

EDN: ZQXHMY

DOI: 10.22314/2073-7599-2026-20-1-19-24

Научная статья
УДК 631.331

Робот для подачи семян в селекционную сеялку

Максим Николаевич Московский¹,
доктор технических наук, профессор Российской
академии наук,
главный научный сотрудник,
e-mail: maxmoskovsky74@yandex.ru;

Андрей Сергеевич Чулков¹,
кандидат технических наук,
ведущий научный сотрудник,
e-mail: andrei.chulkov@mail.ru;
Яков Сергеевич Башлыков²,
инженер,
e-mail: oprodukt@mail.ru

¹Федеральный научный агроинженерный центр ВИМ, Москва, Российская Федерация;

²ООО СПК «Медведки», Тульская область, Ефремовский район, Российская Федерация

Реферат. В условиях импортозамещения необходимо усилить развитие селекции зерновых и других культур для создания новых сортов и наращивания объемов семенного материала. Роботизация техники в растениеводстве позволит быстрее справиться с данной задачей путем снижения затрат на ручной труд и повышения производительности на втором и третьем этапах селекционных работ. (*Цель исследования*) Создание робота для подачи семян в высевочный аппарат селекционной сеялки и выработка рекомендаций по его применению. (*Материалы и методы*) Робот разработан в соответствии с требованиями стандартов при посеве зерновых, зернобобовых и других культур на селекционных делянках. Предложен метод для определения применения одно- или многоуровневого робота для подачи семян в зависимости от площади селекционного участка. (*Результаты и обсуждение*) Разработали конструкционную схему и алгоритм действия робота карусельного типа, который может быть интегрирован в селекционные кассетные сеялки разных типов. Выведена формула применения робота для подачи семян в зависимости от параметров селекционного участка и требуемого количества кассет. (*Выводы*) Лабораторные исследования с использованием роботизированного кассетного загрузочного устройства или робота для подачи семян вместо выполнения операции вручную на втором и третьем этапах селекционных работ показали возможность сократить время посева на 12 процентов, увеличить производительность на 20-30 процентов.

Ключевые слова: зерновые культуры, посев, подача семян, кассетная селекционная сеялка, робот, кассета, блок кассет.

■ **Для цитирования:** Московский М.Н., Чулков А.С., Башлыков Я.С. Робот для подачи семян в селекционную сеялку // *Сельскохозяйственные машины и технологии*. 2026. Т. 20. №1. С. 19-24. DOI: 10.22314/2073-7599-2026-20-1-19-24. EDN: ZQXHMY.

Scientific article

Seed Feeding Robot for Selection Seed Drill

Maxim N. Moskovskiy¹,
Dr.Sci.(Eng.), professor of the Russian Academy
of Sciences,
chief researcher,
e-mail: maxmoskovsky74@yandex.ru;

Andrey S. Chulkov¹,
Ph.D.(Eng.), leading researcher,
e-mail: andrei.chulkov@mail.ru;
Yakov S. Bashlykov²,
engineer,
e-mail: oprodukt@mail.ru

¹Federal Scientific Agroengineering Centre VIM, Moscow, Russian Federation;

²ООО СПК «MEDVEDKI», Tula region, Efremovsky district, Russian Federation

Abstract. In the context of import substitution, accelerating the development of grain, legume, and other crop breeding sectors is crucial to create new varieties and increase seed material volumes. Robotization of crop production operations can enable faster solution, cut manual labor costs, and enhance breeding productivity. (*Research purpose*) To design a seed-feeding robot for the sowing apparatus of a selection seed drill and develop recommendations for its use at the second and third stages of breeding. (*Materials and methods*) The robot was engineered to meet standards for sowing grains, legumes, and other crops on breeding plots. A method was proposed to select single- or multi-level robots for seed feeding based on the breeding area. (*Results and discussion*) A structural diagram and operation algorithm were developed for a carousel-type robot integrable into various

cassette selection seed drills. A formula was derived for robot application based on breeding site parameters and required cassette quantities. (*Conclusions*) Laboratory tests of the robotic cassette-loading device or seed-feeding robot at the second and third breeding stages demonstrated the potential for a 12 percent reduction in sowing time and 20–30 percent productivity.

