Научная статья
УДК 630.232.33
doi:10.35694/YARCX.2026.73.1.008

РАЗРАБОТКА И ОБОСНОВАНИЕ КОНСТРУКЦИИ СЕЯЛКИ ДЛЯ ТОЧНОГО ВЫСЕВА КРУПНОПЛОДНЫХ СЕМЯН

Ольга Сергеевна Кузьмина[1], Екатерина Геннадьевна Котлярова[2], Александр Александрович Муравьев[3], Дмитрий Алексеевич Лукинов[4]
[1, 2, 3, 4]Белгородский государственный аграрный университет имени В. Я. Горина, Белгород, Россия
[1]kuzmina_os@belgau.ru
[2]kotljarova_eg@belgau.ru
[3]muravev_aa@belgau.ru
[4]lukinov_da@belgau.ru

Реферат. Восстановление лесонасаждений позволяет обеспечить экологическую безопасность и способствует устойчивому развитию сельского хозяйства. Полезащитные лесные полосы формируют экологический каркас агроландшафта. Подготовка саженцев для лесонасаждений осуществляется в питомниках, с использованием специальных сеялок. Объект исследования – конструкция лесной сеялки для высева крупноплодных семян древесных пород (жёлуди дуба, каштаны). Цель работы – разработка и обоснование конструкции сеялки для крупноплодных семян. Исследование направлено на разработку конструкции для оптимизации нормы высева сеялки, что позволит снизить расход ценного семенного материала. Высокие потери дорогостоящего семенного материала при высеве с использованием существующих сеялок общего назначения или ручном высеве делает исследование актуальным. В работе проведён сравнительный анализ существующих конструкций высевающих аппаратов: катушечно-ячеистых и черпаковых. Выявлен основной недостаток, заключающийся либо в отсутствии поштучного высева, либо в сложности гибкой регулировки шага высева. В качестве решения предлагается сеялка с модернизированным черпаковым высевающим аппаратом. Новизна конструкции состоит в применении съёмных ячеек, которые при помощи фиксатора могут закрепляться на цепи в различных положениях. Отдельные ячейки для семян можно полностью снимать с цепи. Это позволит дискретно менять интервал между активными семязахватами. Технический результат заключается в обеспечении точного, поштучного высева с управляемым шагом за счёт простого механизма регулировки. Внедрение предложенной конструкции позволит повысить экономическую эффективность работы в лесных питомниках за счёт прямой экономии семенного материала и создания оптимальной густоты стояния сеянцев.

Ключевые слова: *лесная сеялка, крупноплодные семена, точный высев, шаг посадки, высевающий аппарат, жёлуди, каштаны, нормирование расхода семян*

DEVELOPMENT AND JUSTIFICATION OF THE DESIGN OF A SEED DRILL FOR PRECISION SEEDING OF LARGE-FRUITED SEEDS

Olga S. Kuzmina[1], Ekaterina G. Kotlyarova[2], Aleksandr A. Muravyov[3], Dmitriy A. Lukinov[4]
[1, 2, 3, 4]Belgorod State Agrarian University named after V. Gorin, Belgorod, Russia
[1]kuzmina_os@belgau.ru
[2]kotljarova_eg@belgau.ru
[3]muravev_aa@belgau.ru
[4]lukinov_da@belgau.ru

Abstract. The restoration of forest plantations ensures environmental safety and contributes to sustainable agricultural development. Forest shelter belt forms the ecological framework of the agrolandscape. The preparation of seedlings for forest plantations is carried out in nurseries using special seeders. The object of research is the design of a forestry seeder for sowing large-fruited seeds of tree species (oak acorns, chestnuts). The purpose of the work is to develop and justify the design of a seeder for large-fruited seeds. The research is aimed at developing a design to optimize the seeding rate of the seeder, which will reduce the

consumption of valuable seed material. High losses of expensive seed material when seeding using existing general-purpose seeders or manual seeding makes the study relevant. A comparative analysis of the existing designs of seeding mechanism is carried out in the work: roller-cellular and bucket. The main disadvantage has been identified, which is either in the absence of piece seeding or in the difficulty of flexible adjustment of the seed spacing. As a solution, a seeder with a modernized bucket seeding mechanism is proposed. The novelty of the design lies in the use of removable cells, which can be fixed to the chain in various positions with the help of a retainer. The individual seed cells can be completely removed from the chain. This will allow discretely changing the interval between active seed pickup. The technical result is to ensure precise, piece-by-piece seeding with a controlled spacing due to a simple adjustment mechanism. The introduction of the proposed design will increase the economic efficiency of work in forest nurseries due to direct saving of seed material and the creation of optimal density of seedlings.

