



АНАЛИЗ ТЕХНОЛОГИЙ И ТЕХНИЧЕСКИХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПОСЕВА МЕЛКИХ ЛЕСНЫХ СЕМЯН В ПИТОМНИКАХ

Михаил В. Драпалюк¹, md@vglta.vrn.ru, 0000-0002-8029-2706

Никита О. Ушаков¹, ushakov-racing@mail.ru, 0000-0002-9442-9208

Николай В. Жужукин¹ ✉, n.zhuzhukin@yandex.ru, 0000-0001-9302-1406

Алексей Н. Журавлев¹, e-mail@mail.ru, 0000-0002-6383-6687

¹ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет имени Г.Ф. Морозова», ул. Тимирязева, 8, г. Воронеж, 394087, Российская Федерация

Дан анализ способов посева и существующих видов сеялок, которые используются в лесном и агротехническом комплексах, а также патентных материалов. Анализ отечественных конструкций сеялок СЛП-М, СЛУ-5-20 и «Литва-25», предназначенных для посева мелких лесных семян в питомниках и в открытый грунт, показал, что они энергоемки и не всегда обеспечивают заделку семян во влажную почву. Рассмотрены перспективные направления ресурсосбережения в сельском хозяйстве – посев по технологии «no-till» или «mini-do», обеспечивающий высев семян в необработанную и минимально обработанную почву. Комбинированная сеялка АГРАТОРДК оснащена дисковым культиватором и сеялкой с сошниками. Сеялка RAPIDRDA-450S от компании VADERSTAD имеет сферические диски, которые культивируют почву за один проход. Представленные способы посева и устройства высева имеют существенный недостаток – необходимость заделки семян в бороздках дополнительными рабочими органами с высокой вероятностью попадания в бороздки сухой почвы, перемещения верхнего слоя почвы «туда и обратно». Нами разработан и изготовлен макетный образец сошника с возможностью изменения угла вхождения в почву и глубины заделки мелких лесных семян. Предварительные лабораторные исследования показали работоспособность макетного образца сошника и способность производить нарезку посевной борозды путем вырезания слоя почвы с образованием пустоты над дном посевной борозды, в которую подавались семена по трубкам из воронок, а заделка семян производилась пластом почвы под действием собственной силы тяжести.

Ключевые слова: лесные сеялки, семена, питомник, сошник, технология

Благодарности: Авторы выражают признательность коллегам профессору Бартеневу И.М. и профессору Попикову П.И., консультировавшим работу в процессе ее написания, а также заведующему лабораторией Петкову А.Ф. за изготовление макетного образца сошника и помощь в проведении лабораторных исследований.


Авторы благодарят рецензентов за вклад в экспертную оценку статьи.


Конфликт интересов: авторы заявили об отсутствии конфликта интересов.


Для цитирования: Анализ технологий и технических средств для посева мелких лесных семян в питомниках / М. В. Драпалюк, Н. В. Ушаков, Н. В. Жужукин, А. Н. Журавлев // Лесотехнический журнал. – 2021. – Т. 11. – № 3 (43). – С. 130–139. – Библиогр.: с. 137–138 (12 назв.). – DOI: <https://doi.org/10.34220/issn.2222-7962/2021.3/11>.

Поступила: 23.06.2021 **Принята к публикации:** 23.09.2021 **Опубликована онлайн:** 01.10.2021

ANALYSIS OF TECHNOLOGIES AND TECHNICAL MEANS FOR SOWING FOREST SEEDS IN NURSERIES

Mikhail V. Drapalyuk¹, md@vglta.vrn.ru,  0000-0002-8029-2706

Nikita O. Ushakov¹, ushakov-racing@mail.ru,  0000-0002-9442-9208

Nikolay V. Zhuzhukin¹ ✉, n.zhuzhukin@yandex.ru,  0000-0001-9302-1406

Aleksey N. Zhuravlev¹, com307@yandex.ru,  0000-0002-6383-6687

¹Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov, Timiryazeva str., 8, Voronezh, 394087, Russian Federation