Keywords: grain crops, sowing, seed feeding, cassette selection seed drill, robot, cassette, cassette block.

For citation: Moskovskiy M.N., Chulkov A.S., Bashlykov Ya.S. Seed feeding robot for selection seed drill. *Agricultural Machinery and Technologies*. 2026. Vol. 20. N1. 19-24 (In Russian). DOI: 10.22314/2073-7599-2026-20-1-19-24. EDN: ZQXNMY.

Создание новых сортов сельскохозяйственных культур и наращивание объемов семенного материала особенно актуальны в условиях импортозамещения продукцией отечественной селекции [1]. Роботизация в растениеводстве позволит повысить производительность работ и снизить долю ручных операций [2, 3].

В технологии селекционного посева применяются селекционные сеялки с порционными конусными высевальными аппаратами автономного высева на 2-м этапе и центрального распределения на 3-м этапе работ. Загрузку семян в конусный высевальный аппарат автономного высева выполняет кассетное загрузочное устройство (КЗУ). В конусный высевальный аппарат центрального распределения семена загружает оператор из пакетов вручную или используется КЗУ. Внедрение роботизированных устройств подачи семян в высевальный аппарат сеялки создаст возможность заменить ручные операции, сократить цикл посева на селекционных делянках и увеличить эффективность селекционных работ [4, 5].

Цель исследования: разработать робот для подачи семян (РПС) для загрузки высевальных аппаратов селекционной сеялки и рекомендации по применению разрабатываемого устройства на 2-м и 3-м этапах селекционных работ.

Материалы и методы. При разработке и исследовании схемы РПС учитывали требования ГОСТ Р 60.0.0.4–2019/ISO 8373:2012 «Роботы и робототехнические устройства. Термины и определения» и ОСТ 46 73-78. Параметры посева на 2-м и 3-м эта-

пах селекционных работ согласно требованиям ОСТ 46 73-78 представлены в *таблице*.

Для 2-го этапа работ могут использоваться селекционные сеялки с конусными аппаратами автономного высева российского производства СКС-6-10, СССР-6, СССР-2 и зарубежные Rowseed S (*Wintersteiger AG*, Австрия) и др.

Для роботизация процесса подачи семян в высевальный аппарат сеялки учеными ФГБНУ ФНАЦ ВИМ было разработано роботизированное кассетное загрузочное устройство карусельного типа (*рис. 1*) (Патент RU 2806909, 2023 г.) [6].

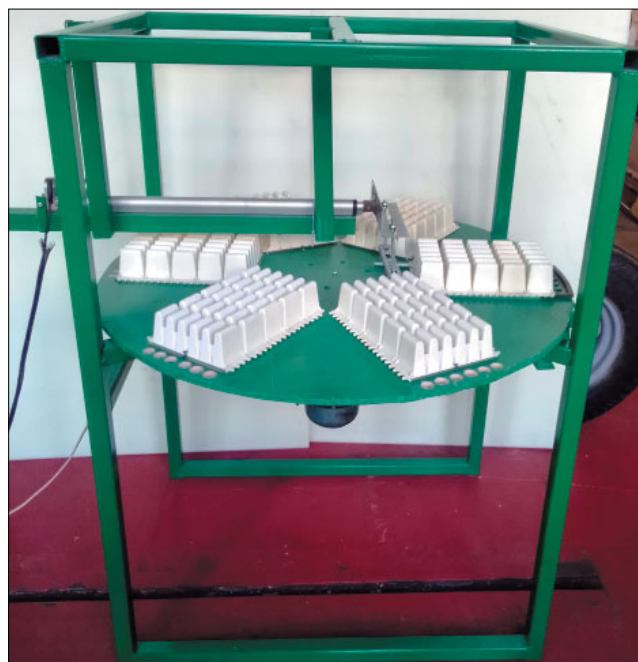


Рис. 1. Роботизированное кассетное загрузочное устройство карусельного типа селекционной сеялки

Fig. 1. Robotic cassette loading device of carousel type for a selection seed drill

В селекционной самоходной сеялке СССР-2 (*рис. 2*), разработанной ФГБНУ ФНАЦ ВИМ в 2024 г., применяется роботизированное кассетное загрузочное устройство для подачи кассет к высевальному аппарату и подачи блоков кассет без участия оператора [7].