Keywords: *forestry seeder, large-fruited seeds, precision seeding, plant spacing, seeding mechanism, acorns, chestnuts, rationing of seed consumption*

Введение. Эффективное и масштабное восстановление лесных насаждений является одной из ключевых задач обеспечения экологически безопасного и устойчивого развития сельского хозяйства. Особую значимость при восстановлении лесов и лесополос в Белгородской области имеют лесные культуры из ценных твердолиственных пород, таких как дуб черешчатый и каштан посевной. Эти породы способны формировать высокопродуктивную экосистему возле сельскохозяйственных угодий. При обновлении лесополос на полях уменьшается водная и ветровая эрозия, лучше задерживается влага и снег, формируется среда обитания для полезных насекомых и птиц [1; 2].

Для успешного восстановления лесных насаждений необходима подготовка – посев семян в питомниках. Механизированный посев таких крупноплодных семян, как жёлуди, каштаны, орехи – сложная задача из-за высокой массы и нестандартной формы. Их высев осуществляется ручным способом или при помощи сеялок общего назначения, адаптированных для таких семян. Ручная посадка – сложный и малопроизводительный процесс. Работа требует высокой точности и значительных затрат времени. Недостатки такого способа заключаются в неравномерном распределении семян в рядке, что станет причиной неравномерных всходов, конкуренции при росте сеянцев и необходимости прореживания или пересадки [3; 4].

Повышение эффективности процесса посева связано с разработкой и испытаниями специализированных высевающих аппаратов. Главная особенность таких аппаратов – это обеспечение поштучного посева с регулируемым шагом. Точность высева обеспечит закладку оптимальной густоты стояния растений при минимальных потерях семенного материала. Возможность регулировки шага позволяет подстраивать норму высева растений под рекомендации к конкретной древесной породе и технологии выращивания в питомнике.

Проведённый предварительный анализ существующих технических решений в области сеялок для посадки крупноплодных семян позволил выявить ряд недостатков, представленных на рисунке 1.

Таким образом, разработка конструкции сеялки для крупноплодных семян, сочетающей надёжность поштучного захвата с простым и эффективным механизмом регулировки шага посадки, является актуальной задачей для сельского и лесного хозяйства.

Целью настоящего исследования является разработка и обоснование конструкции сеялки для крупноплодных семян. Техническим результатом является снижение расхода посевного материала

