

ОПЫТ МНОГОРОТАЦИОННОГО ВЫРАЩИВАНИЯ КОНТЕЙНЕРНОГО ПОСАДОЧНОГО МАТЕРИАЛА ДЛЯ ИСКУССТВЕННОГО ЛЕСОВОССТАНОВЛЕНИЯ В ТЕПЛИЦАХ С РЕГУЛИРУЕМЫМ МИКРОКЛИМАТОМ

А. С. Оплетев, Е. В. Жигулин, С. В. Залесов*

Уральский государственный лесотехнический университет
Российская Федерация, 620100, г. Екатеринбург, Сибирский тракт, 37
*E-mail: zalesovsv@m.usfeu.ru

Проанализированы возможности выращивания сеянцев сосны обыкновенной (Pinus sylvestris L.), лиственницы Сукачева (Larix sukaczewii Dyl.) и ели сибирской (Picea obovata Ledeb.) с закрытой корневой системой в теплицах с регулируемым микроклиматом. Экспериментально доказана возможность ежегодно выращивать несколько ротаций указанного посадочного материала. Отмечается, что если сеянцы сосны обыкновенной и лиственницы Сукачева достигают стандартных размеров за период выращивания в теплицах, то сеянцы ели сибирской нуждаются в доращивании.

Ключевые слова: лесовосстановление, посадочный материал, сеянцы, закрытая корневая система, теплицы.

Conifers of the boreal area. 2023, Vol. XLI, No. 2, P. 151–156

EXPERIENCE OF MULTI-ROTATION CULTIVATION OF CONTAINER PLANTING MATERIAL FOR ARTIFICIAL REFORESTATION IN GREENHOUSES WITH CONTROLLED MICROCLIMATE

A. S. Opletaev, E. V. Zhigulin, S. V. Zalesov*

Ural State Forestry University
37, Siberian Tract, Yekaterinburg, 620100, Russian Federation
*E-mail: zalesovsv@m.usfeu.ru

The possibilities of growing seedlings of Scots pine (Pinus sylvestris L.), Sukachev larch (Larix sukaczewii Dyl.) and Siberian spruce (Picea obovata Ledeb.) with a closed root system in greenhouses with a controlled microclimate are analyzed. The possibility of growing several rotations of the specified planting material annually was proved experimentally. It is noted that if seedlings of Scots pine and Sukachev larch reach standard sizes during the growing period in greenhouses, then seedlings of Siberian spruce need to be grown.

Keywords: reforestation, planting material, seedlings, closed root system, greenhouses.

ВВЕДЕНИЕ

Доминирование в практике лесопользования сплошнолесосечных рубок и наблюдающееся в последние годы увеличение площади лесных пожаров вызывает необходимость повышенного внимания к вопросам лесовосстановления. Из трех существующих способов лесовосстановления основным был и остается естественный с применением мер содействия путем сохранения в процессе проведения лесосечных работ подростка предварительной генерации, минерализации почвы, оставления обсеменителей, ограждения вырубок и химического ухода для снятия конкуренции всходам и подросту со стороны живого напочвенного покрова (ЖНП) и подлеска (Залесов, 2020). Однако в ряде случаев естественное лесовосстановление не позволяет достичь желаемых результатов по причине отсутствия подростка предварительной генерации, надежных обсеменителей, высокой

конкуренции со стороны подлеска, ЖНП и нежелательных древесных пород. Картина усугубляется из-за чрезвычайно большой максимально допустимой нормативно-правовыми документами ширины лесосек при сплошнолесосечных рубках (Об утверждении Правил ..., 2020).

Указанное, во избежание нежелательной смены пород, заболачивания или заустаривания вырубок и гарей, вызывает необходимость увеличения доли искусственного или комбинированного лесовосстановления. В РФ накоплен значительный опыт по искусственному лесовосстановлению в самых разных лесорастительных условиях (Залесов, 2002; Фрейберг, 2012; Залесов, 2013; Залесов, 2017). В то же время расширение масштабов искусственного лесовосстановления нередко сдерживается недостатком посадочного материала и недоступностью мест проведения лесокультурных работ весной и осенью.