Для 3-го этапа работ с конусным высевальным аппаратом центрального распределения применяют-

Таблица ПАРАМЕТРЫ СЕЛЕКЦИОННОГО ПОСЕВА SELECTION SOWING PARAMETERS			Table
Наименование	2-й этап	3-й этап	
Длина делянки L_d , м	1-5	2-20	
Ширина междурядной дорожки m , м	Не более 2 м	Не более 6 м	
Число рядков в делянке	1-6	3-10	
Количество семян на делянку: зерновые культуры зернобобовые культуры	До 500 шт. До 300 шт.	До 1,0 кг До 1,7 кг	



Рис. 2. Сеялка селекционная самоходная роботизированная СССР-2

Fig. 2. Self-propelled robotic selection seed drill SSSR-2

ся сеялки как российского производства (СН-10Ц(К), ССН-7, ССН-11 и др.), так и зарубежных фирм (Wintersteiger AG, Австрия; Haldrup, ФРГ и др.) [8].

На сеялке СН-10Ц(К) семена загружаются в высевочный аппарат из кассет автоматически при помощи кассетного загрузочного устройства, а блоки кассет заменяет оператор вручную. Во всех других сеялках для 3-го этапа работ загрузку семян выполняет оператор из пакетов вручную.

В целях роботизации процесса подачи семян в высевочный аппарат сеялки на селекционных делянках 3-го этапа работ [9, 10] без участия оператора предложено использовать РКЗУ карусельного типа. Поскольку площадь посева на этом этапе увеличивается, для обеспечения РКЗУ необходимым количеством кассет с семенами предложено усовершенствовать конструкцию устройства. Кассеты для загрузки семян должны состоять из одной ячейки. В соответствии с максимальной нормой высева на делянку для зерновых культур (1,0 кг, ОСТ 46 73-78) объем ячейки должен быть 1,2 л.

Кассеты с одной ячейкой объемом 1200 мл, изготовленные методом 3-D печати из ABS-пластика (рис. 3), последовательно нанизываются на направляющую пластину и образуют блок.

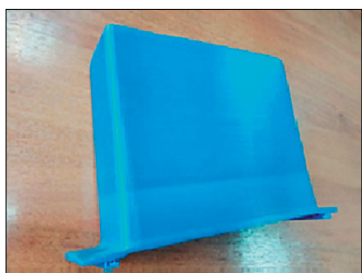


Рис. 3. Кассета для 3-го этапа селекционных работ с одной ячейкой

Fig. 3. Cassette of a selection seed drill with one cell for use at the third stage of breeding

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ. В соответствии с ГОСТ Р 60.0.0.4–2023/ИСО 8373:2012 «Роботы и робототехнические устройства. Термины и определения» для подачи семян был разработан стационарный промышленный (сельскохозяйственный) робот карусельного типа (рис. 4) (Патент RU 2837393, 2025 г.).

В состав роботизированного устройства входит манипулятор перемещения кассет 1 и расположенных в них ячеек для семян к высевочному аппарату 2. Кассеты нанизаны на направляющую пластину 3 и образуют кассетный блок 4.

Манипулятор работает под контролем блока управления 5 и представляет собой механизм с тремя степенями подвижности. На раме 6 находятся центральная неподвижная платформа 7 и внешняя подвижная многоуровневая платформа 8.

В рабочей зоне 10 перемещения кассет на центральной неподвижной платформе установлен актуатор 9, а под многоуровневой подвижной платформой – дополнительный актуатор 11, который поднимает внешнюю подвижную платформу 8 на один уровень в рабочую зону 10.