Abstract

The analysis of sowing methods and existing types of seeders, which are used in forestry and agrotechnical complexes, as well as patent materials, is given. Analysis of domestic designs of SLP-M, SLU-5-20 and "Litva-25" seeders, intended for sowing small forest seeds in nurseries and open ground, showed that they are energy-intensive and do not always ensure the embedding of seeds in moist soil. The perspective directions of resource conservation in agriculture have been considered: sowing using "no-till" or "mini-do" technology, ensuring sowing of seeds in untreated and minimally cultivated soil. The combined seeder AGRATORDK is equipped with a disc cultivator and a seeder with gouters. The RAPIDRDA-450S seeder from VADERSTAD has spherical discs that cultivate soil in one pass. The presented methods of sowing and seeding devices have a significant drawback - the necessity of additional working bodies with a high probability of getting into the grooves of dry soil, moving the top layer of soil "back and forth." A gouter which can change the angle of entering the soil and planting depths of small forest seeds was developed. Preliminary laboratory studies have shown the operability of gouter mock-up specimen and the ability to cut the seed furrow by cutting out a layer of soil with void formation above the bottom of the seed furrow, into which seeds were fed through tubes from funnels. The seeds were embedded with a layer of soil under the influence of its own gravity.

Keywords: forest seeders, seeds, nursery, gouter, technology

Acknowledgments: The authors express their gratitude to their colleagues, Professors I. M. Bartenev, P. I. Popikov, who advised the work during its writing, and A. F. Petkov, the head of the laboratory, for making a mock-up sample of the coulter and helping with laboratory research.

The authors thank the reviewers for their contribution to the expert evaluation of the article.

Conflict of interest: the authors declare no conflict of interest.

For citation: Drapalyuk M. V., Ushakov N. O., Zhuzhukin N. V., Zhuravlev A. N. (2021) Analysis of technologies and technical means for sowing forest seeds in nurseries. *Lesotekhnicheskii zhurnal* [Forest Engineering journal], Vol. 11, No. 3 (43), pp. 130-139 (in Russian). DOI: <https://doi.org/10.34220/issn.2222-7962/2021.3/11>.

Received: 23.06.2021 **Accepted for publication:** 23.09.2021 **Published online:** 01.10.2021

Введение

Неистощительное пользование лесом для такой страны, как наша, требует постоянного восполнения ресурсов леса [1]. Главные объемы лесовосстановительных работ выполняются с помощью посева семян в лесопитомниках (выращивание по-

садного материала) и на вырубках. При посеве семян должны соблюдаться следующие правила: равномерность посева семян по всей площади с соблюдением общепринятых норм высева; соблюдение глубины посева, которая регламентируется нормами высева для этой культуры; хорошее взаи-

действие семени с влажной поверхностью почвы [2]. При проведении посева предъявляются следующие агротехнические требования: отклонение от норм высева не должно превышать 3...4 %, отклонение по глубине заделки семян не должно превышать 15 %; выполнение заданной линейности высеваемых рядов и сохранение заданной ширины междурядья с допустимыми отклонениями от междурядья ± 1 см и от приклада ± 2 см; потеря семян не должна превышать 1 % [3, 4].

На сегодняшний день представленные технологические процессы для выращивания лесного и посадочного материала имеют завышенные нормы высева, иногда значительные [5, 6]. Авторами отмечено [7], что только 14...22 % посеянных семян образуют стандартные сеянцы сосны.

Показывают низкую грунтовую всхожесть и семена других растений. Именно по этой причине в справочниках и руководствах по нормам высева в приводимые данные закладывают большой перерасход семян, большая часть которых имеет высокую ценность из-за трудного сбора и непростой предпосевной подготовки [8, 9].

Сеялки отличаются следующими основными характеристиками [10, 11]:

1. По прямому назначению: существуют сельскохозяйственные, которые используются для посева семян сельскохозяйственных культур в агропромышленном комплексе, и специальные, которые используются для посева лесных семян при лесовосстановлении, защитном лесоразведении и др.;

2. По способу формирования семенной борозды: с помощью сошника, в котором применяется обычный и дисковый тип, также используют бороздоформирующие катки, в которые высевают рыхлые семена и семена более твердых пород;

3. По количеству посевных рядов и способу посева: однорядный, при котором используется обычный, гнездовой и ямочный посев, и многорядный – с помощью группового и рассеянного посева;

4. По способу передвижения: ручные, конные, тракторные, установленные на вертолетах и самолетах (воздушные сеялки).

Для того чтобы в почве образовалась борозда, применяют сошники с тупым, прямым и острым углом вхождения в почву. Они бывают дисковыми, полозьевыми, килевыми. Анализ рабочих процессов и конструкций сошников различных типов показал, что они энергоемки и не всегда обеспечивают заделку семян во влажную почву [12].