Проблема может быть решена выращиванием и использованием в лесокультурной практике сеянцев с закрытой корневой системой (ЗКС). Экспериментально доказано [8–10], что выращивание сеянцев с ЗКС позволяет значительно сократить посевные площади в лесных питомниках из-за сокращения сроков выращивания. Кроме того, сеянцы с ЗКС можно высаживать на лесокультурные площади в течение всего периода, когда почва находится в незамерзшем состоянии. Следовательно, можно спланировать проведение лесокультурных работ в течение всего весенне-летне-осеннего периода.

В то же время, опыт выращивания посадочного материала с ЗКС в ряде субъектов РФ крайне ограничен или даже отсутствует. Не является исключением в этом плане и Уральский регион, где до настоящего времени нет лесного селекционно-семеноводческого центра, а работы по выращиванию сеянцев с ЗКС носят экспериментальный характер. Последнее обусловило направление наших исследований.

ЦЕЛЬ, ОБЪЕКТЫ И МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЙ

Цель исследований – анализ возможности многоротационного выращивания сеянцев сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.), лиственницы Сукачева (*Larix sukaczewii* Dyl.) и ели сибирской (*Picea obovata* Ledeb.) с ЗКС в теплицах с регулируемым микроклиматом и разработка на этой основе предложений по увеличению выхода стандартного посадочного материала с единицы площади.

Основной объем экспериментальных материалов был собран на производственной базе АО «Тепличное», которая размещается в поселке Садовый Свердловской области. Другими словами, район проведения исследований – Средне-Уральский таежный лесной район (Об утверждении Перечня ..., 2014).

Исследования проводились в стационарных теплицах четвертого поколения с регулируемым микроклиматом. В процессе проведения работ анализировались возможности ускоренного выращивания сеянцев сосны обыкновенной, лиственницы Сукачева и ели сибирской с ЗКС.

Для выращивания посадочного материала с ЗКС использовались районированные семена вышеуказанных древесных пород текущего года или со сроком хранения не более 2 лет. Посев семян производился в кассеты разной марки и размера (табл. 1).

Как следует из материалов табл. 1 исследования проводились при выращивании сеянцев с различным комом грунта, что позволило установить оптимальный размер кассет при выращивании сеянцев с ЗКС в конкретных лесорастительных условиях.

При оценке выращиваемого посадочного материала в качестве стандартных размеров использовались значения, указанные в нормативно-правовых документах (Об утверждении Правил ..., 2021). Высаживаемые на лесокультурную площадь сеянцы должны иметь высоту не менее 8 см и толщину стволика у шейки корня не менее 2 мм. При этом торфяной стаканчик должен быть хорошо сформирован. Корневые системы сеянцев не должны допускать его рассыпания. Кроме того, в нормативно-правовом документе (Об утверждении Правил ..., 2021 г. № 1024) отмечается, что высота стаканчика не должна быть менее 7,3 см, а объем при выращивании сеянцев ели не должен быть менее 85 см³, а сосны – 50 см³.

Обмер биометрических показателей сеянцев производился вручную с использованием измерительных инструментов. Высота сеянцев определялась с точностью до 1 мм, а диаметр у шейки корня с точностью 0,1 мм.

Пробы для определения качества семян отбирались в соответствии с требованиями ГОСТ 13056.4–67 (ГОСТ 13056–4067, 1987). Установление размера семян производилось при помощи ГИС MapInfo с точностью до 0,1 мм (Чермных, 2013). В последнем случае из среднего образца отбиралось не менее 250 семян, которые помещались в сканер или фотографировались на белом фоне с высоким разрешением.

Срок выращивания посадочного материала в теплице варьировался по вариантам опыта от 60 до 90 дней. Затем сеянцы перемещались для доращивания и адаптации к условиям местной среды на открытые полигоны. При осеннем выращивании сеянцы для доращивания и закаливания оставляли в теплице, регулируя в ней микроклиматические показатели. Сеянцы, достигшие стандартных показателей, помещали в холодильник.

