



Лабораторно-полевые исследования высевальной системы при мозаичном посеве

Антон Сергеевич Фирсов,
 кандидат технических наук, доцент,
 e-mail: sevenrom777@yandex.ru;
Иван Валентинович Сизов,
 кандидат технических наук, доцент,
 e-mail: ivan.sizov.1976@mail.ru;

Лариса Николаевна Пак,
 кандидат сельскохозяйственных наук, доцент,
 e-mail: pak_lar@bk.ru

Тверская государственная сельскохозяйственная академия, г. Тверь, Российская Федерация

Реферат. Отметим актуальность задачи повышения продуктивности полевых угодий. Получение сбалансированной кормовой массы зависит от выбора сельскохозяйственной культуры, способа и качества посева. (*Цель исследования*) Определить значимые факторы степень их влияния на конструктивные параметры и режимы работы высевальной аппаратуры. (*Материалы и методы*) Использовалась сеялка СН-16 с модернизированным бункером для выполнения операции мозаичного посева. При планировании эксперимента за значимые факторы принимались скорость движения ленты, посевная культура, форма бункера. Под откликом подразумевались отклонение от заданной координаты посева и показатели качества работы. Была подготовлена план-матрица полного факторного эксперимента. (*Результаты и обсуждение*) Проведена серия опытов на лабораторной установке и по их результатам планировалось полевое исследование с применением сеялки СН-16 с модернизированным бункером. Качество операции оценивалось по глубине посева культур, отклонению от средней линии и количеству растений на единицу площади. Эти показатели различались на разных участках экспериментального поля. Качество посева в основном соответствовало установленным требованиям. Отклонение средней глубины от заданной для зерновых не превышало 15 процентов, а для мелкосеменных культур в большинстве случаев отклонение составило 5 процентов. Отклонение от заданной глубины объясняется прежде всего различным рельефом опытных участков. Полевая всхожесть определялась как доля взойдящих растений от числа высеванных семян и составила 90 процентов. (*Выводы*) Использование сеялки СН-16 с модернизированным бункером под мозаичный посев является перспективным. Качество возделывания исследуемых культур можно считать удовлетворительным.

Ключевые слова: кормовые культуры, сеялка, модернизированный бункер, качество посева, глубина посева, всхожесть семян.

■ **Для цитирования:** Фирсов А.С., Сизов И.В., Пак Л.Н. Лабораторно-полевые исследования высевальной системы при мозаичном посеве // *Сельскохозяйственные машины и технологии*. 2025. Т. 19. №2. С. 72-77. DOI: 10.22314/2073-7599-2025-19-2-72-77. EDN: HEHDGH.

Scientific article

Laboratory and Field Studies of the Sowing System for Mosaic Sowing

Anton S. Firsov,
 Ph.D.(Eng.), associate professor,
 e-mail: sevenrom777@yandex.ru;
Ivan V. Sizov,
 Ph.D.(Eng.), associate professor,
 e-mail: ivan.sizov.1976@mail.ru;

Larisa N. Pak,
 Ph.D.(Eng.), associate professor,
 e-mail: pak_lar@bk.ru

Tver State Agricultural Academy, Tver, Russian Federation

Abstract. The paper highlights the importance of improving arable land productivity. The production of a balanced forage mass is influenced by crop selection, sowing methods, and seed placement precision. (*Research purpose*) The study aims to identify key factors and assess their impact on the structural parameters and operating modes of the seeding mechanism. (*Materials and methods*) Mosaic sowing was performed using an SN-16 seeder equipped with a modified hopper. The experimental design

