраст, лет	Диаметр ствола, мм		Высота, см	Проекция кроны, см	
		на высоте 0,1 м	на высоте 1,3 м		вдоль ряда	поперёк ряда
Сосняк ягодниковый						
3	1	12,8 ± 0,38	—	53,0 ± 1,24	28,6 ± 0,99	26,7 ± 0,82
8	1	4,0 ± 0,13	—	16,7 ± 0,15	—	—
1	2	14,8 ± 050	—	86,6 ± 2,09	48,1 ± 1,38	46,6 ± 1,41
4	2	3,8 ± 0,13	—	19,0 ± 0,84	5,9 ± 0,60	5,7 ± 0,61
10	4	8,7 ± 0,47	—	42,2 ± 1,48	14,7 ± 0,99	13,3 ± 0,91
9	7	52,4 ± 1,17	26,0 ± 1,01	221,7 ± 4,83	112,7 ± 3,07	124,4 ± 2,73
11	7	42,3 ± 1,01	15,6 ± 0,71	170,9 ± 3,47	92,4 ± 1,72	94,6 ± 1,89
Достоверность различий между участками № 9 и № 11 (t _{0.01} = 2.62)						
t _{факт.} =		6,5	9,7	8,5	5,9	9,0
7	8	47,9 ± 1,32	25,9 ± 1,18	232,0 ± 6,25	111,0 ± 3,23	125,5 ± 3,28
Сосняк разнотравный						
5	2	4,1 ± 0,16	—	22,4 ± 0,29	7,7 ± 0,61	7,5 ± 0,63
6	3	4,8 ± 0,18	—	25,3 ± 0,19	8,4 ± 0,73	8,0 ± 0,64
Достоверность различий между участками № 4 и № 5 (t _{0.01} = 2.62)						
—	t _{факт.} =	0,15	—	3,8	2,0	1,9

Кроны деревьев сосны в 7-летних культурах из 2-летних семян (шаг посадки 0,6 м) сомкнулись в рядах 3 года назад, продолжается их перекрытие и уплотнение. Образовалась плотная стена по отношению к естественному возобновлению. Проекция кроны в культурах из крупномерных семян составляет менее 1 м, её сомкнутость при шаге посадки 1,6 м наступит не ранее 11—12-летнего возраста культур. За ними потребуется дополнительный лесоводственный уход.

Текущий прирост 7-летних культур сосны, созданных из разного посадочного материала, приведён на рисунке. Откуда видно, что в первые 4 года у 5-летних семян сосны с комом после пересадки прирост даже немного снижался и лишь на 5-й год он заметно увеличился, видимо, после регенерации (восстановления) корневой системы и её проникновения в почвенные горизонты. В культурах из 2-летних семян с открытой корневой системой прирост центрального побега на 2-й год увеличился от 12 до 20 см. Величина такого прироста свидетельствует об окончании приживаемости семян в новых условиях и более благоприятном функционировании надземной части и корневой системы (пластические

вещества для построения стволика). Средняя высота деревьев сосны в 7-летних культурах из 2-летних сеянцев превышает 2 м, из 5-летних укрупнённых сеянцев она на 0,5 м меньше. Ранее было показано, что использованные в качестве посадочного материала растения сосны с открытой корневой системой, у которых начальная высота была меньше, имеют лучшее качество, поскольку их выживаемость выше, а скорость роста аналогична таковой у растений с большей начальной высотой [17].