При выращивании сеянцев в теплицах полив производился при влажности субстрата ниже 60 %. Температура субстрата в кассетах различных типов измерялось с точностью до 0,1 °С. Освещенность устанавливалась с помощью люксметра (Laser liner LuxTest-Master 082. 130 А).

Таблица 1
Типы контейнеров и кассет для выращивания сеянцев с ЗКС и их характеристики

Тип кассеты	Количество ячеек, шт.	Размеры (Д×Ш×В), мм	Количество сеянцев на 1 м ² , шт.	Объем ячейки, мл	Размер кома с корнями
Контейнер Р9	1	90×90×90	122	730	Очень крупный
Plantek 35F	35	400×300×130	291	275	Крупный
Plantek64FD	64	385×385×110	434	128	Крупный
Plantek64F	64	385×385×73	434	115	Средний
Plantek81F	81	386×385×73	549	85	Мелкий
PlantekAir-Blok 100	100	385×385×90	676	81	Мелкий

Семена высевали в разные сроки, поскольку теплицы давали возможность регулировать микроклимат. Помимо поддержания температуры воздуха в теплице и заданной влажности субстрата, производилось искусственное освещение дуговыми натриевыми трубчатыми лампами. Включение указанных ламп производилось на основе данных о продолжительности дня, полученных с метеостанции тепличного комплекса.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Выращивание посадочного материала с ЗКС основывается на использовании качественных семян. Известно, что дружные всходы могут обеспечить близкие по размеру семена. Однако по вопросам сортировки семян и их разделения на фракции имеется много вопросов. Кроме того, при автоматическом посеве семян необходимо иметь объективную информацию о размерах семян. Последнее объясняется тем, что оборудование для точного высева семян в кассеты, работающее по механическому принципу, обладает ограниченным диапазоном регулировки. В то же время пневматические сеялки для захвата семян используют вакуум, что позволяет более точно регулировать высевальные механизмы в зависимости от размера и массы семян. Не следует забывать, что вакуумные линии более производительны, по сравнению с механическими. Следовательно, в задачу исследований на первом этапе входило установление технических возможностей контроля биометрических показателей семян.

Выполненный С. Н. Луганской анализ показал, что различия в массе 1000 шт. семян сосны обыкновенной в различных партиях семян, собранных на территории Свердловской области, составляют 1,5–1,8 раза, а показатели средней массы 1000 шт. семян варьируются в пределах от 3,21 до 8,28 г (Луганская, 2001). Особо следует отметить, что геометрические размеры семян существенно различаются даже в пределах одной партии.

В процессе исследований был разработан метод, позволяющий облегчить процесс контроля за размером семян основных хвойных пород лесобразователей с помощью геоинформационной системы (ГИС) MapInfo. Система позволяет производить оцифровку

растровых изображений в масштабе, заданном масштабной линейкой.

Установлено, что данные о максимальных, минимальных и средних размерах семян позволяют точно настроить их высев, сортировку и сепарацию. Ширина несортированных семян сосны обыкновенной варьируется от 1,9 до 2,8 мм, а длина от 3,8 до 5,2 мм. Указанные размеры позволяют распределить семена на три фракции по ширине: крупные – 2,5 мм и более, средние 2,0–2,4 мм и мелкие – менее 2 мм. Распределение по ширине семян объясняется тем, что при сортировке на решетках в отверстия заданного размера семена проваливаются по меньшему размеру, то есть по ширине.

Если учесть, что от размера семян зависит их всхожесть, энергия прорастания и темпы роста сеянцев, то логичным станет вывод о необходимости высева семян каждой фракции отдельно. Мелкие семена при выращивании сеянцев с ЗКС рекомендуется не применять.

Целесообразность сортировки семян устанавливалась путем их посева в трех вариантах: семена крупной фракции, семена средней фракции, несортированные семена.

Энергия прорастания семян сосны обыкновенной оценивалась на седьмые сутки после посева, а всхожесть спустя 15 суток. Исследования показали, что несортированные семена характеризовались энергией прорастания 81,6 % и всхожести 80,2 %. Семена крупной фракции имели показатели энергии прорастания 93,2 % и всхожести 91,8 %, а средней фракции 84,0 и 83,8 %, соответственно (рис. 1, 2).