considered belt speed, crop type, and hopper shape as significant factors. Response variables included deviations from the target sowing coordinates and the performance indicators of the seeding mechanism. A full factorial experimental design matrix was developed to evaluate the effects of these factors. (*Results and discussion*) A series of trials was conducted using a laboratory setup, followed by planned field testing of the SN-16 seeder equipped with the modified hopper. Sowing quality was evaluated based on seed placement depth, deviation from the centerline, and plant density per unit area. These indicators varied across different sections of the test field, but overall, the sowing quality met the established agronomic standards. For grain crops, the deviation of the average seeding depth from the target value did not exceed 15 percent, while for small-seeded crops, it remained within 5 percent in most cases. Depth variation was primarily attributed to uneven terrain across the test plots. Field germination, defined as the proportion of emerged plants to the number of seeds sown, reached 90 percent. (*Conclusions*) The use of the SN-16 seeder equipped with a modified hopper for mosaic sowing demonstrates promising potential. The cultivation quality of the tested crops was found to be satisfactory according to key agronomic indicators.

Keywords: forage crops, seeder, modified hopper, sowing quality, seed placement depth, seed germination.

■ **For citation:** Firsov A.S., Sizov I.V., Pak L.N. Laboratory and field studies of the sowing system for mosaic sowing. *Agricultural Machinery and Technologies*. 2025. Vol. 19. N2. 72-77 (In Russian). DOI: 10.22314/2073-7599-2025-19-2-72-77. EDN: HEHDGH.

Наряду с ростом животноводства повышается актуальность задачи по увеличению продуктивности полевых кормовых угодий [1, 2]. Получение сбалансированной кормовой массы зависит от выбора сельскохозяйственной культуры и в значительной степени от способа посева. Мозаичный посев многолетних трав имеет ряд преимуществ перед обычными и схемами [3, 4]. В частности, в первый год снижается угнетение одного вида другим, в результате создаются «пятна» отдельных или двух-трех видов растений. Влияние растений разных видов друг на друга уменьшается, поэтому продуктивность травостоев несколько выше, чем при разбросно-рядовом способе.

Для определения основных факторов исследовался процесс при мозаичном посеве [5-9].

На начальном этапе изучалась технологическая операция посева мелкосеменных культур с целью определения основных факторов, влияющих на величину отклика.

Цель исследования – выявить степень влияния факторов на конструктивные параметры и режимы работы испытываемого высевачающего аппарата.

Материалы и методы. При планировании эксперимента в качестве значимых факторов, оказывающих наибольшее влияние при проведении процесса посева, рассматривались:

- скорость движения ленты – X_1 (А), м/с;

- вид посевной культуры (геометрические параметры) – X_2 (Б), мм;

- форма бункера (угол наклона) высевачающего устройства – X_3 (В) [10, 11].

Под откликом подразумевалось отклонение от заданной координаты и качество проведения технологического процесса посева.

Лабораторное исследование при использовании сеялки СН-16 с модернизированным бункером планировали с помощью классического метода полного факторного эксперимента ПФЭ³ и на основании существующих методик [12, 13]. Исследования проводятся при одновременном варьировании всех переменных, их уровни принимаются по специальным расчетам, число опытов сводится к минимуму, а после каждой серии опытов имеется возможность принимать обоснованные решения (*табл. 1*).

По результатам опытов уравнение регрессии имело вид:

$$y = b_0 + b_1x_1 + b_2x_2 + b_3x_3 + b_{11}x_1^2 + b_{22}x_2^2 + b_{33}x_3^2 + b_{12}x_1x_2 + b_{13}x_1x_3 + b_{23}x_2x_3,$$

где x_1, x_2, x_3 – кодированное значение факторов; $b_0, b_1, b_2, b_3, b_{11}, b_{22}, b_{33}, b_{12}, b_{13}, b_{23}$ – коэффициенты при соответствующих значениях x .

Адекватность уравнения подтверждали [14] по критерию Фишера, значимость коэффициентов уравнения определяли по критерию Стьюдента (при уровне значимости 5%).