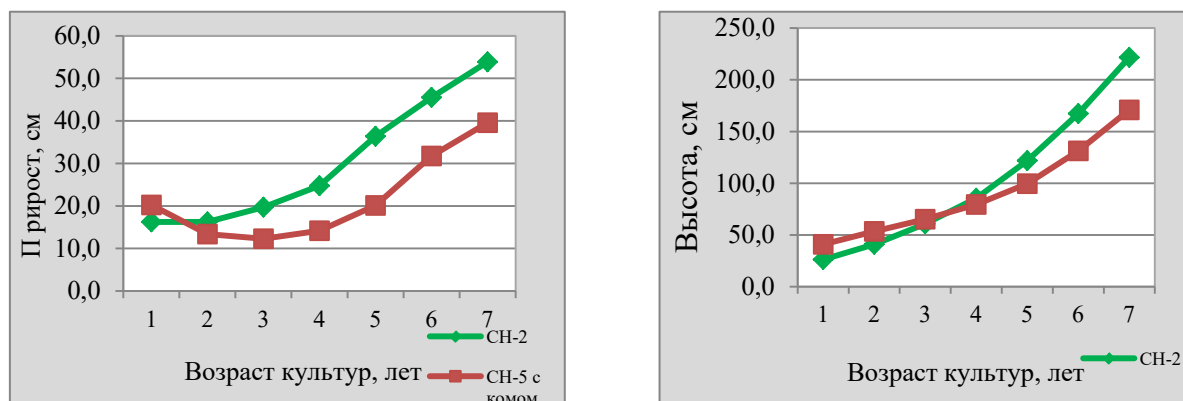


Рисунок. Динамика роста 7-летних культур сосны, созданных разным посадочным материалом в сосняке ягодниковом

Figure. Growth dynamics of 7-year-old pine species developed from different pine trees in a berry pine forest

4. Обсуждение и заключение

Лесовосстановление определяется экономическим развитием района (региона), но всегда на первом месте должны быть оптимальные варианты, которые определяют высокую лесоводственную и экономическую эффективность. По данным МСАУ «Екатеринбургское лесничество», стоимость 4—5-летнего сеянца с комом (из подроста) и 4-летнего саженца (2 + 2) с закрытой корневой системой, включая доставку к месту посадки, составляет 360 руб. за 1 экз. каждого вида; 2-летнего стандартного сеянца с открытой корневой системой — 3 руб./шт. Кроме того, подготовка ям для укрупнённого посадочного материала (не менее 2000 шт.), подвоз его, подножка и посадка — 40,25 руб. за одно растение, 2-летних сеянцев при ручной посадке под меч Колесова (не менее 4000 шт.) — 1,75 руб. Общая стоимость создания 1 га культур сосны из укрупнённого посадочного материала, с учётом обработки почвы, ухода за культурами сосны, транспортных расходов на перевозку посадочного материала, исполнителей работ, ручных инструментов, топливно-смазывающих материалов, составляет 978 тыс. руб., из 2-летних сеянцев с механизированной посадкой и уходами за культурами — 46 тыс. руб., а при ручной посадке и уходах с многократным использованием автотранспорта — 93 тыс. руб. Трудозатраты в первом варианте создания и выращивания 1 га культур сосны составили 50 чел.-дней и 10 машино-смен, во втором,

с механизированной посадкой и уходом за культурами, — 20 чел.-дней и 11 машино-смен, с ручной посадкой и уходами — 31 чел.-день и 9 машино-смен. Доля стоимости посадочного материала в первом варианте 74 %, в рекомендуемом варианте 26 % и 13 % от общих затрат.

Изучение посадочного материала показало, что у 4—5-летних крупномерных сеянцев с комом почвы при выкопке и транспортировке на лесокультурную площадь происходит потеря корневой системы, прежде всего мелких корней, что удлиняет процесс их приживания; такие растения в начальный момент имеют замедленный рост. Замену отпавших растений проводить очень сложно и дорого. Размещение растений в рядах через 1,6—1,7 м удлиняет срок смыкания крон, тем самым снижается устойчивость одиночных растений к возобновившимся лиственным породам.

Приживание 2-летних стандартных сеянцев после посадки проходит в более короткий срок, т. к. потеря корней в период выкопки и транспортировки минимизирована, что обеспечивает им с первых лет хороший рост. Через 7 лет после посадки основные морфометрические показатели деревьев сосны достоверно больше в культурах из 2-летних сеянцев. Их густое размещение (не менее 4000 шт./га) способствует более раннему смыканию крон. Ускоренное смыкание крон способствует интенсивному росту деревьев, что позволяет уменьшить кратность агротехнических уходов. Культуры сосны с плотно сомкнувшимися кронами в рядах проявляют большую устойчивость по отношению к естественному возобновлению древесных и кустарниковых пород.

Стоимость создания и выращивания культур сосны из 2-летних сеянцев с открытой корневой системой во много раз дешевле, чем из укрупнённого посадочного материала. Создание культур сосны обыкновенной 2-летними сеянцами является более перспективным как с лесоводственной, так и с экономической точки зрения в условиях Среднего Урала.