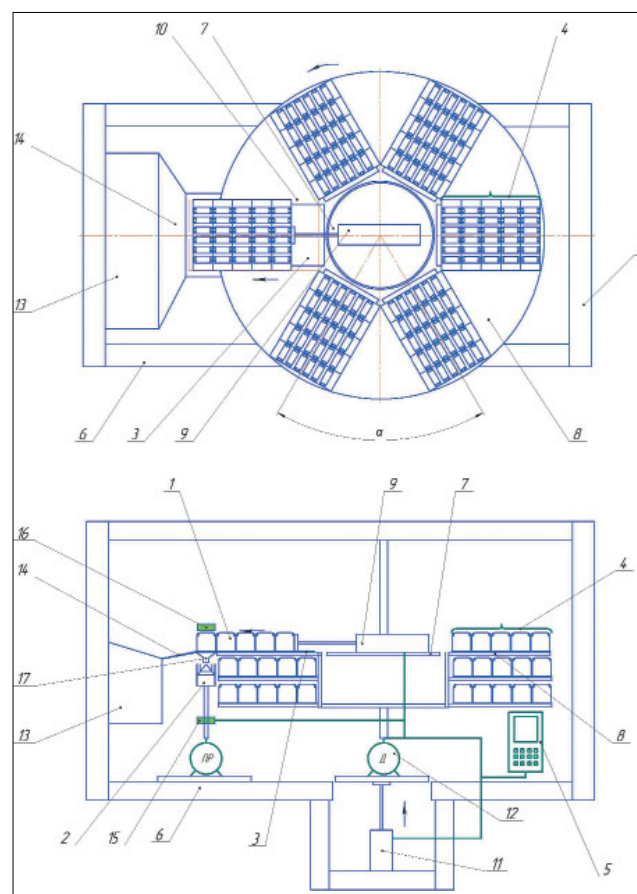


Рис. 4. Схема робота для подачи семян карусельного типа

Fig. 4. Diagram of a carousel-type seed feeding robot

На каждом уровне внешней подвижной платформы расположены по окружности с шагом α и зафикс-

сированы блоки кассет. Платформа приводится во вращение шаговым электродвигателем 12. На раме за высевающим аппаратом расположен контейнер 13 с наклонным лотком 14 для сбора пустых кассет.

Устройство оснащено датчиками, связанными с блоком управления 5. На валу высевающего аппарата установлен датчик вращения 15, а над первой в очереди кассетой в рабочей зоне – датчик положения кассет 16.

Робот для подачи семян карусельного типа работает в соответствии с алгоритмом (рис. 5).

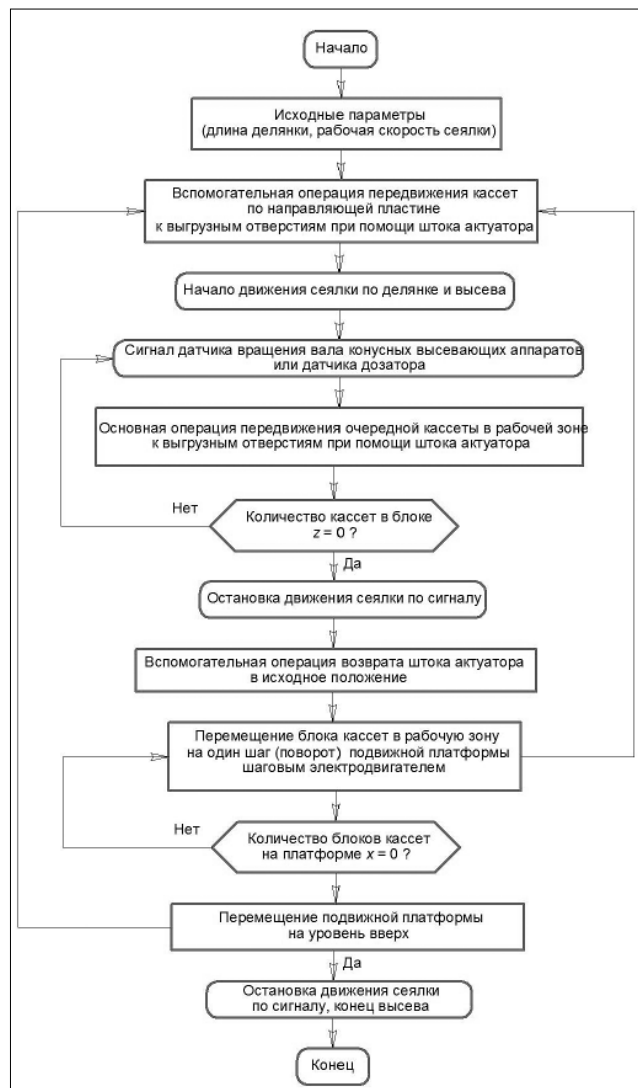


Рис. 5. Алгоритм работы робота карусельного типа с тактовой подачей кассет

Fig. 5. Operation algorithm for a carousel-type seed feeding robot with step-by-step cassette feeding

В алгоритме работы РКЗУ карусельного типа с тактовой подачей кассет отсутствует перемещение подвижной платформы 8 на уровень вверх.