Рисунок 1 – Недостатки существующих высевающих аппаратов для крупноплодных семян

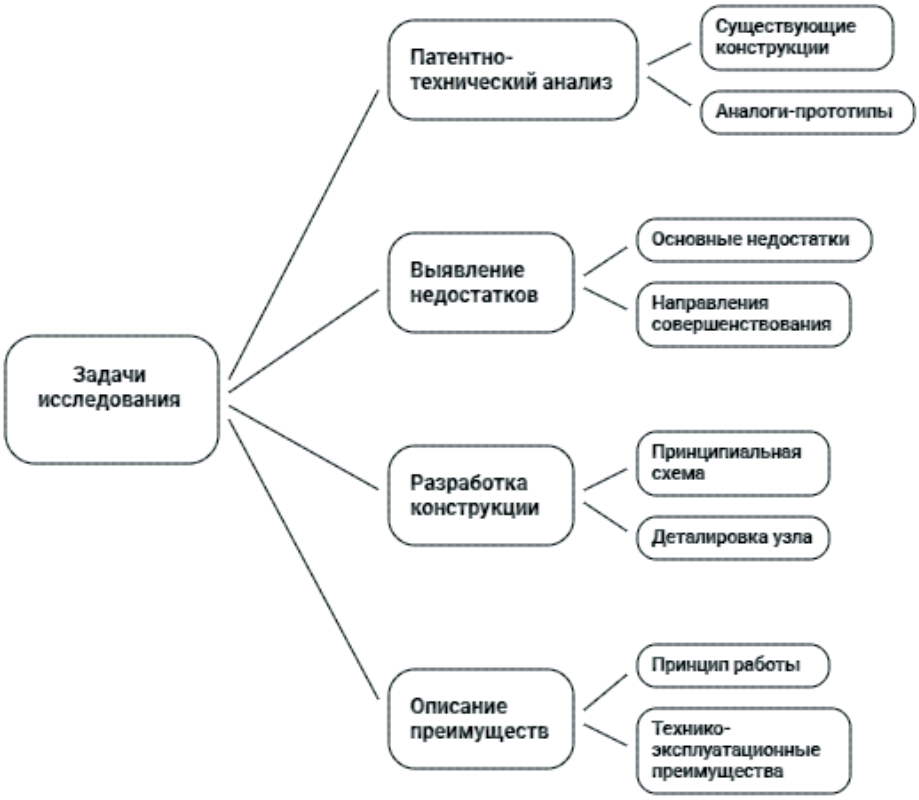


Рисунок 2 – Задачи исследования

благодаря обеспечению точной регулировки посевного шага. Задачи исследования можно графически представить в виде схемы на рисунке 2.

Материалы и методы исследований. Разработка конструкции сеялки для крупноплодных семян велась на основе анализа патентной и научно-технической литературы. В ходе исследования были рассмотрены конструкции следующих прототипов:

1. Сеялка конструкции И. М. Бартенева [5]. Конструкция сеялки включает раму, бункер для семенного материала, высевающий аппарат, семяпровод, сошник, заделывающий рабочий орган. В качестве основного недостатка отмечена сложность конструкции.

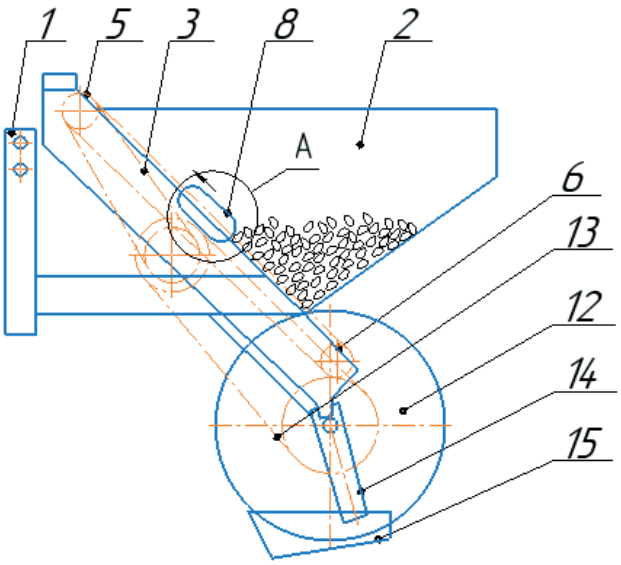
2. Известна сеялка питомниковая широкострочная СПП-3Ш [6]. Сеялка состоит из рамы, бункера, сошника, катушечно-ячеистого высевающего аппарата, наклонного коробчатого семяпровода, опорных колёс, привода и заделывающих рабочих органов. В сеялке СПП-3Ш наклонный семяпровод, с целью повышения равномерности рассеивания семян, снабжён распределительным устройством в виде конуса с отверстиями-ловушками по патенту [7]. В качестве выявленных недостатков отмечается затруднительный выход крупноплодных семян из ячеек катушки.

3. Существует лесная сеялка типа СЛПМ [8], рекомендованная для применения в питомниках. Сеялка состоит из бункера с ворошилками, транспортёра с черпачками для захвата семян, семяприёмников, сошниковой группы и прикатывающих катков. Выявленные недостатки конструкции связаны с выпадением крупноплодных семян из захватывающих черпаков и перерасходом семенного материала при попадании сразу нескольких мелких семян на один черпак.

4. Существует конструкция сеялки для крупноплодных семян, разработанная коллективом учёных под руководством В. И. Казакова [9]. Сеялка состоит из рамы, бункера для семян, высевающего аппарата, гибкой замкнутой цепи, ведущей и ведомой звёздочек и направляющей. Среди недостатков конструкции можно отметить отсутствие механизма для регулировки шага посадки, что приводит к перерасходу посевного материала [10].