Таблица 1

Table 1

План-матрица лабораторного эксперимента типа ПФЭ³
PLAN-MATRIX OF A 3-LEVEL FULL FACTORIAL LABORATORY EXPERIMENT

Фактор (код)	Уровень натуральных значений			Кодовое значение		
	минимальный	средний	максимальный	минимальное	среднее	максимальное
X_1 (А), м/с	2,3	2,5	2,7	-1	0	+1
X_2 (Б), мм	6	8	10	-1	0	+1
X_3 (В), град	45	60	90	-1	0	+1

Серия опытов проводилась на кафедре технологических и транспортных машин и комплексов с использованием лабораторной установки (рис. 1).

Привод осуществляется электродвигателем через ременную передачу. Бункер с посевным материалом разделен перегородками на отсеки для двух культур. Катущечные высеивающие аппараты расположены непосредственно над днищем бункера с дозированием проходящих через него семян.



Рис. 1. Лабораторная установка для определения качества работы высеивающих аппаратов

Fig. 1. Laboratory setup used to evaluate the performance of the seeding mechanism

Бункер и высеивающие аппараты неподвижно закреплены на сваренном равнополочном уголке, распложенном над транспортерной лентой. Через семяпроводы высеиваемый материал поступает к

поверхности ленточного транспортера, движущегося с заданной линейной скоростью. Семена распределяются на поверхности ленты и фиксируются с помощью консистентного материала. Через определенный интервал времени установка прекращает работать, исследователь снимает данные отклика. Полученные данные обрабатываются статистически, составляются регрессионные уравнения,

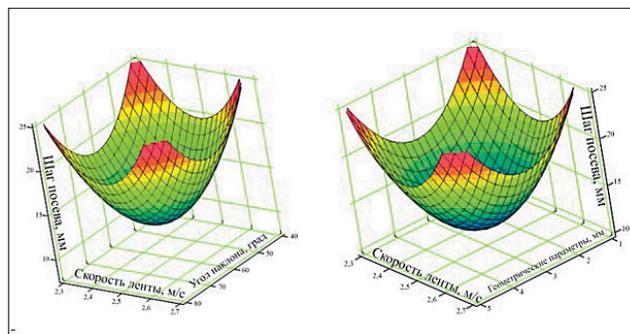


Рис. 2. Зависимость шага посева от скорости движения ленты, угла наклона бункера и геометрических параметров культур

Fig. 2. Surface plot illustrating the influence of belt speed and hopper inclination angle on seed spacing

строятся трехмерные графики зависимостей при последовательном фиксировании одного из факторов и выбираются рациональные значения факторов, что позволит добиться качественного посева (рис. 2).

В результате анализа полученной поверхности отклика от исследуемых параметров определена оптимальная область значений исследуемых факторов. Оптимальный шаг посева, составляющий 11–15 мм, наблюдается при угле наклона бункера $\alpha = 65$ град и скорости движения ленты 2,5 м/с.

Таблица 2

Table 2

ГЛУБИНА ЗАДЕЛКИ СЕМЯН И ОТКЛОНЕНИЯ ОТ СРЕДНЕЙ ЛИНИИ (МОЗАИЧНЫЙ ПОСЕВ)
SEED PLACEMENT DEPTH AND DEVIATION FROM THE MIDLINE (MOSAIC SOWING)

Делянка	Рядки растений (культура)				Рядки растений (культура)			
	1 овес	2 вика	3 козлятник	4 тимофеевка	1 овес	2 вика	3 козлятник	4 тимофеевка
	Глубина заделки семян, см				Отклонение от прямой линии, см			
1	3,2	2,5	2,5	1,5	3	1,5	2,5	2,0
2	4	2,0	3,0	2,0	2,5	1	2,0	1,5
3	2,8	3	1,5	3,5	2,0	1,5	3,0	1,5
4	2,5	3	3	2	1,5	0	0	1
5	3	2,5	2,5	3,5	1	0	0	2,5
6	3,2	3	3	3,5	1	0,5	2	1
7	3,5	2,5	2,5	3	1,5	1	1,5	1
8	4	4	3	3	0	1,5	1,5	0
9	3,5	3	3,1	3,5	0	0	1	0
10	3,1	3	3,2	4	0,5	0	1	1,5
Среднее	3,3	2,9	2,8	3	1,3	0,7	1,5	1,2