Как уже отмечалось, сеянцы с ЗКС выращивались в теплицах с регулируемым климатом. Однако опыты показали, что процесс прорастания семян можно ускорить, поместив кассеты в камеры проращивания, где легче регулировать микроклимат, поддерживая оптимальные значения температуры и влажности. Использование камер проращивания позволяет обеспечить прорастание 50 % семян сосны за 5–7 суток, а семян ели за 10 суток.

Каждый этап выращивания сеянцев характеризуется индивидуальными требованиями к микроклиматическим показателям (табл. 2).

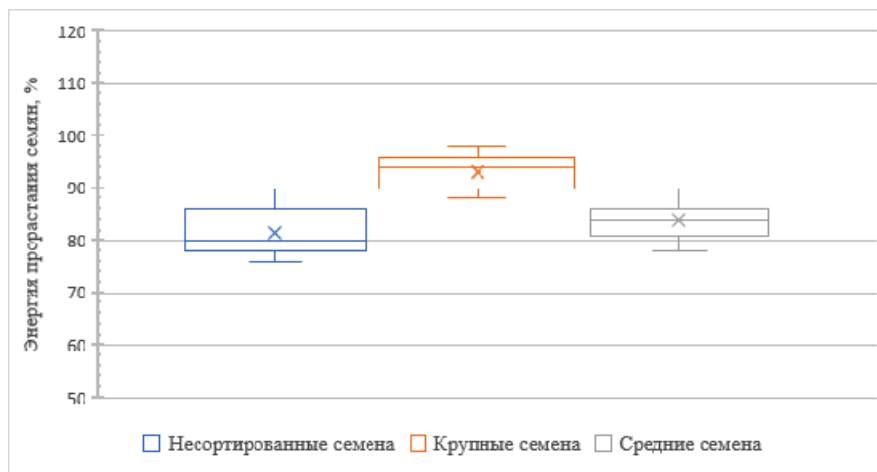


Рис. 1. Энергия прорастания семян сосны обыкновенной по вариантам опыта

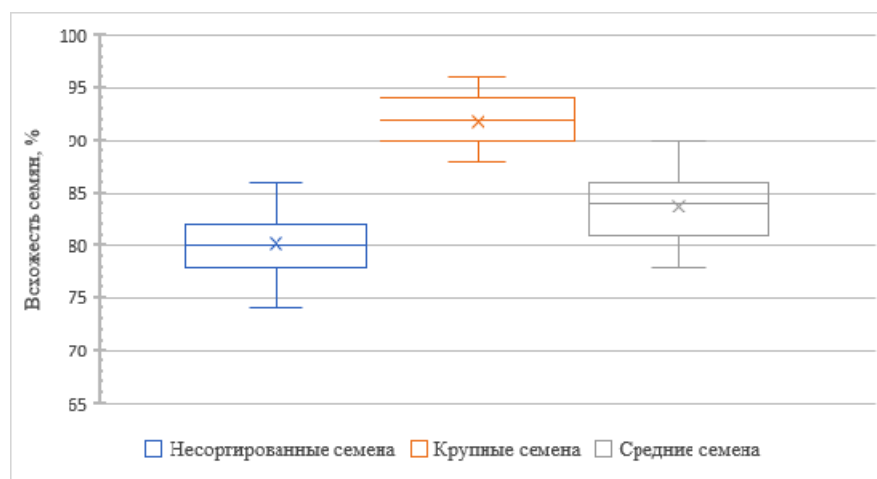


Рис. 2. Всхожесть семян сосны обыкновенной по вариантам опыта

Таблица 2

Режим микроклимата в теплице при проведении исследований

Срок после посева, недель	Физиологическое состояние	Температура воздуха, °C	Влажность воздуха, %	Тип помещения
0–1	Набухание и прорастание семян	+22...+25	90	Камера проращивания
2–3	Появление и рост всходов	+22...+25	75	Теплица
4–10	Интенсивный рост	+20...+22	65	Теплица
11–12	Закладка верхушечной почки	+16...+20	65	Теплица или открытый полигон
13–15	Закладка верхушечной почки, одревеснение	+10...+16	65–85	Открытый полигон или холодная теплица
16–17	Одревеснение и закалка	+4...+10	65–85	Открытый полигон или хранилище
Более 17	Состояние покоя	0...–4	75	Хранилище