При разработке конструкции сеялки для крупноплодных семян в качестве базового решения был выбран цепной высевающий аппарат. Авторы считают такое решение наиболее надёжным для реализации поштучного захвата крупных семян. Критическим недостатком имеющихся конструкций с цепным высевающим аппаратом, подлежащим устранению, было признано отсутствие механизма регулировки шага высева.

Результаты. Разработанная сеялка для крупноплодных семян является навесным орудием для



1 – рама; 2 – бункер; 3 – высевающий аппарат; 5 – ведущая звёздочка; 6 – ведомая звёздочка; 8 – ячейка для семян; 12 – приводное колесо; 13 – цепная передача; 14 – семяпровод; 15 – сошник.

Рисунок 3 – Конструкция сеялки для крупноплодных семян

агрегатирования с трактором. Конструкция сеялки представлена на рисунке 3.

Сеялка включает раму 1, бункер для семян 2, высевающий аппарат 3, семяпровод 14 и сошник 15. Привод аппарата осуществляется от опорно-приводного колеса 12 через цепную передачу 13 на ведущую звёздочку 5.

Новизна заключается в конструкции высевающего аппарата, представленного на рисунке 4.

На рисунке 4*а* положения В и Г – крайние точки крепления основания 9. В пределах крайних точек основание 9 с ячейкой для семян 8 может фиксироваться в любом положении. Высевающий аппарат выполнен на основе замкнутой цепи 4, движущейся по направляющей 7 между звёздочками 5, 6. На каждом (или на выбранных) звеньях цепи закреплена платформа 11. На платформе с помощью фиксатора 10 крепится основание 9 с ячейкой для семян 8. Ячейка имеет вогнутую форму, рассчитанную на удержание одного крупного семени (жёлудя, каштана).

Регулировка шага высева может осуществляться двумя вариантами:

– первый вариант – изменением положения основания с ячейкой для семян в пределах одного звена, что позволяет изменять расстояние между соседними ячейками в небольшом диапазоне;

– второй вариант – крупная регулировка с изменением частоты ячеек. Оператор может демонтировать ячейки с выбранных звеньев цепи, создавая необходимый интервал между активными захватывающими элементами. Например, оставляя ячейку на каждом втором или третьем звене.

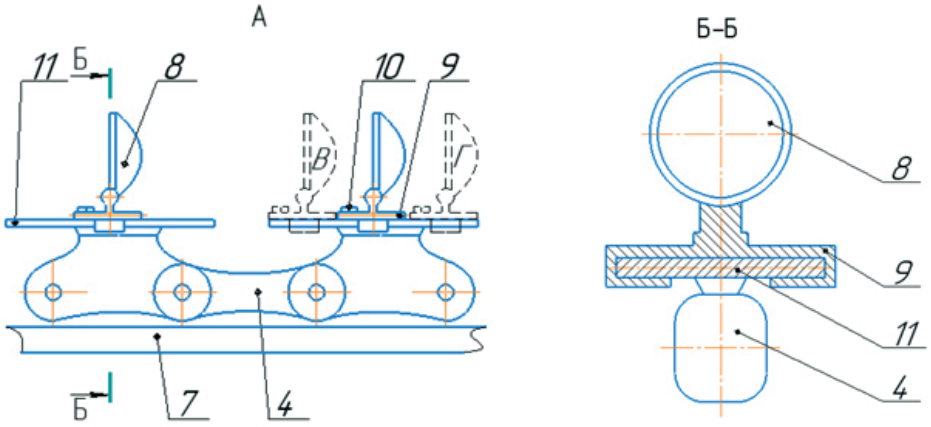
Расчётный шаг посадки можно определить по выражению (1):

$$S = (i \cdot P_{зв}) \pm \Delta, \quad (1)$$

где i – число звеньев цепи между активными ячейками; $P_{зв}$ – шаг цепи; Δ – смещение ячейки за счёт выбранного положения на платформе.