Материалы и методы

Исследование выполнено на основе существующих видов сеялок, которые используются в лесном и агротехническом комплексах, а также патентных материалов. В настоящее время в лесном хозяйстве применяются различные отечественные и зарубежные конструкции сеялок.

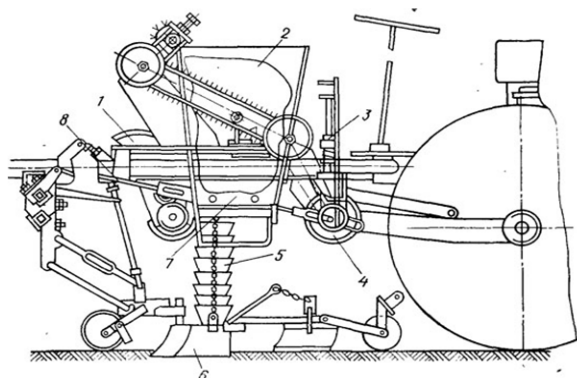
Сеялка СЛП-М, предназначенная для работы в лесных питомниках (рис. 1), осуществляет посев различных семян, а также семян, смешанных с торфом [11]. Сеялка СЛП-М имеет ряд преимуществ перед сеялкой СЛП, которая высеивает только несипучие семена. Катущечный аппарат из ящика перемещает мелкие сипучие семена. Далее по семяпроводу семена попадают в борозды, ширина которых составляет 3, 5 или 8 сантиметров, они формируются сошником коробчатой формы с острым углом вхождения в почву. Схема посева – ленточная 6-строчная. Расстояние между строк в ленте составляет 10 сантиметров. Интервал между лентами равен 30 сантиметрам (10—30—10—30—10—60 см). При 5-строчной (20—20—20—20—70 см) и 4-строчной (25—25—25—75 см) схемах посева размещение строчек равномерное.

Сошники коробчатой формы закрепляются на параллелограммных секциях. Чтобы высеивать мелкие семена, необходимо установить шесть узкострочных сошников, а когда происходит высеивание несипучих семян, нужно установить широкострочные сошники с острым углом вхождения в почву в количестве трех штук. Глубина заделочной борозды для мелких семян составляет 2 сантиметра, а для крупных – 8 сантиметров. Сеялка устанавливается на самоходное шасси Т-16М. Его производительная мощность составляет 0,1 га/ч, масса 485 кг.

Сеялка СЛП-5 используется для высеивания сипучих семян лесных культур в питомниках лесхозов. Она поперечно выравнивает микрорельефы, качественно формирует посадочные борозды, точ-

но дозирует норму высева и обеспечивает качественную заделку семян. С помощью высевающего аппарата катушечного типа через семяпроводы семена попадают в сформированную борозду, которая образуется с помощью катка диаметром 410 миллиметров, в зависимости от схемы посева на него крепятся реборды в количестве 5-6 штук.

Очень распространена широкострочная сеялка «Литва-25» [11], с помощью которой в лесных питомниках высевают мелкие сыпучие семена.



Бороздоформирующий каток включает в себя 5 секций, каждая секция имеет 5 реборд. Они формируют 25 посевных борозд, глубина которых составляет 12 см. На дне ящика, в котором находятся семена, размещен вал, на котором имеются 25 дорожек, по ним семена попадают в подготовленную борозду через семяпровод, после чего засыпаются землей. Сеялка устанавливается на самоходное шасси Т-16М. Его производительная мощность составляет 0,4 га/ч, масса 180 кг.

Рисунок 1. Схема сеялки СЛП-М [11]:

1 – бункер для мелких сыпучих семян; 2 – бункер для нессыпучих семян и мульчирующего материала; 3 – рычаг для включения высевающих аппаратов; 4 – контрпривод; 5 – коробчатый семяпровод; 6 – широкострочный сошник; 7 – место для сеяльщика; 8 – тяга

Figure 1 Scheme of the SLP-M seeder[11]:

1 – hopper for small loose seeds; 2 – hopper for non-loose seeds and mulching material; 3 – lever for turning on the sowing machines; 4 – counter-drive; 5 – box seed line; 6 – wide coulter; 7 – place for the seeder; 8– traction