Результаты и обсуждение. В условиях лабораторного эксперимента установлены рациональные значения параметров и режимов работы высевашего аппарата СН-16 с модернизированным бункером для посева кормовых культур (овес, вика, козлятник, тимофеевка). Основной целью трехфакторного полевого эксперимента является получение массива данных для обширного исследования технологического процесса посева (Алдошин Н.В., Васильев А.С., Тюлин В.А. и др. Инновационные технологии заготовки высококачественных кормов. М.: Росинформагротех, 2020. С. 92-95). При планировании эксперимента составлена план-матрица с кодированием изучаемых факторов.

По данным эксперимента составлены уравнения регрессии второго порядка с оценкой каждого уравнения по критериям Кохрена, Фишера и Стьюдента. С учетом значимости коэффициентов регрессии проводится проверка воспроизводимости опыта и адекватности модели.

На основании лабораторного эксперимента было спланировано полевое исследование с использованием сеялки СН-16 с модернизированным бункером. Перед началом полевого опыта была проведена соответствующая предпосевная обработка почвы. Семена распределялись по схеме: тимофеевка, козлятник, вика, овес (слева направо по ходу движения сеялки) [15, 16].

Норма высева семян в каждой делянке соответствовала рекомендуемой, так как была в 2 раза занижена от норматива. Глубина хода сошников установлена на 3 см. Для оценки качества определялись глубина посева [17], отклонение от средней линии и количество растений на единицу площади [18] примерно через две недели после посева (таблицы 2, 3).

Полученные данные позволили установить, что качество посева в основном соответствовало требованиям. Отклонение средней глубины от заданной для зерновых (овес) не превышало 15%. Для мелкосеменных культур (вика, тимофеевка, козлятник) отклонение в большинстве случаев составило $\pm 5\%$. Отклонение от заданной глубины при посеве

Полевая всхожесть семян FIELD GERMINATION RATE OF SEEDS	
Делянка	Количество растений, шт/0,25м ²
1	115
2	146
3	108
4	151
5	139
6	132
7	124
8	143
9	139
10	119
Среднее	135

объясняется прежде всего различным рельефом участков поля [19], некоторой неточностью настройки или техническим состоянием рабочих органов [20].

Отклонение от прямой линии во всех случаях было менее 10 см, что соответствовало требованиям к качеству посева. Полевая всхожесть, составила 90% взошедших растений от числа высеянных семян.

Выводы

По итогам полевого опыта можно сказать, что использование сеялки СН-16 с модернизированным под мозаичный посев бункером перспективно. При этом качество возделывания исследуемых культур удовлетворительное.

Отклонение средней глубины от заданной для зерновых (овес) не более 15%; отклонение от прямой линии во всех случаях менее 10 см, что соответствовало требованиям к качеству посева. Полевая всхожесть составила 90%.