Перед началом высева оператор устанавливает ячейки в нужное положение на цепи, обеспечивая требуемый шаг посадки. При движении агрегата вращение от колеса 12 передаётся на цепь. Ячейки, проходя через зону бункера 2, захватывают по одному семени. В нижней точке траектории семя выпадает из ячейки в семяпровод 14 и по нему скатывается в борозду, подготовленную сошником 15. Направляющая 7 обеспечивает стабильное положение цепи и ячеек, предотвращая потерю семян.

Предлагаемая конструкция позволяет устранить недостаток ближайшего аналога сеялки для высева крупноплодных семян автора В. И. Казакова, обеспечить точный и поштучный высев крупноплодных семян, что позволяет избежать нерационального расхода дорогостоящего семенного материала. Предлагаемый механизм регулировки шага высева прост и не требует сложных настроек в полевых условиях. Среди недостатков можно отметить затраты времени для переналадки в случае изменения шага высева, однако для работы в лесных питомниках нормы высева для определённой породы не изменяются в течение сезона.



а) *б*)

а – вид на звено высевающего аппарата (вид А); *б* – разрез ячейки высевающего аппарата (вид Б-Б); 4 – звено цепи; 7 – направляющая; 8 – ячейка для семян; 9 – основание; 10 – фиксатор; 11 – платформа.

Рисунок 4 – Высевающий аппарат сеялки для крупноплодных семян

Выводы. В исследованиях представлена разработанная конструкция сеялки для крупноплодных семян, основным преимуществом которой является возможность регулировки шага высева семян. Регулировка осуществляется за счёт съёмной конструкции ячеек для семян, которая может фиксироваться на звене цепи в различных положениях или полностью демонтироваться. Внедрение предложенной конструкции сеялки в лесные питомники позволит снизить расход дорогостоящего семенного материала и сократить расходы на последующий уход.

Список источников

1. Попов В. С., Пошарников Ф. В. Анализ результатов работы универсального высевающего аппарата по качеству высева крупных лесных семян // Международный научно-исследовательский журнал. 2012. № 7-1 (7). С. 61–63. EDN PSCQPX.

2. Пат. 228759 U1 Российская Федерация, МПК A01C 7/00. Сеялка для семян дуба / О. С. Кузьмина, В. Ю. Страхов, Ю. В. Саенко, Д. А. Лукинов ; заявитель и патентообладатель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Белгородский государственный аграрный университет имени В. Я. Горина». № 2024118796 ; заявл. 03.07.2024 ; опубл. 11.09.2024, Бюл. № 26. 1 с. EDN DHZXLT.

3. Пошарников Ф. В., Попов В. С. Результаты исследований нового высевающего аппарата лесной сеялки // Современные проблемы науки и образования. 2012. № 1. С. 159. EDN OXCEJH.

4. Пошарников Ф. В., Попов В. С., Свиридов В. Г. Совершенствование технических средств для лесных питомников // Лесотехнический журнал. 2011. № 4 (4). С. 110–117. EDN OOMGPD.

5. Пат. 2603926 C1 Российская Федерация, МПК A01C 7/00. Лесная сеялка крупноплодных семян / И. М. Бартенев ; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Воронежский государственный лесотехнический университет имени Г. Ф. Морозова». № 2015121185/13 ; заявл. 03.06.2015 ; опубл. 10.12.2016, Бюл. № 34. 7 с. EDN VUQCMV.

6. Пошарников Ф. В. Лесные сеялки (теория, расчет, исследования и испытания) : монография. Воронеж : Воронежский государственный лесотехнический университет им. Г. Ф. Морозова, 2007. 440 с. ISBN 978-5-7994-0227-3. EDN QKZTDV.

7. Авторское свидетельство 1665910 СССР, A01 C 7/20. Семяпровод / Ф. В. Пошарников ; заявитель Воронежский лесотехнический институт. № 4719004/15 ; заявл. 11.07.1989 ; опубл. 30.07.1991, Бюл. № 28. EDN NNNZDY.

8. Зима И. М., Мамочин Т. Т. Механизация лесохозяйственных работ. 3-е изд., перераб. и доп. М. : Лесная промышленность, 1976. 416 с.