Из материалов табл. 2 следует, что в теплицах с регулируемым микроклиматом можно выращивать 4 ротации посадочного материала. При этом сосна обыкновенная и лиственница Сукачева способны за один сезон достигать стандартных размеров, а сеянцы ели сибирской нуждаются в доращивании. Другими словами, необходимы дальнейшие исследования по совершенствованию агротехники выращивания сеянцев ели сибирской с ЗКС.

Полагаем, что в зимний период, когда сеянцы ели сибирской, не достигшие стандартных размеров, нельзя поместить на открытый полигон, их можно доращивать в теплицах, регулируя микроклимат, в том числе освещение.

Сеянцы сосны обыкновенной и лиственницы Сукачева, достигшие стандартных размеров, хранятся в холодильниках при температуре 4 °C.

Особо следует отметить, что на рост сеянцев значительное влияние оказывает освещенность. Уменьшение светового дня при естественном освещении служит сигналом для сеянцев о прекращении роста в высоту и закладывании верхушечной почки. Нами при выращивании сеянцев в осенне-зимний период производилась их досветка ДНАТ лампами. Зависимость высоты сеянцев сосны обыкновенной от интенсивности освещения приведена на рис. 3.

Проведенные исследования показали, что суммарная дневная освещенность на уровне вегетационных столов с выращиваемыми растениями для сосны обыкновенной и лиственницы Сукачева составляет $200 \text{ мкмоль м}^{-2}\text{с}^{-1}$. Для ели сибирской указанная величина составляет $150 \text{ мкмоль м}^{-2}\text{с}^{-1}$. Критическая длина дня для изучаемых хвойных пород составляет 12–13 ч. Однако, учитывая обширность ареалов хвойных пород, можно предположить, что данные о критической продолжительности светового дня, у сеянцев из семян, собранных в других регионах, может отличаться от приведенных нами данных.

Субстрат в кассетах разных марок характеризуется спецификой температуры и влажности. Субстрат в кассетах малого объема быстро высыхает, что вызывает необходимость увеличения частоты поливов.

Экспериментально установлено, что в условиях климата южной тайги Среднего Урала при выращивании хвойных пород лучше использовать кассеты с большим объемом субстрата для исключения его перегрева, а в северных регионах, где опасность перегрева субстрата минимальна, предпочтительны кассеты с мелким и средним комом (Plantek Air Blok 100, Plantek 81F, Plantek 64F). При этом следует дополнительно отметить, что кассеты типа Plantek 64F и Plantek 64FD являются оптимальными с точки зрения расхода воды при верхнем поливе.

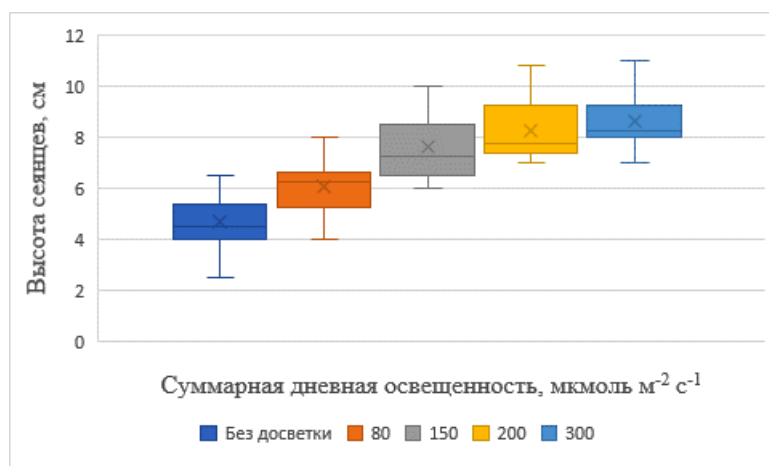


Рис. 3. Интенсивность освещения и высота сеянцев сосны

Применяемый в настоящее время верхний полив имеет ряд существенных недостатков. Во избежание падения влажности субстрата в кассетах с мелкими ячейками типа Plantek Air Blok 100 полив следует производить практически ежедневно. При этом часть воды или питательных растворов, используемых при выращивании посадочного материала с ЗКС, теряется, точнее сбрасывается на прилегающее пространство. Последнее не только приводит к перерасходу воды и увеличению себестоимости посадочного материала, но и ухудшает экологическую обстановку вблизи тепличного комплекса.

