

## Разработка однорядной сеялки с диско-кассетным высевальным устройством для посева зерновых культур колосьями

**Марсель Марселевич Шайхов**,  
ведущий специалист,  
e-mail: mars.shaihov@yandex.ru;  
**Андрей Сергеевич Чулков**,  
кандидат технических наук,  
ведущий научный сотрудник;  
**Алексей Викторович Подзоров**,  
научный сотрудник;

**Арсен Хасанбиевич Текушев**,  
кандидат технических наук,  
старший научный сотрудник,  
e-mail: kmk3.vim@mail.ru;  
**Татьяна Васильевна Чаплыгина**,  
специалист, магистрант

Федеральный научный агроинженерный центр ВИМ, Москва, Российская Федерация

**Реферат.** В селекционно-семеноводческом процессе создания и размножения новых сортов зерновых культур особое место в сравнении с посевом семенами занимает технология посева колосьями, обеспечивающая сортовую чистоту с высокой гарантией. (*Цель исследования*) Разработать экспериментальный образец однорядной сеялки с диско-кассетным высевальным устройством для посева зерновых колосовых культур колосьями в селекционных и семеноводческих питомниках, определить параметры высевального устройства и агротехнические показатели выполнения технологического процесса. (*Материалы и методы*) Предложили схему однорядной селекционной сеялки для посева колосьями с диско-кассетным высевальным устройством. Выполнили расчеты и определили параметры диско-кассетного высевального устройства. Разработали методику лабораторно-полевых испытаний экспериментального образца. (*Результаты и обсуждение*) Разработали и изготовили экспериментальный образец однорядной колосовой сеялки. Проверили работу диско-кассетного высевального устройства. Провели лабораторно-полевые испытания экспериментального образца сеялки на посеве озимой пшеницы сорта Ивита. Определили основные агротехнические показатели выполнения технологического процесса посева колосьями. (*Выводы*) Установили рациональные параметры диско-кассетного высевального устройства: диаметр диска – 27 сантиметров; средний диаметр окружности, вдоль которой расположены отверстия под ячейки для высеваемого материала, – 21 сантиметр; количество ячеек – 16; внутренний диаметр ячеек – 3 сантиметра; длина ячеек – 15 сантиметров. Вывели формулу зависимости плотности посева колосьев от конструктивных параметров сеялки. Получили в полевых условиях ряд значений агротехнических показателей выполнения технологического процесса экспериментальным образцом: расстояние между колосьями в полосе посева составило 29,5 и 30,8 сантиметров для установочных значений глубины хода сошника 3,5 и 5 сантиметров соответственно. Показали, что средняя фактическая глубина борозды составила 3 и 4 сантиметра соответственно, ширина дна борозды – 6 сантиметров.

**Ключевые слова:** селекционная сеялка, сеялка для посева колосьями, колосовая сеялка, посев зерновых культур, селекция, семеноводство, диско-кассетное высевальное устройство.

■ **Для цитирования:** Шайхов М.М., Чулков А.С., Подзоров А.В., Текушев А.Х., Чаплыгина Т.В. Разработка однорядной сеялки с диско-кассетным высевальным устройством для посева зерновых культур колосьями // *Сельскохозяйственные машины и технологии*. 2023. Т. 17. №2. С. 82-88. DOI 10.22314/2073-7599-2023-17-2-82-88. EDN TVYYHO.

## Development of a Single-Row Ear Seeder Equipped with a Disk-Cassette Sowing Device

**Marsel' M. Shaykhov**,  
leading specialist,  
e-mail: mars.shaihov@yandex.ru;  
**Andrey S. Chulkov**,  
Ph.D.(Eng.), leading researcher;  
**Aleksey V. Podzorov**,  
researcher;

**Arsen Kh. Tekushev**,  
Ph.D.(Eng.), senior researcher,  
e-mail: kmk3.vim@mail.ru;  
**Tatyana V. Chaplygina**,  
specialist, master's student