При проходах сеялки создавалась сложная структура травостоя и в одной делянке получалось фактически четыре субделянки. Был получен мозаичный травостой из 12 двухкомпонентных и 4 однокомпонентных субделянок.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Пак Л.Н., Иванов Д.А., Рублюк М.В. Многолетние травы семейства Бобовые (*Fabaceae L.*) – как основная база развития кормопроизводства Нечерноземья (обзор) // *Аграрная наука Евро-Северо-Востока*. 2024. Т. 25. N5. С. 754-769. DOI: 10.30766/2072-9081.2024.25.5.754-769.
2. Пак Л.Н., Иванов Д.А., Сизов И.В. Тимофеевка луговая (*Phleum pratense L.*) как представитель многолетних злаковых трав в развитии животноводства (обзор) // *Достижения науки и техники АПК*. 2024. Т. 38. N8. С. 13-19. DOI: 10.53859/02352451_2024_38_8_13.
3. Рублюк М.В., Иванов Д.А., Пак Л.Н. Мониторинг плодородия дерново-подзолистой почвы при возделывании многолетних трав в осушаемом агроландшафте // *Плодородие*. 2024. N4(139). С. 42-45. DOI: 10.25680/S19948603.2024.139.09.
4. Ларин Д.В., Голубев В.В. Принципы и особенности оценки земель сельскохозяйственного назначения // *Международный сельскохозяйственный журнал*. 2025. N1(403). С. 27-30. DOI: 10.55186/25876740_2025_68_1_27.
5. Фирсов А.С., Белякова Е.С. Результаты трехфакторного эксперимента комбинированного сошника для разноуровневого посева семян мелкосеменных культур

- тур и внесения минеральных удобрений // *Вестник РГАТУ*. 2021. N1(49). С. 183-190. DOI: 10.36508/RSATU.2021.49.1.027.
6. Фирсов А.С., Белякова Е.С., Беляков А.И. и др. Результаты полевого эксперимента комбинированного сошника // *Вестник НГИЭИ*. 2021. N6 (121). С. 15-25. DOI: 10.24412/2227-9407-2021-6-15-25.
 7. Ахалая Б.Х., Ценч Ю.С., Миронова А.В. Разработка и исследование дозирующей системы высевашевого устройства пневматической сеялки // *Техника и оборудование для села*. 2021. N6(288). С. 8-11. DOI: 10.33267/2072-9642-2021-6-8-11.
 8. Фирсов А.С., Голубев В. В. Результаты исследования параметров и режимов работы дискового пневматического высевашевого аппарата для льна // *Агротехника и энергообеспечение*. 2016. N3(12). С. 41-45. EDN: WZZEXZ.
 9. Фирсов А.С., Голубев В.В. Расчет параметров высевашевого диска пневматического высевашевого аппарата // *Агротехника и энергообеспечение*. 2016. N4-1(13). С. 50-54. EDN: YHSPYL.
 10. Алдошин Н.В., Васильев А.С., Голубев В.В. Результаты лабораторных исследований комбинированного сошника для посева кормовых культур // *Известия сельскохозяйственной науки Тавриды*. 2020. N23. С. 111-122. EDN: UVJQL.
 11. Aldoshin N.V., Vasiliev A.S., Kudryavtsev A.V. et al. Improvement of forage lands in central non-black earth zone of Russia by using some integrated approaches. *Plant Science Today*. 2021. Vol. 8. N1. 9-15. DOI: 10.14719/pst.2021.8.1.827.
 12. Голубев В.В., Кудрявцев А.В., Фирсов А.С., Сафонов М.А. Методика проведения агротехнического полевого опыта // *Сельскохозяйственные машины и технологии*. 2017. N4. С. 43-48. DOI: 10.22314/207375992017.4.4348.
 13. Голубев В.В., Фирсов А.С. Обоснование последовательности технологических операций при посеве льна-долгунца // *Вестник НГИЭИ*. 2015. N2. С. 24-28. EDN: TNPQWT.
 14. Голубев В.В., Никифоров М.В., Фирсов А.С. и др. Модификация сеялки для посева мелкосеменных культур // *Аграрный научный журнал*. 2019. N6. С. 79-81. DOI: 10.28983/asjy2019i6pp79-81.
 15. Черненко Я.В., Туманов И.В., Столяров С.А., Фирсов А.С. Разработка сеялки для возделывания мелкосеменных культур // *Аграрные конференции*. 2018. N1(7). С. 11-16. EDN: NUSSZF.
 16. Сизов И.В., Пак Л.Н., Белякова Е.С. Оценка качества тресты при раздельной технологии уборки льна-долгунца // *Сельскохозяйственные машины и технологии*. 2023. Т. 17. N2. С. 49-54. DOI: 10.22314/2073-7599-2023-17-2-49-54.
 17. Сизов И.В., Блинов Ф.Л., Морозов П.В. Использование комбинированных рабочих органов и агрегатов при возделывании льна-долгунца // *Сельскохозяйственные машины и технологии*. 2021. Т. 15. N3. С. 35-40. DOI: 10.22314/2073-7599-2021-15-3-35-40.
 18. Ростовцев Р.А., Черников В.Г., Ущеповский И.В., Попов Р.А. Основные проблемы научного обеспечения льноводства // *Сельскохозяйственные машины и технологии*. 2020. Т. 14. N3. С. 45-52. DOI: 10.22314/2073-7599-2020-14-3-45-52.
 19. Ценч Ю.С., Несмиян А.Ю., Хомутова Н.С. история развития конструкции высевашевого аппарата зерновых сеялок // *Вопросы истории естествознания и техники*. 2020. Т. 41. N1. С. 102-107. DOI: 10.31857/S020596060008429-3.
 20. Цуркан И.В., Кудласевич Р.А., Голубев В.В. Апробация инновационного шнекового высевашевого аппарата на селекционных посевах // *Сельский механизатор*. 2023. N7. С. 6-7. DOI: 10.47336/0131-7393-2023-7-6-7.