9. Пат. 2118076 C1 Российская Федерация, МПК A01C 7/00, A01C 7/16. Сеялка для высева крупноплодных семян / В. И. Казаков, Л. Т. Свиридов, В. Т. Дегтев [и др.] ; заявитель и патентообладатель Всероссийский научно-исследовательский институт лесоводства и механизации лесного хозяйства. № 97106866/13 ; заявл. 24.04.1997 ; опубл. 27.08.1998. EDN NOPZUJ.

10. Пат. 227847 U1 Российская Федерация, МПК A01C 7/00. Сеялка лесная / О. С. Кузьмина, Е. Г. Котлярова, А. А. Мелентьев [и др.] ; патентообладатель Федеральное государственное бюджетное образовательное

учреждение высшего образования «Белгородский государственный аграрный университет имени В. Я. Горина». № 2024113158 ; заявл. 15.05.2024 ; опубл. 07.08.2024, Бюл. № 22. 1 с. EDN CHOTJG.

References

1. Popov V. S., Posharnikov F. V. Analiz rezul'tatov raboty universal'nogo vysevayushchego apparata po kachestvu vyseva krupnyh lesnyh semyan // Mezhdunarodnyj nauchno-issledovatel'skij zhurnal. 2012. № 7-1 (7). S. 61–63. EDN PSCQPX.

2. Pat. 228759 U1 Rossijskaya Federaciya, MPK A01C 7/00. Seyalka dlya semyan duba / O. S. Kuz'mina, V. Yu. Strakhov, Yu. V. Saenko, D. A. Lukinov ; zayavitel' i patentoobladatel' Federal'noe gosudarstvennoe byudzhetnoe obrazovatel'noe uchrezhdenie vysshego obrazovaniya «Belgorodskij gosudarstvennyj agrarnyj universitet imeni V. Ya. Gorina». № 2024118796 ; zayavl. 03.07.2024 ; opubl. 11.09.2024, Byul. № 26. 1 s. EDN DHZXLT.

3. Posharnikov F. V., Popov V. S. Rezul'taty issledovanij novogo vysevayushchego apparata lesnoj seyalki // Sovremennye problemy nauki i obrazovaniya. 2012. № 1. S. 159. EDN OXCEJH.

4. Posharnikov F. V., Popov V. S., Sviridov V. G. Sovershenstvovanie tekhnicheskih sredstv dlya lesnyh pitomnikov // Lesotekhnicheskij zhurnal. 2011. № 4 (4). S. 110–117. EDN OOMGPD.

5. Pat. 2603926 C1 Rossijskaya Federaciya, MPK A01C 7/00. Lesnaya seyalka krupnoplodnyh semyan / I. M. Bartenev ; zayavitel' Federal'noe gosudarstvennoe byudzhetnoe obrazovatel'noe uchrezhdenie vysshego obrazovaniya «Voronezhskij gosudarstvennyj lesotekhnicheskij universitet imeni G. F. Morozova». № 2015121185/13 ; zayavl. 03.06.2015 ; opubl. 10.12.2016, Byul. № 34. 7 s. EDN VUQCMV.

6. Posharnikov F. V. Lesnye seyalki (teoriya, raschet, issledovaniya i ispytaniya) : monografiya. Voronezh : Voronezhskij gosudarstvennyj lesotekhnicheskij universitet im. G. F. Morozova, 2007. 440 s. ISBN 978-5-7994-0227-3. EDN QKZTDV.

7. Avtorskoe svidetel'stvo 1665910 SSSR, A01 C 7/20. Semyaprovod / F. V. Posharnikov ; zayavitel' Voronezhskij lesotekhnicheskij institut. № 4719004/15 ; zayavl. 11.07.1989 ; opubl. 30.07.1991, Byul. № 28. EDN NNNZDY.

8. Zima I. M., Mamochin T. T. Mekhanizaciya lesohozyajstvennyh rabot. 3-e izd., pererab. i dop. M. : Lesnaya promyshlennost', 1976. 416 s.

9. Pat. 2118076 C1 Rossijskaya Federaciya, MPK A01C 7/00, A01C 7/16. Seyalka dlya vyseva krupnoplodnyh semyan / V. I. Kazakov, L. T. Sviridov, V. T. Degtev [i dr.] ; zayavitel' i patentoobladatel' Vserossijskij nauchno-issledovatel'skij institut lesovodstva i mekhanizacii lesnogo hozyajstva. № 97106866/13 ; zayavl. 24.04.1997 ; opubl. 27.08.1998. EDN NOPZUJ.