Сеялка СЛУ-5-20 [6] используется для посева в открытый грунт мелких и сыпучих семян, также сеялка подходит для работы в промышленных теплицах. На сеялке СЛУ-5-20 размещен почвоформирующий цилиндрический барабан диаметром 410 мм, на котором размещено 20 колец с сечением трапециевидной формы. Для хвойной породы древесины ширина колец составляет 20 мм, для лиственной породы 30 мм. Посев выполняется с помощью размещения на ленте рядов в количестве 5, 10, 20 штук с расстоянием между посевными рядами 20, 10, 5 см. При работе в тепличных условиях сепараторы размещают на семявыносящие протоки по обеим сторонам. Каждый проток будет разделять поток выходящих семян на две части, далее они направляются в две соседние лунки. Этим способом происходит посев, состоящий из 20 строк. При работе СЛУ-5-20 в сцепке с самоходной установкой Т-16М она комплектуется редуктором и кронштейном в количестве двух штук, четырьмя звеньями в форме параллелограммного механизма, который установлен между редукторами и рамой сеялки. Они предназначены для крепления двух цилиндров подъема сеялки в транспортное положение.

На базе Воронежского государственного лесотехнического университета (ВГЛТУ) на основе научных исследований, проведенных Пошаниковым Ф.В., была разработана, сконструирована и внедрена в производственный процесс сеялка питомниковая (СПП-ЗШ), включающая в свою конструкцию следующие элементы: бункер для различного размера семян, колесный привод, металлическую раму, планировщик, семяпроводящие трубки, по которым семена поступают в борозду, сошники, волокушу [5]. При движении сошника сеялки образующиеся комья, засохшие слои почвы, остатки корней перемещаются в стороны при помощи планировщика, который, в свою очередь, осуществляет и выравнивание борозды. Затем происходит перемещение сошников на заданную глубину и равномерное распределение семян с дальнейшим их заделыванием в почву. В завершение происходит выравнивание посевной борозды.

В сельскохозяйственном производстве при выполнении посева зерновых культур в соответ-

ствии с принципом ресурсосбережения посев осуществляется по двум наиболее распространенным технологиями, известным как «no-till» или «mini-do». Данные технологии подразумевают высевание на необработанную почву и почву с минимальной обработкой поверхности. Основным преимуществом данных технологий является их экономическая эффективность, связанная со снижением энергозатрат.

Существующие сеялки [9], используемые для осуществления посева в соответствии с принципами ресурсосберегающих технологий, разделяют на следующие основные группы: лапа, диск, анкер. Устройства, оснащенные сошниками в виде ланцетной лапки, применяются на комбинированных дисковых сеялках серии Agromaster AGRATOR. Сеялки данной серии могут включать в свой механизм несколько рядов дисков в виде сферы, установленных на отдельных стойках. Комплекс AGRATOR осуществляет посевное разбрасывание полосой 12-16 см для выращивания шириной 300 мм. Комбинированная сеялка AGRATORDK включает дисковый культиватор и сеялку с почвообрабатывающими сошниками. Дисковый культиватор подготавливает почву к посеву, а сеялка выполняет посев шириной 12-15 см. Рабочая скорость для сельскохозяйственных нужд – до 10 км/ч.

Основными узлами сеялки RAPIDRDA-450S [18] шведской компании VADERSTAD являются бункер для семян, посевной аппарат, сошники, а также заделочные органы, заполняющие образовавшиеся бороздки почвой. Сеялка имеет два ряда сферических дисков, с помощью которых происходит культивация поверхности. Изменить ширину колеи можно с помощью перестановки колес. Подготовка почвы к посеву происходит за один проход. Посев проходит по обработанной поверхности почвы по всей ширине сеялки.

Прицепная сеялка Condor [1] оснащена высевальными сошниками ConTeCpro с индивидуальным управлением с шириной рядка 25 см или 31,3 см/33,3 см, что делает ее особенно подходящей для использования в континентальных засушливых регионах. Конструкция сошников точно воспроизводит рельеф местности. Сошники расположены на

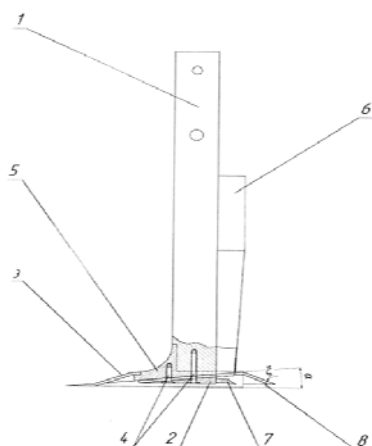
расстоянии 30 см друг от друга. При ширине захвата 12 и 15 м и 3-секционном бункере для семян под давлением Condor обеспечивает высокую эффективность работы.