Нами в качестве альтернативы верхнему поливу предложен нижний полив (подтопление), при котором используемая вода находится в замкнутом цикле и ее излишки используются при очередном поливе.

Исследования показали, что размеры сеянцев при нижнем поливе отличаются от таковых при верхнем поливе статистически недостоверно. Другими словами, верхний полив вполне можно заменить нижним, улучшив тем самым экономические показатели выращивания посадочного материала с ЗКС.

ВЫВОДЫ

1. Выращивание сеянцев сосны обыкновенной и лиственницы Сукачева с ЗКС в условиях Среднего Урала в теплицах четвертого поколения с регулируемым микроклиматом позволяет обеспечить 4 ротации.
2. Для сокращения сроков выращивания стандартного посадочного материала необходимо использовать отсортированные семена крупной фракции и для дружных всходов помещать кассеты с семенами в камеры проращивания.
3. Для каждого вида древесных пород необходимо выбрать оптимальный режим температуры и влажности воздуха и субстрата.
4. При выращивании сеянцев в осенне-зимний период необходимо искусственное освещение с длиной светового дня не менее 12–13 часов.
5. В целях сокращения расхода воды и, как следствие этого, снижения себестоимости выращивания сеянцев, необходимо подбирать кассеты определенного размера и перейти от верхнего полива на нижний.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЕ ССЫЛКИ

- ГОСТ 13056.4–67. Семена деревьев и кустарников. Метод определения массы 1000 штук семян. Взамен ГОСТ 2937–55 в части VII. М., 1987. 3 с.
- Влияние вида посадочного материала на рост насаждений ели и сосны на постпирогенных землях северо-запада России / А. В. Жигунов, Д. А. Данилов, Т. А. Шестакова, В. Ю. Неверовский // Вестник Поволжского государственного технологического университета. Серия: лес. Экология. Природопользование. 2016. № 3 (31). С. 30–39.
- Жигунов А. В., Шевчук С. В. Лесные культуры сосны и ели из посадочного материала, выращенного комбинированным методом // ИВУЗ. Лесной журнал, 2006. № 6. С. 13–19.
- Жигунов А. В. Теория и практика выращивания посадочного материала с закрытой корневой системой. СПб.: СПбНИИЛХ, 2000. 293 с.
- Залесов С. В. Лесоводство. Екатеринбург: Урал. гос. лесотехн. ун-т, 2020. 259 с.
- Залесов С. В., Толкач О. В., Фрейберг И. А., Черноусова Н. Ф. Опыт создания лесных культур на солонцах хорошей лесопригодности // Экология и промышленность России. 2017. Т. 21. № 9. С. 42–47.
- Залесов С. В., Лобанов А. Н., Луганский Н. А. Рост и продуктивность сосняков искусственного и естественного происхождения. Екатеринбург: Урал. гос. лесотехн. ун-т, 2002. 112 с.
- Формирование искусственных насаждений на зоолоотвале Рефтинской ГРЭС / С. В. Залесов, Е. С. Залесова, А. А. Зверев, А. С. Оплетаев, А. А. Терин // Известия высших учебных заведений. Лесной журнал. 2013. № 2 (332). С. 66–73.
- Луганская С. Н. Изменчивость массы, энергии прорастания и всхожести семян сосны обыкновенной по Свердловской области // Леса Урала и хозяйство в них. 2001. № 21. С. 227–236.
- Об утверждении Перечня лесорастительных зон РФ и Перечня лесных районов РФ: Утв. Приказом Минприроды России от 18.08.2014 г. № 367.
- Об утверждении Правил заготовки древесины и особенностей заготовки древесины в лесничествах, указанных в статье 23 Лесного кодекса РФ: Утв. Приказом Минприроды России от 01.12.2020. № 993.