10. Pat. 227847 U1 Rossijskaya Federaciya, MPK A01C 7/00. Seyalka lesnaya / O. S. Kuz'mina, E. G. Kotlyarova, A. A. Melent'ev [i dr.] ; patentoobladatel' Federal'noe gosudarstvennoe byudzhetnoe obrazovatel'noe uchrezhdenie vysshego obrazovaniya «Belgorodskij gosudarstvennyj agrarnyj universitet imeni V. Ya. Gorina». № 2024113158 ; zayavl. 15.05.2024 ; opubl. 07.08.2024, Byul. № 22. 1 s. EDN CHOTJG.

Сведения об авторах

Ольга Сергеевна Кузьмина – кандидат технических наук, старший преподаватель агрономического факультета, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Белгородский государственный аграрный университет имени В. Я. Горина», spin-код: 2622-3266.

Екатерина Геннадьевна Котлярова – доктор сельскохозяйственных наук, профессор, профессор агрономического факультета, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Белгородский государственный аграрный университет имени В. Я. Горина», spin-код: 9600-9678.

Александр Александрович Муравьев – кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, доцент агрономического факультета, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Белгородский государственный аграрный университет имени В. Я. Горина», spin-код: 1185-9942.

Дмитрий Алексеевич Лукинов – обучающийся инженерного факультета, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Белгородский государственный аграрный университет имени В. Я. Горина», spin-код: 7372-8800.

Information about the authors

Olga S. Kuzmina – Candidate of Technical Sciences, Senior Lecturer at the Faculty of Agronomy, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Belgorod State Agrarian University named after V. Gorin", spin-code: 2622-3266.

Ekaterina G. Kotlyarova – Doctor of Agricultural Sciences, Full Professor, Professor of the Faculty of Agronomy, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Belgorod State Agrarian University named after V. Gorin", spin-code: 9600-9678.

Aleksandr A. Muravyov – Candidate of Agricultural Sciences, Docent, Associate Professor of the Faculty of Agronomy, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Belgorod State Agrarian University named after V. Gorin", spin-code: 1185-9942.
Dmitriy A. Lukinov – student of the Faculty of Engineering, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Belgorod State Agrarian University named after V. Gorin", spin-code: 7372-8800.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.
Conflict of interest. The authors declare no conflict of interest.

В ИЗДАТЕЛЬСТВЕ ФГБОУ ВО «ЯРОСЛАВСКИЙ ГАУ» В 2025 ГОДУ ВЫШЛА МОНОГРАФИЯ, ИЗДАНИЕ 2-Е, ИСПРАВЛЕННОЕ

ВЛАДИМИР ВИКТОРОВИЧ ШМИГЕЛЬ

СЕПАРАЦИЯ И СТИМУЛЯЦИЯ СЕМЯН ЗЕРНОВЫХ И ОВОЩНЫХ КУЛЬТУР В ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ПОЛЯХ

Впервые монография была издана в 2003 г. В монографии рассматриваются проблемы существующей теории сепарации и стимуляции семян в электрическом поле. Излагаются вопросы поведения заряженной разновытянутой эллипсоидальной частицы в электростатическом поле на металлическом электроде и теоретическое обоснование процессов сепарации и стимуляции семян в электрическом поле. Рассматриваются методики, устройства и результаты экспериментальных исследований параметров семян, электрического поля. Приводятся разработанные установки для сепарации и стимуляции семян в электростатическом поле. Все они защищены патентами Российской Федерации.

Для студентов, аспирантов, молодых учёных, а также инженеров, агрономов и научных работников, занимающихся данной тематикой.

Монография издаётся в авторской редакции.

УДК 631.362:633.1; ББК 41.44; ISBN 978-5-98914-291-0; 206 СТР.

ПО ВОПРОСАМ ПРИОБРЕТЕНИЯ ОБРАЩАТЬСЯ ПО АДРЕСУ:

150042, г. Ярославль, Тутаевское шоссе, 58, ФГБОУ ВО «Ярославский ГАУ»

e-mail: e.bogoslovskaya@yarcx.ru