Описанные выше сеялки зарубежного производства, поэтому сильно усложняется процесс обслуживания и замены вышедших из строя узлов и агрегатов из-за сроков поставки запасных частей.

Авторами [7] (патент РФ № 2399187, МКИЗА01С 7/20) предложена разработка сошника для разбросного посева семян и удобрений, представленная на рис. 2. Сошник включает в себя следующие конструктивные элементы: 1 – стойка; 2 – подошва; 3 – стрелчатая лапа; 4 – винты крепления; 5 – башмак; 6 – семяпровод; 7 – распределитель; 8 – сводообразователь.

Устройство осуществляет разбросный посев по следующим стадиям: 1 – прокладывание борозды сошником в стерневом слое почвы с облегченным сходом растительного остатка со стойки башмака за счет радиусов скругления, равных половине диаметра упора; 2 – выравнивание дна борозды с последующим поступлением семян по семяпроводу; 3 – процесс закрытия дна борозды с использованием сводообразователя, при этом не допускается перемешивание семян с почвой.

Существует способ посева семян [7] (А.с. № 371883 СССР; М. кл. А01С 7/00; опубл.



01.03.1973), в соответствии с которым сначала происходит смещение верхнего слоя почвы, потом образуется базовая поверхность борозды, далее происходит нарезание посевной борозды на заданную глубину от базовой поверхности, посев семян и их заделка. Изобретение относится к лесохозяйственному машиностроению, в частности, к способам и устройствам для посева сыпучих семян древесно-кустарниковых пород в лесных питомниках. Однако данный способ посева не отвечает большинству агротехнических требований из-за того, что заделка семян производится путем обрушения стенок посевной борозды, в результате чего происходит перемешивание подсушенных верхних и влажных нижних почвенных частиц, приводящее к изреженным всходам и неравномерному развитию растений. Известен способ посева семян, включающий нарезку посевной борозды, посев семян и их заделку [8]. На первом этапе работы происходят сдвиг верхнего слоя почвы или остатков корневой системы деревьев и образование базовой поверхности, после чего осуществляется нарезка посевной борозды и происходит высев семян с последующей заделкой борозд. Техническое исполнение данного способа посева семян осуществляется устройством, которое включает в себя раму, механизм навески, опорные колеса, семенной бункер, высевной аппарат, семяпровод, сошник.

Рисунок 2. Сошник [7]: 1 – стойка; 2 – подошва; 3 – стрелчатая лапа; 4 – винты крепления; 5 – башмак; 6 – семяпровод; 7 – распределитель семян; 8 – сводообразователь

Figure 2. Coulter [7]: 1 – stand; 2 – sole; 3 – pointed paw; 4 – mounting screws; 5 – bashmak; 6 – seed line; 7 – seed distributor; 8 – vaulter

Процесс посева осуществляется следующим образом: 1 – происходит подготовка базовой поверхности путем сдвига засохшей почвы, а также остатков корневой системы деревьев; 2 – осуществляются опускание сошника на трубуемую глубину

и прокладка основной борозды для семян, после чего происходит высевание семян по семяпроводящим трубкам; 3 – заделывание борозды и выравнивание базовой поверхности загортачами.

Однако данный способ посева семян включает в себя неоправданно много операций в части подготовки посевной борозды и заделки семян почвой, выполняемых отдельными рабочими органами, которые усложняют конструкцию и увеличивают габариты применяемого устройства и энергоёмкость процесса посева семян.

Поэтому необходимо разработать новую конструкцию устройства для посева семян, обеспечивающую снижение энергоёмкости процесса посева семян и повышение его качества.

Результаты и обсуждение

Проведенные исследования и практика показали, что анкерные и коробчатые сошники с острым углом вхождения в почву плохо преодолевают препятствия и забиваются почвенно-растительной массой. Килевидные сошники с тупым углом вхождения в почву могут наползать на препятствия, но неустойчивы по ходу движения и не обеспечивают равномерность глубины борозды. Двухдисковые сошники хорошо преодолевают препятствия, но образуют борозду, в центре которой остается гребень, препятствующий высеву семян по линии. Недостатком бороздообразующего цилиндрического катка является необходимость заделки семян в бороздках дополнительными рабочими органами с высокой вероятностью попадания в бороздки сухой почвы, перемещения верхнего слоя почвы «туда и обратно».