Federal Scientific Agroengineering Center VIM, Moscow, Russian Federation

**Abstract.** The technique of seed sowing using ears plays a crucial role in the cultivation, selection, and propagation of new grain crop varieties. It offers distinct advantages over traditional seed sowing methods, as it provides a higher guarantee of varietal purity. (*Research purpose*) The objectives of this research are twofold: first, to design and develop a prototype of a single-row seeder equipped with a disk cassette sowing device, specifically tailored for ear sowing in breeding and seed nurseries of grain crops; and second, to assess the performance parameters of the sowing device and the agrotechnical indicators of the entire technological process. (*Materials and methods*) A schematic diagram of a single-row seeder equipped with a disk-cassette sowing device has been proposed. The specifications of the disk-cassette sowing device were obtained through calculations. Additionally, a methodology for conducting laboratory and field testing of the experimental sample has been developed. (*Results and discussion*) A prototype single-row ear seeder has been developed and manufactured. The functionality and performance of the disk-cassette sowing device have been evaluated and verified. The effectiveness and reliability of the prototype ear seeder have been assessed through laboratory and field tests, specifically during the sowing of Ivita winter wheat. These tests have enabled the determination of key agrotechnical indicators for the ear sowing process. (*Conclusions*) The optimal parameters for the disk-cassette sowing device have been determined, which include a disk diameter of 27 centimeters, an average diameter of the circle containing the cells for the seeded material of 21 centimeters, a total of 16 cells, each with an inner diameter of 3 centimeters and a length of 15 centimeters. A formula was derived to establish the correlation between the ear seeding density and the design parameters of the seeder. Field experiments conducted with the prototype provided data on various agrotechnical indicators relevant to the implementation of the technological process. Specifically, the measurements revealed that the distance between the ears in the sowing pass was recorded as 29.5 centimeters and 30.8 centimeters for the respective coulter travel depth settings of 3.5 centimeters and 5 centimeters. Furthermore, the average actual depth of the furrow was found to be 3 centimeters and 4 centimeters for the corresponding settings, while the width of the furrow bottom was measured at 6 centimeters.

**Keywords:** selection seeder, seeder for ear sowing, ear seeder, grain sowing, selection, seed production, disk-cassette sowing device.

**■ For citation:** Shaykhov M.M., Chulkov A.S., Podzorov A.V., Tekushev A.Kh., Chaplygina T.V. Razrabotka odnoryadnoy seyal'ki s disko-kassetnym vysewayushchim ustroystvom dlya poseva zernovykh kul'tur kolos'yami [Development of a single-row ear seeder equipped with a disk-cassette sowing device]. *Sel'skokhozyaystvennyye mashiny i tekhnologii*. 2023. Vol. 17. N2. 82-88 (In Russian). DOI 10.22314/2073-7599-2023-17-2-82-88. EDN TVYYHO.

**Р**азработке и совершенствованию технологий и технических средств для селекционно-семеноводческого процесса создания и размножения новых сортов культур уделяется внимание во многих научных учреждениях сельскохозяйственного профиля [1-6]. Много моделей посевных машин и рабочих органов к ним для различных этапов селекционных работ и выполнения разных способов посева сельхозкультур разработано в ФНАЦ ВИМ [7-10]. В селекционно-семеноводческой работе с зерновыми колосовыми культурами особое место занимает технология посева колосьями, дающая в сравнении с посевом семенами более высокую гарантию сортовой чистоты [11-14]. Технология посева семенами имеет риск смешивания сортов из-за наличия операции обмолота колосьев при подготовке посевного материала. В настоящее время технология посева колосьями в селекционно-опытных учреждениях очень трудоемка из-за нехватки или отсутствия функциональных и надежных средств механизации [15]. По этим причинам разработка и совершенствование технических средств для реализации технологии посева колосьями – актуальная задача для исследователей-разработчиков сельхозмашин.

**Цель исследования** – разработать экспериментальный образец однорядной сеялки с диско-кассетным высевальным устройством (ДКВУ) для посева зерновых колосовых культур колосьями в се-

лекционных и семеноводческих питомниках, определить параметры высевального устройства и агротехнические показатели выполнения технологического процесса.

**МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ.** Экспериментальный образец однорядной сеялки с ДКВУ разработали в ФНАЦ ВИМ на основе патента РФ на изобретение № 2784081 «Сеялка с дисковыми кассетами для посева сельхозкультур» в ходе научно-исследовательской работы по совершенствованию технических средств для реализации технологии посева колосьями. При этом учли конструкцию сеялки с ленто-кассетным высевальным устройством [14, 16].

Предложили высевальное устройство дискового типа для посева колосьев. Вывели математическую формулу зависимости плотности посева колосьев от конструктивных параметров сеялки. Выполнили проработку конструкции экспериментального образца сеялки, обеспечивающей надежное прохождение высеваемого материала (колосьев, капсул с колосьями) из ячеек ДКВУ в колосопровод и далее в борозду. Разработали схему экспериментального образца однорядной сеялки с ДКВУ (рис. 1), методику лабораторно-полевых испытаний экспериментального образца однорядной селекционной сеялки для посева зерновых культур колосьями. Проанализировали результаты проведенных испытаний экспериментального образца сеялки.

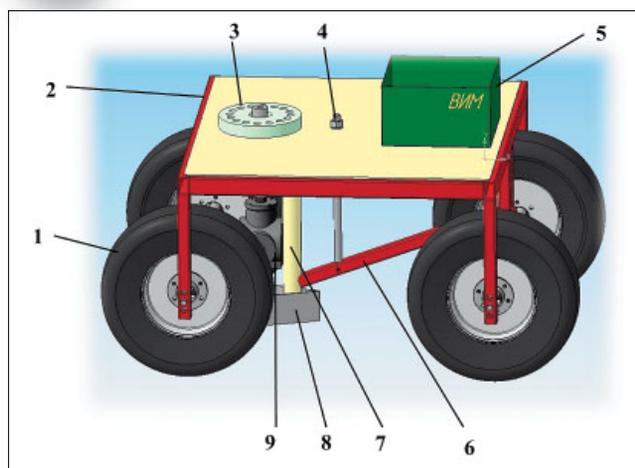


Рис. 1. Схема экспериментального образца однорядной сеялки для посева колосьями с дисковым кассетным высевальным устройством: 1 – опорно-приводное колесо; 2 – рама; 3 – сменный кассетный диск; 4 – механизм регулирования глубины хода и подъема сошника; 5 – емкость для высеваемого материала; 6 – механизм подвески сошника; 7 – колосопровод; 8 – сошник; 9 – механизм привода ДКВУ

Fig. 1. The schematic diagram of a prototype single-row seeder for ear sowing equipped with a disk cassette sowing device: 1 – support-drive wheel; 2 – frame; 3 – removable cassette disc; 4 – a mechanism for regulating the depth of travel and lifting the coulter; 5 – container for the seeded material; 6 – coulter suspension mechanism; 7 – ear conveyor; 8 – coulter; 9 – drive mechanism of the Disk-Cassette Sowing Device

**РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ.** Конструкция экспериментального образца сеялки включает раму, рабочий стол, ДКВУ, колосопровод, сошник с механизмом подвески и заделывающим устройством, механизм регулирования глубины хода и подъема сошника, опорно-приводные колеса, механизм привода ДКВУ. В состав ДКВУ входят кассета (сменный кассетный диск) с ячейками под высеваемый материал, стержень-держатель для установки кассеты в рабочее положение, емкость для высеваемого материала и сменных кассет. Сошник полосного посева смонтирован на механизме подвески, выполненном в виде параллелограмма. Сеялка может быть укомплектована анкерным клиновидным или дисково-анкерным сошником (типа сошника полосного посева с фиксированной или регулируемой шириной полосы высева к универсальной зернотуковой сеялке СУЗТ-4) [14, 17]. Привод ДКВУ от опорно-приводного колеса выполнен с помощью цепной передачи со сменными звездочками на вал контрпривода и последующей передачи с применением конической пары.