REFERENCES

1. Pak L.N., Ivanov D.A., Rublyuk M.V. Perennial grasses of the legume family (*Fabaceae* L.) – as the main basis for the development of fodder production in the Non-Black Earth Region (review). *Agricultural Science Euro-North-East*. 2024. 25(5). 754–769 (In Russian). DOI: 10.30766/2072-9081.2024.25.5.754-769.
2. Pak L.N., Ivanov D.A., Sizov I.V. Meadow timothy (*Phleum pratense* L.) as a representative of perennial grasses in the development of animal husbandry (review). *Achievements of Science and Technology of AIC*. 2024. Т. 38. N8. 13-19 (In Russian). DOI: 10.53859/02352451_2024_38_8_13.
3. Rublyuk M.V., Ivanov D.A., Pak L.N. Monitoring the fertility of soddy-podzolic soil during the cultivation of single-species and mixed crops of perennial grasses in a drained agricultural landscape. *Plodorodie*. 2024. N4(139). 42-45 (In Russian). DOI: 10.25680/S19948603.2024.139.09.
4. Larin D.V., Golubev V.V. Principles and features of agricultural land valuation. *International Agricultural Journal*. 2025. N1(403). 27-30 (In Russian). DOI: 10.55186/25876740_2025_68_1_27.
5. Firsov A.S., Belyakova E.S. The results of a three-factor experiment of a combined cutter for various level sowing of small seed crops and the application of mineral fertilizers. *Herald of Ryazan State Agrotechnological University*. 2021. N1(49). 183-190 (In Russian). DOI: 10.36508/RSATU.2021.49.1.027.
6. Firsov A.S., Belyakova E.S., Belyakov A.I. et al. Combined dynamics of copy system of combined cowler. *Bulletin NGIEI*. 2021. N6 (121). 15–25 (In Russian). DOI: 10.24412/2227-9407-2021-6-15-25.
7. Akhalaia B.Kh., Tsench Yu.S., Mironova A.V. Development and Research of a Pneumatic Seed Drill Seedmetering Unit. *Machinery and Equipment for Rural Area*. 2021. N6(288). 11-13 (In Russian). DOI: 10.33267/2072-9642-2021-6-8-11.
8. Firsov A.S., Golubev V.V. The results of the study of pa-