Анализ рабочих процессов и конструкций существующих и перспективных сеялок показал, что процесс высеву лесных семян состоит из многих операций по подготовке посевного места и заделки семян почвой, а именно:

- сдвига верхнего сухого слоя в разные стороны по отношению к линии прохода;
- формирования борозды для высеву;
- появления боковых валиков из влажной почвы;
- возврата верхнего подсушенного слоя, сдвинутого ранее, и выравнивания его до уровня поверхности почвы. Этот процесс осуществляется дополнительными рабочими органами, которые усложняют конструкцию, увеличивают габариты сеялки и энергоёмкость процесса посева семян.

Поэтому необходимо разработать новую конструкцию устройства для посева семян, которое должно производить нарезку посевной борозды путем вырезания слоя почвы и его подъема с образованием пустоты над дном посевной борозды, в которую должны подаваться семена. Заделку семян производить путем возвращения поднятого вырезанного слоя почвы в посевную борозду под действием собственной силы тяжести, не меняя взаимного положения верхнего подсушенного и нижнего влажного слоев почвы, заделывая семена влажным слоем почвы. Нами разработан и изготовлен макетный образец сошника для лабораторных исследований в почвенном канале (рис. 3) с возможностью изменения угла вхождения в почву и глубины заделки мелких лесных семян.

В ходе проведения экспериментов сошник перемещался со скоростью от 0,29 до 0,37 м/с. В ходе проведения эксперимента варьируемые параметры установки сошника: угол установки сошника изменяли 10° , 11° , 12° , 13° , 14° , 15° . Величина заглубления именовалась 0,005, 0,01, 0,015, 0,02, 0,025, 0,03 м. Боковые подрезающие ножи перемещают слой почвы в обе стороны на высоту 0,023-0,03 м. Разрабатываемый и исследуемый сошник выполняет несколько операций за один проход. Сошник поднимает слой почвы, через семяпроводы семена укладываются в две строчки, а затем слой почвы опускается в созданную борозду.

Заключение

Анализ рабочих процессов и конструкций сошников различных типов показал, что они энергоёмки, ненадежны, требуют применения дополнительных бороздозаделывающих рабочих органов и не всегда обеспечивают заделку семян во влажную почву.

Современные сошники сеялок, которые используют для посева мелких семян, не в полной мере отвечает основным агротехническим требованиям по числу семян, заделанных на заданной глубине, а также по распределению семян в рядке. Поэтому задача по разработке сошника сеялки, который должен производить нарезку посевной борозды путем вырезания слоя почвы и его подъема с образованием пустоты над дном посевной борозды, в которую должны подаваться семена, а заделку

семян производить путем возвращения поднятого вырезанного слоя почвы в посевную борозду под действием собственной силы тяжести, является

актуальной и требует дальнейших теоретических и экспериментальных исследований.

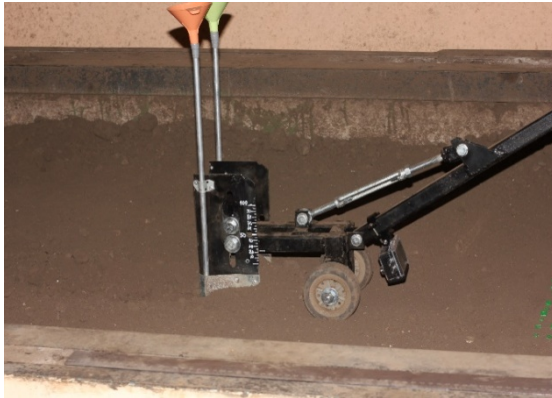


Рисунок 3. Макетный образец сошника для лабораторных исследований в почвенном канале [собственная разработка авторов]

Figure 3. A model sample of a coulter for laboratory studies in a soil channel [authors' own development]