С началом движения сеялки начинается вращение высевального диска ДКВУ. При этом обеспечивается равномерная подача колосьев, размещенных в ячейках кассетного диска, через высевальную щель рабочего стола в колосопровод и далее в борозду, формируемую сошником. Выпадение колоса из ячейки кас-

сетного диска происходит под действием силы тяжести. Для посева используют колосья, предварительно подготовленные путем обрезания подколосовых ножек и торчащих остей для обеспечения свободного прохождения колосьев через колосопровод и сошник.

В ходе исследований по разработке экспериментального образца особое внимание уделено обеспечению надежной защиты чистоты сорта в условиях естественного осыпания зерен с колосьев. Сеялка изготовлена с высевальным устройством, оснащенным вращающимся диском с цилиндрическими ячейками под высеваемый материал. Ячейки расположены равномерно по краю высевального диска вдоль окружности. Ее средний диаметр при диаметре несущего диска  $D = 27$  см был выбран равным  $d_1 = 21$  см, а ее длина  $C \approx 3,14 \cdot 21 \approx 66$  см. При установке вдоль этой окружности 16 ячеек с угловым расстоянием между ячейками  $22,5^\circ$  длина дуги между осями ячеек составила около 4,1 см. При внешнем диаметре ячейки 3,2 см зазор между цилиндрами ячеек – около 0,9 см.

В ходе разработки ДКВУ выведена формула зависимости плотности  $N$ , шт./м, высева в борозду посевного материала (колосьев, капсул) от конструктивных параметров сеялки:

$$N = i \cdot k / (\pi \cdot d) = w_2 / w_1 \cdot k / (\pi \cdot d), \quad (1)$$

где  $i$  – передаточное отношение (коэффициент передачи вращения от опорно-приводного колеса к высевальному диску);

$k$  – число сквозных отверстий вдоль края высевального диска для размещения ячеек с посевным материалом, шт.;

$$\pi \approx 3,14;$$

$d$  – диаметр приводного колеса сеялки, м;

$w_2$  – частота вращения высевального диска,  $c^{-1}$ ;

$w_1$  – частота вращения опорно-приводного колеса,  $c^{-1}$ .

Оценочный расчет плотности  $N$  высева колосьев по формуле (1) показал, что для значений конструктивных параметров экспериментального образца сеялки  $i = 0,2$ ;  $k = 16$  шт.;  $d = 0,32$  м:

$$N \approx 0,2 \cdot 16 / (3,14 \cdot 0,32) \approx 3,185 \text{ шт./м.}$$

Соответствующая оценка среднего расстояния между колосьями (капсулами) в рядке – около 31,4 см – попадает в рекомендуемый апробированный интервал значений, указанный в техническом задании на экспериментальный образец сеялки – 30–35 см.

За время одного полного оборота высевального диска сеялка проходит отрезок деланки длиной около 5,02 м.

В *таблице 1* представлены основные технические показатели экспериментального образца однорядной сеялки для посева зерновых культур колосьями.

Провели лабораторно-полевые испытания экспериментального образца сеялки на посевах озимой пше-

Техническая характеристика экспериментального образца однорядной колосовой сеялки TECHNICAL SPECIFICATIONS OF THE PROTOTYPE SINGLE-ROW EAR SEEDER	
Наименование показателя / Indicator name	Значение показателя / Indicator value
Тип и назначение сеялки / Seeder type and function	Сеялка селекционная однорядная ручная для посева зерновых культур колосьями A single-row manual selective ear seeder
Тип высевающего устройства / Sowing device type	Диско-кассетное с приводом от опорно-приводного колеса A disk cassette sowing device powered by the support-drive wheel.
Длина, мм / Length, mm	910
Ширина, мм / Width, mm	880
Высота, мм / Height, mm	610
Тип сошника / Coulter type	Анкерный клиновидный / Anchor wedge coulter
Заделяющее устройство / Closing device	Двухдисковое / Double disc closing device
Колосопровод / Ear conveyor	Телескопический пластиковый / Telescopic plastic
Пределы установки глубины хода сошника, см / Limits of the coulter travel depth setting, cm	3-7
Масса, кг / Weight, kg	25