Благодарности

Авторы выражают благодарность заместителю директора МСАУ «Екатеринбургское лесничество» Метелеву Дмитрию Васильевичу за помощь в проведении полевых исследований.

Работа выполнена в рамках государственного задания ФГБУН «Ботанический сад УрО РАН».

Список литературы

1. Grossnickle S. C. Why seedlings survive: Influence of plant attributes // New Forests. 2012. Vol. 43 (5-6). P. 711—738. DOI: 10.1007/s11056-012-9336-6.
2. Grossnickle S. C., MacDonald J. E. Seedlings quality: history, application, and plant attributes // Forests. 2018. No. 9 (5). P. 1—23. DOI: 10.3390/f9050283.
3. The correlations between planting material quality and artificial pine plantations parameters / N. Sungurova, I. Popkova, S. Marich [et al.] // IOP Conference Series: Earth and Environmental

Science: IV scientific-technical conference «Forests of Russia: policy, industry, science and education». 2019. P. 012071. DOI: 10.1088/1755-1315/316/1/012071.

4. Пеккоев А. Н., Неронова Я. А. Влияние вида посадочного материала и способов обработки почвы на сохранность, рост и структуру древесины 24-летних культур ели // Известия Санкт-Петербургской лесотехнической академии. 2024. № 247. С. 42—55.
5. Мочалов Б. А., Бобушкина С. В. Лесокультурное производство — основа непрерывности лесопользования // Известия вузов. Лесной журнал. 2021. № 4. С. 80—96. DOI: 10.37482/-0536-1036-2021-4-80-96.
6. Дифференцированное применение посадочного материала при создании лесных культур / Е. М. Романов, А. Е. Самосудов, Т. В. Нуреева [и др.] // Вестник Поволжского государственного технологического университета. Серия: Лес. Экология. Природопользование. 2023. № 2 (58). С. 6—29.
7. URL: <https://лесничество.екатеринбург.рф/news>.
8. Колесников Б. П., Зубарева Р. С., Смолоногов Е. П. Лесорастительные условия и типы леса Свердловской области: Практич. руководство. Свердловск: УНЦ АН СССР, 1973. 176 с.
9. Огиевский В. В., Хиров А. А. Обследование и исследование лесных культур: Метод. пособие для лесоводов. М.: Лесн. пром-сть, 1964. 52 с.
10. ОСТ 56-69-83. Пробные площади лесоустроительные. Методы закладки. Изд. офиц. М., 1983. 60 с.
11. Межотраслевые типовые нормы выработки на лесокультурные работы, выполняемые в равнинных условиях: Приказ Министерства здравоохранения и социального развития Российской Федерации № 317 от 26 апр. 2006 г.
12. Об утверждении Правил лесовосстановления, состава проекта лесовосстановления, порядка разработки проекта лесовосстановления и внесения в него изменений: Приказ Министерства природных ресурсов и экологии Российской Федерации № 1014 от 4 дек. 2020 г. URL: <https://docs.cntd.ru/document/573123762> (дата обращения: 14.10.2024). Текст: электронный.
13. Гладинов А. Н., Коновалова Е. В., Содбоева С. Ч. Сравнительные результаты использования семян сосны обыкновенной с открытой и закрытой корневой системой при искусственном лесовосстановлении в условиях Западного Забайкалья // Успехи современного естествознания. 2021. № 11. С. 7—12.
14. Лесные культуры / А. Р. Родин, С. А. Родин, Е. А. Калашникова [и др.]. М.: МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2020. 210 с.
15. Дручинин Д. Ю., Драпалюк М. В. Зависимость размеров рабочего органа выкопчного орудия от морфометрических особенностей корневых систем выкапываемых растений // Resources and Technology. 2015. Т. 12, № 2. С. 109—119. DOI: 10.15393/j2.art.2015.3141.
16. Бартенев И. М. К вопросу создания лесных культур посадкой ПМЗК // Лесотехнический журнал. 2013. № 2 (10). С. 123—130.
17. Jäärats A., Tullus A., Seemen H. Growth and Survival of Bareroot and Container Plants of *Pinus sylvestris* and *Picea abies* During Eight Years in Hemiboreal Estonia // Baltic Forestry. 2016. No. 22 (2). P. 365—374.