Список литературы

1. Ivetić V., Novikov A. I. The role of forest reproductive material quality in forest restoration. *Forestry Engineering Journal*. 2019;9(2): 56-65. <http://doi.org/10.34220/issn.2222-7962/2019.2/7>.
2. Luoranen J. Autumn versus spring planting: the initiation of root growth and subsequent field performance of Scots pine and Norway spruce seedlings. *Silva Fennica*. 2018; 52(2). <http://doi.org/10.14214/sf.7813>.
3. Dumins K., Lazdina D. Forest regeneration quality – factors affecting first year survival of planted trees. 2018: 53-58. <http://doi.org/10.29326/2304-196X-2020-2-33-139-145>.
4. Пошарников Ф. В. Лесные сеялки (теория, расчет, исследования и испытания) : моногр. Воронеж, 2007. 440 с. URL: <https://search.rsl.ru/ru/record/01004229374>.
5. Sikström U. [et al.] Influence of mechanical site preparation on regeneration success of planted conifers in clearcuts in Fennoscandia – a review. *Silva Fennica*. 2020;54(2). DOI: <http://doi.org/0.14214/sf.10172>.
6. Hjelm K., Rytter L. The demand of hybrid aspen (*Populustremula* × *P. tremuloides*) on site conditions for a successful establishment on forest land. *Silva Fennica*. 2018;52(5): 10036. <http://doi.org/10.37482/0536-1036-2021-1-92-98>.
7. Иванов В. К., Виноградова Н. В. Унифицированная методика поиска патентной информации и обработки его результатов. *Изобретательство*. 2014;14(12): 23–32. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=22918979>.
8. Новиков А. И. Дисковые сепараторы семян в лесохозяйственном производстве : моногр. Воронеж : ФГБОУ ВО «ВГЛТУ», 2017. 159 с. – URL: <https://e.lanbook.com/book/102263>.
9. Драпалюк М. В. Перспективные технологии выращивания посадочного материала в лесных питомниках: моногр. Воронеж, 2006. 247 с. – URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=22026290>.
10. Пошарников Ф. В. Новые способы и технологические средства для высокоэффективного посева лесных семян в питомнике. *Вестник Московского государственного университета леса – Лесной вестник*. 2000;3: 105–112. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/novye-sposoby-i-tehnologicheskie-sredstva-dlya-vysokoeffektivnogo-poseva-lesnyh-semyan-v-pitomnike>.
11. Ларюшин Н. П., Сущев С. А., Лапин В. В., Курышев В. Д., Шумаев В. В., Мачнев А. В. Сошник для разбросного высева семян и удобрений. Патент на изобретение RU 2399187 C1, 20.09.2010. Заявка № 2009107438/12 от 02.03.2009. https://yandex.ru/patents/doc/RU2101906C1_19980120.
12. Novikov A. I., Ivetić V. The effect of seed coat color grading on height of one-year-old container-grown Scots pine seedlings planted on post-fire site. *IOP Conference Series Earth and Environmental Science*. Sci. 2019;226: 012043. DOI: <http://doi.org/10.1088/1755-1315/226/1/012043>.