- rameters and modes of operation of disk pneumatic sowing machine for flax. *Agrotekhnika i energoobespechenie*. 2016. N3(12). 41-45 (In Russian). EDN: WZZEXZ.
9. Firsov A.S., Golubev V. Calculation of parameters of a pneumatic seed disc of the seed distributor. *Agrotekhnika i energoobespechenie*. 2016. N4-1(13). 50-54 (In Russian). EDN: YHSPYL.
 10. Aldoshin N.V., A.S. Vasiliev, Golubev V.V. Results of laboratory studies of the combined coulter for sowing forage crops. *Transactions of Taurida Agricultural Science*. 2020. N23. 111-122 (In Russian). EDN: UVJEQL.
 11. Aldoshin N.V., Vasiliev A.S., Kudryavtsev A.V. et al. Improvement of forage lands in central non-black earth zone of Russia by using some integrated approaches. *Plant Science Today*. 2021. Vol. 8. N1: 9-15 (In English). DOI: 10.14719/pst.2021.8.1.827.
 12. Golubev V.V., Kudryavtsev A.V., Firsov A.S., Safonov M.A. Technique of agrotechnical field experiment. *Agricultural Machinery and Technologies*. 2017. N4. 43-48 (In Russian). DOI: 10.22314/207375992017.4.4348.
 13. Golubev V.V., Firsov A.S. Rationale processing sequence at sowing flax. *Bulletin NGIEI*. 2015. N2. 24-28 (In Russian). EDN: TNPQWT.
 14. Golubev V.V., Nikiforov M.V., Firsov A.S. et al. Modification of the planter for sowing small-seeded crops. *Agrarian Scientific Journal*. 2019. N6. 79-81 (In Russian). DOI: 10.28983/asj.y2019i6pp79-81.
 15. Chernenko Ya.V., Tumanov I.V., Stolyarov S.A., Firsov A.S. Development of a seeder for cultivating small-seeded crops. *Agrarian Conferences*. 2018. N1(7). 11-16 (In Russian). EDN: NUSSZF.
 16. Sizov I.V., Pak L.N., Belyakova E.S. Evaluation of straw flax preparation quality in the framework of separate flax harvesting. *Agricultural Machinery and Technologies*. 2023. Vol. 17. N2. 49-54 (In Russian). DOI:10.22314/2073-7599-2023-17-2-49-54.
 17. Sizov I.V., Blinov F.L., Morozov P.V. The use of combined working bodies and units for fiber flax cultivation. *Agricultural Machinery and Technologies*. 2021. T. 15. N3. 35-40 (In Russian). DOI: 10.22314/2073-7599-2021-15-3-35-40.
 18. Rostovtcev R.A., Chernikov V.G., Ushchapovsky I.V., Popov R.A. The main problems of scientific support of flax growing. *Agricultural Machinery and Technologies*. 2020. T. 14. N3. 45-52 (In Russian). DOI: 10.22314/2073-7599-2020-14-3-45-52.
 19. Tsench Yu., Nesmiyan A., Khomutova N. The History of development of seed-feeding devices on grain drills. *Studies in the History of Science and Technology*. 2020. Vol. 41. N1. 102-107 (In Russian). DOI: 10.31857/S020596060008429-3.
 20. Tsurkan I.V., Kudlasevich R.A., Golubev V.V. Approbation of an innovative auger sowing device on breeding crops. *Sel'skij mekhanizator*. 2023. N7. 6-7 (In Russian). DOI: 10.47336/0131-7393-2023-7-6-7.

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Заявленный вклад соавторов:

Фирсов А.С. – научное руководство, формулирование направления исследований, разработка методики исследований, литературный анализ и визуализация;

Сизов И.В. – разработка методики исследований;

Пак Л.Н. – анализ технологий.

Авторы прочитали и одобрили окончательный вариант рукописи.

Conflict of interest

The authors declare no conflict of interest.

Coauthors' contribution:

Firsov A.S. – scientific supervision, formulation of the research direction, development of the research methodology, literature analysis, and data visualization;

Sizov I.V. – development of the research methodology;

Pak L.N. – analysis of the technological framework.

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

03.04.2025

26.05.2025