Об утверждении Правил лесовосстановления, формы, состава, порядка согласования проекта лесовосстановления, оснований для отказа в его согласовании, а также требований к формату в электронной форме проекта лесовосстановления : Утв. Приказом Минприроды России от 29.12.2021 г. № 1024.

Фрейберг И. А., Залесов С. В., Толкач О. В. Опыт создания искусственных насаждений в лесостепи Зауралья. Екатеринбург : Урал. гос. лесотехн. ун-т, 2012. 121 с.

Чермных А. И., Оплетаев А. С. Анализ поведельной геобазы с использованием SOQ-запросов для определения статистически достоверной информации на примере ГИС MAPINFO // Леса России и хозяйство в них. 2013. № 1 (44). С. 53–54.

REFERENCES

On the approval of the Rules for reforestation, the form, composition, procedure for agreeing on a reforestation project, the grounds for refusing to approve it, as well as the requirements for the format in the electronic form of a reforestation project: Approved. Order of the Ministry of Natural Resources of Russia dated December 29, 2021. No. 1024.

Zalesov S. V. Forestry. Yekaterinburg : Ural State Forestry Engineering. un-t, 2020. 259 p.

On the approval of the Rules for timber harvesting and the specifics of timber harvesting in forest areas specified in Article 23 of the Forest Code of the Russian Federation : Approved. By order of the Ministry of Natural Resources of Russia dated 01.12.2020. No. 993.

Zalesov S. V., Lobanov A. N., Lugansk N. A. Growth and productivity of pine forests of artificial and natural origin. Yekaterinburg : Ural. state forest engineering un-t, 2002. 112 p.

Freiberg I. A., Zalesov S. V., Pusher O. V. Experience in creating artificial plantations in the forest-steppe of the Trans-Urals. Yekaterinburg : Ural. state forest engineering un-t, 2012. 121 p.

Formation of artificial plantations at the ash dump of Reftinskaya GRES / S. V. Zalesov, E. S. Zalesova, A. A.

Zverev, A. S. Opletaev, A. A. Terin // News of higher educational institutions. Forest magazine. 2013. No. 2 (332). pp. 66–73.

Experience in creating forest plantations on solonchets of good forest suitability / S. V. Zalesov, O. V. Tolkach, I. A. Freiberg, N. F. Chernousova // ecology and industry of Russia. 2017. V. 21. No. 9. S. 42–47.

Zhigunov A. V. Theory and practice of growing planting material with a closed root system. St. Petersburg: SPbNIILKh, 2000. 293 p.

Zhigunov A. V., Shevchuk S. V. Forest crops of pine and spruce from planting material grown by the combined method // IVUZ. Forest Journal, 2006. No. 6. P. 13–19.

Influence of the type of planting material on the growth of spruce and pine plantations on post-pyrogenic lands in the north-west of Russia / A. V. Zhigunov, D. A. Danilov, T. A. Shestakova, V. Yu. Neverovsky // Bulletin of the Volga State Technological University. Series: forest. Ecology. Nature management. 2016. No. 3 (31). pp. 30–39.

On the approval of the List of Forest Zones of the Russian Federation and the List of Forest Regions of the Russian Federation: Approved. Order of the Ministry of Natural Resources of Russia dated August 18, 2014, No. 367.

GOST 13056.4–67. Seeds of trees and shrubs. Method for determining the mass of 1000 seeds. Instead of GOST 2937–55 in part VII. M., 1987. 3 p.

Chermnykh A. I., Opletaev A. S. Analysis of a separate geobase using SOQ queries to determine statistically reliable information on the example of the GIS MAPINFO // Forests of Russia and economy in them. 2013. No. 1 (44). pp. 53–54.

Luganskaya S. N. Variability of mass, germination energy and germination of seeds of Scotch pine in the Sverdlovsk region // Forests of the Urals and the economy in them. 2001. No. 21. S. 227–236.

© Оплетаев А. С., Жигулин Е. В.,
Залесов С. В., 2023

Поступила в редакцию 18.01.2023
Принята к печати 04.04.2023