References

1. Ivetić V., Novikov A. I. The role of forest reproductive material quality in forest restoration. *Forestry Engineering Journal*. 2019;9(2): 56-65. <http://doi.org/10.34220/issn.2222-7962/2019.2/7>.
2. Luoranen J. Autumn versus spring planting: the initiation of root growth and subsequent field performance of Scots pine and Norway spruce seedlings. *Silva Fennica*. 2018; 52(2). <http://doi.org/10.14214/sf.7813>.
3. Dumins K., Lazdina D. Forest regeneration quality – factors affecting first year survival of planted trees. 2018: 53-58. <http://doi.org/10.29326/2304-196X-2020-2-33-139-145>.
4. Posharnikov F. V. *Lesnye seyalki (teoriya, raschet, issledovaniya i ispytaniya): monograph*. Voronezh, 2007. 440 s. URL: <https://search.rsl.ru/ru/record/01004229374> (in Russian).
5. Sikström U. (et al.) Influence of mechanical site preparation on regeneration success of planted conifers in clearcuts in Fennoscandia – a review. *Silva Fennica*. 2020;54(2). DOI: <http://doi.org/10.14214/sf.10172>.
6. Hjelm K., Rytter L. The demand of hybrid aspen (*Populustremula* × *P. tremuloides*) on site conditions for a successful establishment on forest land. *Silva Fennica*. 2018;52(5): 10036. <http://doi.org/10.37482/0536-1036-2021-1-92-98>.
7. Ivanov V. K., Vinogradova N. V. Unificirovannaya metodika poiska patentnoj informacii i obrabotki ego rezul'tatov. *Izobretatel'stvo*. 2014;14(12): 23-32. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=22918979> (in Russian).
8. Novikov A. I. *Diskovye separatory semyan v lesohozyajstvennom proizvodstve : monograph*. Voronezh : FGBOU VO «VGLTU», 2017. 159 s. URL: <https://e.lanbook.com/book/102263> (in Russian).
9. Drapalyuk M. V. *Perspektivnye tekhnologii vyrashchivaniya posadochnogo materiala v lesnykh pitomnikakh : monogr.* Voronezh, 2006. 247 s. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=22026290>.
10. Posharnikov F. V. *Novye sposoby i tekhnologicheskie sredstva dlya vysokoeffektivnogo poseva lesnykh semyan v pitomnike. Vestnik Moskovskogo gosudarstvennogo universiteta lesa – Lesnoy vestnik*. 2000;3: 105-112. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/novye-sposoby-i-tehnologicheskie-sredstva-dlya-vysokoeffektivnogo-poseva-lesnyh-semyan-v-pitomnike> (in Russian).
11. Laryushin N. P., Sushchev S. A., Lapin V. V., Kuryshv V. D., Shumaev V. V., Machnev A. V. *Soshnik dlya razbrosnogo vyseva semyan i udobrenij. Patent na izobretenie RU 2399187 C1, 20.09.2010. Zayavka № 2009107438/12 ot 02.03.2009*. URL: https://yandex.ru/patents/doc/RU2101906C1_19980120.
12. Novikov A. I., Ivetić V. The effect of seed coat color grading on height of one-year-old container-grown Scots pine seedlings planted on post-fire site. *IOP Conference Series Earth and Environmental Science. Sci*. 2019;226: 012043. DOI: <http://doi.org/10.1088/1755-1315/226/1/012043>.

Сведения об авторах

Драпалюк Михаил Валентинович – доктор технических наук, профессор, профессор кафедры механизации лесного хозяйства и проектирования машин ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет имени Г.Ф. Морозова», ул. Тимирязева, д. 8, г. Воронеж, Российская Федерация, 394087, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-8029-2706>, e-mail: md@vglta.vrn.ru.

Ушаков Никита Олегович – аспирант кафедры механизации лесного хозяйства и проектирования машин ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет имени Г.Ф. Морозова», ул. Тимирязева, д. 8, г. Воронеж, Российская Федерация, 394087, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-9442-9208>, e-mail: ushakov-racing@mail.ru.

✉ *Жужукин Николай Викторович* – магистр лесопромышленного факультета ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет имени Г.Ф. Морозова», ул. Тимирязева, д. 8, г. Воронеж, Российская Федерация, 394087, ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-9302-1406>, e-mail: n.zhuzhukin@yandex.ru.

Журавлев Алексей Николаевич – аспирант кафедры механизации лесного хозяйства и проектирования машин ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет имени Г.Ф. Морозова»,

ул. Тимирязева, д. 8, г. Воронеж, Российская Федерация, 394087, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-6383-6687>, e-mail: com307@yandex.ru.

Information about the authors

Drapalyuk Mikhail Valentinovich – DSc (Engineering), Professor, Professor of the Department of Forestry Mechanization and Machine Design, Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov, Timiryazev str., 8 Voronezh, Russian Federation, 394087, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-8029-2706>, e-mail: md@vglta.vrn.ru.

Ushakov Nikita Olegovich – post-graduate student of the Department of Forestry Mechanization and Machine Design, Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G. F. Morozov, Timiryazev str., 8, Voronezh, Russian Federation, 394087, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-9442-9208>, e-mail: ushakov-racing@mail.ru.

✉ *Zhuzhukin Nikolay Viktorovich* – undergraduate student of the forestry engineering faculty, Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G. F. Morozov, Timiryazev str., 8, Voronezh, Russian Federation, 394087, ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-9302-1406>, e-mail: n.zhuzhukin@yandex.ru.

Zhuravlev Aleksey Nikolaevich – post-graduate student of the Department of Forestry Mechanization and Machine Design, Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G. F. Morozov, Timiryazev str., 8, Voronezh, Russian Federation, 394087, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-6383-6687>, e-mail: com307@yandex.ru.

✉- Для контактов/Corresponding author