Перед началом посева селекционер устанавливает на подвижной многоуровневой платформе 8 блоки кассет с семенами в соответствии с заданной

нормой высева. Сеялка подъезжает к началу деланки, оператор включает блок управления 5. Манипулятор выполняет вспомогательную операцию подачи первой в очереди кассеты к распределителю 17 при помощи штока актуатора 9. Первая порция семян загружается через выгрузные отверстия распределителя и в стакан дозатора высевающего аппарата.

При движении сеялки начинается основная операция посева. Следующие в очереди кассеты по направляющей пластине 3 в тактовом режиме подаются к распределителю 8 при помощи штока актуатора 9 по сигналу датчика вращения 15 высевающего аппарата или стакана дозатора.

Освобожденная от семян кассета сходит по наклонному лотку 14 в контейнер 13. После схода всех кассет с направляющей пластины под контролем датчика положения 16 штока актуатора 9 возвращается в исходное положение.

Далее по звуковому сигналу тракторист останавливает сеялку, шаговый электродвигатель 12 поворачивает внешнюю подвижную платформу 8 на угол α (в данной конструкции РПС $\alpha = 60^\circ$) и перемещает следующий блок кассет в рабочую зону 10. Процессы подачи кассет к высевающему аппарату актуатором 9 и перемещения кассетных блоков на текущем уровне подвижной платформы повторяются.

После освобождения от семян всех блоков кассет на текущем уровне тракторист останавливает сеялку, и манипулятор при помощи дополнительного актуатора 11 поднимает подвижную платформу с блоками кассет на один уровень вверх. Подача кассет с семенами, перемещение блоков кассет и перемещения на уровень вверх подвижной платформы с установленными на ней блоками кассет продолжают до тех пор, пока на платформе 8 не останется ни одной кассеты с семенами.

После засева всех деланок, процесс высева считается законченным.

РПС карусельного типа интегрируется в селекционную сеялку для зерновых и зернобобовых культур.

Разработан метод для определения типа робота для подачи семян (одно- или многоуровневого) в зависимости от площади селекционного участка. Потребное количество кассет на площадь посева определяется по формуле:

$$n_k = \frac{S_y}{P(L_d + m)}, \quad (1)$$

где S_y – площадь селекционного участка, m^2 ; P – ширина посева, m ; L_d – длина деланки, m ; m – ширина междурядной дорожки, m .

Например, для проведения полевых исследований в одном из хозяйств ООО СПК «Медведки» (Россия, Тульская область, Ефремовский район) на

селекционный участок размером $S_y = 100 \text{ м}^2$ при ширине посева $P = 1,25 \text{ м}$, длине делянки $L_d = 2 \text{ м}$ и ширине междурядной дорожки $m = 1 \text{ м}$ необходимое количество кассет для посева $n_k = 27$ шт. (предварительные расчеты).

Количество уровней платформы робота определяется по следующей формуле и округляется до целого числа в большую сторону:

$$Y = n_k / z, \quad (2)$$

где z – количество кассет, размещаемое на одном уровне, шт.

Для РКЗУ карусельного типа $z = 30$ шт., соответственно $Y = 27/30 = 0,9$, т.е. нужна платформа с одним уровнем.

Исходя из нужного количества кассет, селекционер принимает решение, какую систему подачи семян использовать – роботизированное кассетное загрузочное устройство (РКЗУ) или робот для подачи семян (РПС). В случае, когда $Y \leq 1$ применяется РКЗУ, а если $Y > 1$, то РПС.

В ФГБНУ ФНАЦ ВИМ в 2025 г. разработана навесная селекционная сеялка зерновых и зернобобовых культур для 3-го этапа селекционных работ (рис. 6). РКЗУ интегрирована в навесную селекционную сеялку *Plotseed S* – ВИМ (производства *Wintersteiger* – ВИМ).