References

1. Grossnickle S. C. Why seedlings survive: Influence of plant attributes. *New Forests*, 2012, vol. 43 (5-6), pp. 711—738. doi: 10.1007/s11056-012-9336-6.
2. Grossnickle S. C., MacDonald J. E. Seedlings quality: history, application, and plant attributes. *Forests*, 2018, no. 9 (5), pp. 1—23. doi: 10.3390/f9050283.

3. Sungurova N., Popkova I., Marich S., Alexandrova Y. The correlations between planting material quality and artificial pine plantations parameters. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science: IV scientific-technical conference «Forests of Russia: policy, industry, science and education»*, 2019, pp. 012071. doi: 10.1088/1755-1315/316/1/012071.
4. Pekkoiev A. N., Neronova Ya. A. The effects of the stocking material type and soil pre-treatment methods on survival, growth and wood structure in 24-year-old spruce crops. *Izvestia Sankt-Peterburgskoj Lesotekhnicheskoi Akademii*, 2024, issue 247, pp. 42—55. doi: 10.21266/2079-4304.2024.247.42-55. (In Russ.)
5. Mochalov B. A., Bobushkina S. V. Silvicultural Production as a Basis for Continuity of Forest Management. *Russian Forestry Journal*, 2021, no. 4, pp. 80—96. (In Russ.). doi: 10.37482/-0536-1036-2021-4-80-96. (In Russ.)
6. Romanov E. M., Samosudov A. E., Nureeva T. V., Bekmansurov M. V. Differentiated Use of Planting Stock in Establishing Forest Plantations. *Vestnik of Volga State University of Technology. Series: Forest. Ecology. Nature Management*, 2023, no. 2 (58), pp. 6—29. (In Russ.).
7. Available at: <https://лесничество.екатеринбург.рф/news>. (In Russ.)
8. Kolesnikov B. P., Zubareva R. S., Smolonogov E. P. *Forest-growing conditions and forest types of the Sverdlovsk region: A practical guide*. Sverdlovsk, UNC AN SSSR, 1973. 176 p. (In Russ.)
9. Ogievsky V. V., Khironov A. A. *Survey and study of forest crops: Methodological manual for foresters*. Moscow, Lesnaya Promyshlennost, 1964. 52 p. (In Russ.)
10. OST 56-69-83. Forest management sample areas. Methods of laying: Official publication. Moscow, 1983. 60 p. (In Russ.)
11. Inter-industry standard production rates for silvicultural work performed in flat conditions: Order of the Ministry of Health and Social Development of the Russian Federation dated April 26, 2006, no. 317. (In Russ.)
12. On approval of the Rules for reforestation, the composition of the reforestation project, the procedure for the development of the reforestation project and amendments to it: Order Ministry of Natural Resources and Environment of the Russian Federation dated December 4, 2020, no. 1014. Available at: <https://docs.cntd.ru/document/573123762> (accessed: 14.10.2024). Text. Image: electronic. (In Russ.)
13. Gladinov A. N., Konovalova E. V., Sodboeva S. CH. Results of a comparative analysis of the use of scottal pine seedlings with open and closed root system under artificial forest recovery in the conditions of Western Transbaikalie. *Achievements of modern natural science*, 2021, no. 11, pp. 7—12. (In Russ.)
14. Rodin A. R., Rodin S. A., Kalashnikova E. A., Vasiliev S. B. *Forest crops*. Moscow, MSTU im. N. E. Bauman, 2020. 210 p. (In Russ.)
15. Druchinin D., Drapalyuk M. Dependence of the dimensions of a plant lifter working tool on morphometric features of the lift plants root systems. *Resources and Technology*, 2015, vol. 12, no. 2, pp. 109—119. doi: 10.15393/j2.art.2015.3141. (In Russ.)
16. Bartenev I. M. On the Question of Creation of Forest Cultures by PMCR Planting. *Forestry Engineering journal*, 2013, no. 2, pp. 123—130. (In Russ.)
17. Jäärats A., Tullus A., Seemen H. Growth and Survival of Bareroot and Container Plants of *Pinus sylvestris* and *Picea abies* during Eight Years in Hemiboreal Estonia. *Baltic Forestry*, 2016, vol. 22, no. 2 (43), pp. 365—374.