ницы сорта Ивита. В ходе испытаний снимали изменения координат высеванных в борозду колосьев – расстояний (в см) от стартовой линии до места их высева, по которым рассчитаны средние расстояния между ними, а также измеряли другие параметры. Опыты выполнили в трех повторностях для двух установочных значений заглубления сошника (3,5 и 5 см). Каждая повторность соответствовала проходу сеялки по делянке в течение времени одного полного оборота высевающего диска. Результаты обработки опытных данных, полученных в ходе испытаний сеялки в полевых условиях селекционных делянок, сведены в *таблице 2*.

Средние по проходам значения исследуемых параметров для установок заглубления сошника 3,5 и 5 см составили соответственно: длина прохода сеялки по делянке, соответствующая одному обороту высевающего диска  $L_{cp}$  – 443 и 462 см; расстояние между высеванными в борозду колосьями  $s_{cp}$  – 29,5 и 30,8 см; время прохода сеялки (время засева отрезка делянки), соответствующее одному обороту высевающего диска  $t_{пр}^{cp}$  – 11 и 12 с (для сравнения: время заделки того же количества колосьев вручную составляет 65-69 с); время зарядки высевающего диска (кассеты) перед проходом сеялки  $t_{зар}^{cp}$  – 63 и 63,3 с; глубина высева колосьев, соответствующая фактической величине заглубления сошника  $h_{cp}$  – 2,8 и 4,1 см.

Тяговое усилие на перемещение экспериментального образца при выполнении технологической операции посева при заглублении сошника 3,5 см составило 0,21-0,25 кН (значительно зависит от почвенных условий).

Средние расстояния между колосьями в полосе высева (рядке) – 29,5 и 30,8 см для двух установочных значений глубины хода сошника 3,5 и 5 см при посеве озимой пшеницы сорта Ивита с использованием экспериментального образца близки аналитической

оценке среднего расстояния между колосьями (капсулами) в рядке (около 31,4 см), полученной с использованием приведенной выше расчетной формулы. Абсолютная разность между фактическим и оценочным значениями показателя не превышает 1,9 см, то есть отличие составляет около 6%. При этом значения коэффициента вариации (19,9 и 21% соответственно) свидетельствуют о достаточно стабильной работе высевающего устройства экспериментального образца сеялки.



Рис. 2. Экспериментальный образец однорядной сеялки для посева колосьями на испытаниях

Fig. 1: The prototype single-row ear seeder during field testing

Создание экспериментального образца однорядной сеялки (рис. 2) с ДКВУ для посева зерновых культур колосьями позволило провести проверку машинного выполнения этой важной технологической операции, установить рациональные параметры ДКВУ, наметить пути совершенствования конструкции машины и получить данные для проектирования многосекционной (до четырех рядов) колосовой сеялки.

**Выводы.** Внедрение специальной посевной машины с диско-кассетным высевающим устройством для посева семян элитных растений зерновых культур колосьями в селекционных и семеноводческих питом-

**Таблица 2**
**Table 2**
**ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ И АГРОТЕХНИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОГО ОБРАЗЦА ОДНОРЯДНОЙ КОЛОСОВОЙ СЕЯЛКИ**  
**TABLE 1: TECHNOLOGICAL AND AGROTECHNICAL INDICATORS FOR THE PROTOTYPE SINGLE-ROW EAR SEEDER**