В ФГБНУ ФНАЦ ВИМ (Москва) в 2025 г. проведены лабораторные исследования по применению РКЗУ или РПС на 3-м этапе селекционных работ при рядном посеве озимой пшеницы сорта «Немчиновская 85», с числом рядов 10, длиной делянки 2 м и длиной междурядной дорожки 1 м. Подача кассет и блоков кассет роботом происходила в необходимом режиме без отказов. По сравнению с выполнением ручных операций длительность посева уменьшилась на 12%, трудозатраты – до 2 раз, производительность увеличилась на 20%. При проверке сеялки на высев оценивались показатели равномерности высева в рядах. Коэффициент вариации распределения семян в рядах не превышает 4%.

Выводы. Разработан стационарный промыш-



Рис. 6. Сеялка селекционная роботизированная ССР-3
Fig. 6. Robotic selection seed drill SSR-3

ленный (сельскохозяйственный) робот для подачи семян карусельного типа и загрузки высевашего аппарата конусного типа селекционной сеялки на 2-м и 3-м этапах работ.

Предложено заменить ручную подачу оператором порций семян в высеваший аппарат на роботизированную подачу в кассетах РКЗУ или РПС карусельного типа. Роботизированные устройства интегрируются в селекционные сеялки 2-го и 3-го этапов работ. Вид робота – одно- или многоуровневого зависит от площади селекционного участка.

Лабораторные исследования показали, что в случае использования РКЗУ или РПС вместо оператора-сеяльщика при посеве зерновых культур на 3-м этапе селекционных работ снижаются время цикла посева до 12%, трудозатраты до 2 раз, производительность увеличивается на 20-30%. Коэффициент вариации распределения семян в рядах не превышает 4%.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

- Измайлов А.Ю. Интеллектуальные технологии и роботизированные средства в сельскохозяйственном производстве // *Вестник Российской академии наук*. 2019. Т. 89. N5. С. 536-538. DOI: 10.31857/S0869-5873895536-538.
- Бейлис В.М., Ценч Ю.С., Коротченя В.М. и др. Тенденции развития прогрессивных машинных технологий и техники в сельскохозяйственном производстве // *Вестник ВИЭСХ*. 2018. N4(33). С. 150-156. EDN: YTHPID.
- Московский М.Н., Смирнова Ю.Л. Разработка интерфейса и программного обеспечения для реализации системы автоматического высева // *Инженерный вестник Дона*. 2019. N7(58). С. 17. EDN: VSCJBT.
- Ценч Ю.С., Несмиян А.Ю., Хомутова Н.С. История развития конструкции высеваших аппаратов зерновых сеялок // *Вопросы истории естествознания и техники*. 2020. Т. 41. N1. С. 102-117. DOI: 10.31857/S020596060008429-3.
- Лачуга Ю.Ф., Измайлов А.Ю., Лобачевский Я.П. и др. Научно-технические достижения агроинженерных научных учреждений для производства основных групп сельскохозяйственной продукции // *Техника и оборудование для села*. 2021. N 4(286). С. 2-11. DOI: 10.33267/2072-9642-2021-4-2-11.
- Чулков А.С., Чаплыгин М.Е., Шайхов М.М. Роботизированное кассетное загрузочное устройство карусельного типа для селекционной сеялки // *Вестник Воронежского государственного аграрного университе-*

- ма. 2024. Т. 17. N3(82). С. 99-107. DOI: 10.53914/issn2071-2243_2024_3_99-107.
7. Чулков А.С., Шайхов М.М., Текушев А.Х. Селекционная сеялка на базе самоходного шасси с роботизированным кассетным загрузочным устройством // *Сельскохозяйственные машины и технологии*. 2025. Т. 19. N1. С. 49-54. DOI: 10.22314/2073-7599-2025-19-1-49-54.
 8. Лобачевский Я.П., Дорохов А.С. Цифровые технологии и роботизированные технические средства для сельского хозяйства // *Сельскохозяйственные машины и технологии*. 2021. Т. 15. N4. С. 6-10. DOI: 10.22314/2073-7599-2021-15-4-6-10.
 9. Несмиян А.Ю., Ценч Ю.С. Тенденции и перспективы развития отечественной техники для посева зерновых культур // *Сельскохозяйственные машины и технологии*. 2018. Т. 12. N3. С. 45-52. DOI: 10.22314/2073-7599-2018-12-3-45-52.
 10. Cheng X.P., Li H.W., He J. et al. Optimization of operating parameters of seeding device in plot drill with seeding control system. *International Journal of Agricultural and Biological Engineering*. 2021. N14(3). 72-80. DOI: 10.25165/ijabe.20211403.6218.

REFERENCES

1. Izmaylov A.Yu. Smart technologies and robotic means in agricultural production. *Herald of the Russian Academy of Sciences*. 2019. Vol. 89. N5. 536-538 (In Russian). DOI: 10.31857/S0869-5873895536-538.
2. Beylis V.M., Tsench Yu.S., Korotchenya V.M. et al. Trends in the development of advanced machine technologies and techniques in agricultural production. *Vestnik VIESH*. 2018. N4(33). 150-156 (In Russian). EDN: YTHPID.
3. Moskovskiy M.N., Litvinov M.A., Smirnova Ju.L. Development of an interface and software for the implementation of an automatic seeding system. *Engineering Journal of Don*. 2019. N7(58). 17 (In Russian). EDN: VSCJBT.
4. Tsench Yu.S., Nesmiyan A.Yu., Khomutova N.S. The history of development of seed-feeding devices on grain drills. *Studies in the history of science and technology*. 2020. Vol. 41. N1. 102-117 (In Russian). DOI: 10.31857/S020596060008429-3.
5. Lachuga Yu.F., Izmailov A.Yu., Lobachevsky Ya.P. et al. Scientific and technical results of agro-engineering scientific institutions for the production of main groups of agricultural products. *Machinery and Equipment for Rural Area*. 2021. N4(286). 2-11 (In Russian). DOI: 10.33267/2072-9642-2021-4-2-11.
6. Chulkov A.S., Chaplygin M.E., Shaykhov M.M. Carousel type robotic cassette loading device for breeding seeder. *Vestnik of Voronezh State Agrarian University*. 2024. N17(3). 99-107 (In Russian). DOI: 10.53914/issn2071-2243_2024_3_99-107.
7. Chulkov A.S., Shaykhov M.M., Tekushev A.Kh. Selection seeder with a robotic cassette loading device mounted on self-propelled chassis. *Agricultural Machinery and Technologies*. 2025. Vol. 19. N1. 49-54 (In Russian). DOI: 10.22314/2073-7599-2025-19-1-49-54.
8. Lobachevsky Ya.P., Dorokhov A.S. Digital technologies and robotic devices in the agriculture. *Agricultural Machinery and Technologies*. 2021. Vol. 15. N4. 6-10 (In Russian). DOI: 10.22314/2073-7599-2021-15-4-6-10.
9. Nesmiyan A.Yu., Tsench Yu.S. Tendencies and prospects for the development of domestic machinery for sowing grain crops. *Agricultural Machinery and Technologies*. 2018. Vol. 12. N3. P.45-52 (In Russian). DOI: 10.22314/2073-7599-2018-12-3-45-52.
10. Cheng X.P., Li H.W., He J. et al. Optimization of operating parameters of seeding device in plot drill with seeding control system. *International Journal of Agricultural and Biological Engineering*. 2021. N14(3). 72-80 (In Russian). DOI: 10.25165/ijabe.20211403.6218.

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Заявленный вклад соавторов:

Московский М.Н. – методология, анализ литературных источников, итоговая доработка текста, формирование общих выводов;

Чулков А.С. – написание статьи и оформление материалов, обработка данных испытаний, анализ литературных источников, формирование общих выводов, итоговая переработка статьи;

Башлыков Я.С. – проведение и обработка данных испытаний, итоговая доработка текста.

Авторы прочитали и одобрили окончательный вариант рукописи.

Conflict of interest

The authors declare no conflict of interest.

Coauthors' contribution:

Moskovskiy M.N. – methodology, analysis of literary sources, final manuscript refinement, formulation of general conclusions;

Chulkov A.S. – writing the manual initial draft and design of materials, test data processing, analysis of literary sources, formulation of general conclusions, final manuscript revision;

Bashlykov Ya.S. – conducting and processing test data, final manuscript revision and refinement.

The authors read and approved the final manuscript.

Статья поступила в редакцию

Статья принята к публикации

The paper was submitted to the Editorial Office on

The paper was accepted for publication on

01.12.2025

25.02.2026