Номер прохода сеялки по делянке / Pass number of the seeder across the field plot	Длина прохода по делянке, см. / Length of pass across the field plot, cm	Расстояние между колосьями, см / Distance between ears, cm.	Время одного прохода, с / Duration of a single pass, in seconds.	Время зарядки высевающего диска, с / Seed disc loading time, in seconds	Глубина высева колосьев, см / Ear seeding depth, cm	Тяговое усилие при посеве, кН / Seeding traction force, kN	Примечание / Notes
<i>При установке заглубления сошника 3,5 см / Setting the coulter depth to 3.5 cm</i>							
1	429	28,6	11	66	3,4	0,25	
2	446	29,7	12	63	2,6	0,23	
3	453	30,2	10	60	2,5	0,21	
	443	29,5 (19,9% – коэффициент вариации / variation coefficient)	11 (65-69 с – при ручной заделке / with manual sealing)	63	2,8	0,23	среднее по проходам / mean value across passes
<i>При установке заглубления сошника 5 см / Setting the coulter depth to 5 cm</i>							
1	453	30,2	12	60	3,9	–	
2	488	32,5	12	67	3,9	–	
3	444	29,6	12	63	4,6	–	
	462	30,8 (21% – коэффициент вариации / variation coefficient)	12	63,3	4,1	–	среднее по проходам / mean value across passes

никах создаст предпосылки для снижения трудоемкости выполнения технологического процесса, в сравнении с технологией посева с использованием ручного труда, и обеспечения сохранения сортовой чистоты.

Установили рациональные параметры ДКВУ: диаметр диска – 27 см; средний диаметр окружности, вдоль которой расположены отверстия под ячейки для высеваемого материала, – 21 см; количество ячеек – 16; внутренний диаметр ячеек – 3 см; длина ячеек – 15 см.

Вывели формулу зависимости плотности высева колосьев или капсул с колосьями от передаточного отношения приводного устройства и других конструк-

ционных параметров. Обоснованные рациональные параметры высевающего устройства могут быть использованы при проектировании многорядной колосовой сеялки.

Определили ряд агротехнических показателей выполнения технологического процесса экспериментальным образцом на посеве колосьями озимой пшеницы сорта Ивита. Среднее расстояние между колосьями в полосе высева – 29,5 и 30,8 см для установочных значений глубины хода сошника 3,5 и 5 см соответственно. При этом средняя фактическая глубина борозды составила соответственно 3 и 4 см. Ширина дна борозды – 6 см.

### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

- Измайлов А.Ю., Лобачевский Я.П., Кынев Н.Г. ВИМ – основатель производства селекционной техники в России // *Сельскохозяйственные машины и технологии*. 2008. N4. С. 9-11.
- Анискин В.И., Некипелов Ю.Ф. Механизация опытных работ в селекции, сортоиспытании и первичном семеноводстве зерновых и зернобобовых культур. М.: ВИМ. 2004. 199 с.
- 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.
- 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.
5. Beloiev H., Borisov B., Adamchuk V., et al. Theory of Movement of the Combined Seeding Unit. *Agriculture and Agricultural Science Procedia*. 2015. Vol. 7. 21-26. DOI 10.1016/j.aaspro.2015.12.024.
  6. Yaropud V., Datsiuk D. By improving breeding seeder sowing device small seeded crops. *Vibrations in engineering and technology*. 2021. Iss. 1 (100). 152-162. DOI 10.37128/2306-8744-2021-1-15.
  7. Ахалая Б.Х., Ценч Ю.С., Квас С.А. Технология комбинированного способа посева и высеваше аппараты для его осуществления // *Вестник ВИЭСХ*. 2018. N4(33). С. 61-65.
  8. Ахалая Б.Х., Ценч Ю.С., Миронова А.В. Разработка и исследование дозирующей системы высеваше устройства пневматической сеялки // *Техника и оборудование для села*. 2021. N6(288). С. 8-11. DOI 10.33267/2072-9642-2021-6-8-11.
  9. Lavrov A., Smirnov I., Litvinov M. Justification of the construction of a self-propelled selection seeder with an intelligent seeding system. *MATEC Web of Conferences*. 2018. Vol. 224. 05011. DOI 10.1051/mateconf/201822405011.
  10. Текушев А.Х., Чаплыгин М.Е., Чулков А.С. и др. Автоматизированные технические средства в посевной технике для селекции и семеноводства сельхозкультур // *Электротехнологии и электрооборудование в АПК*. 2022. Т. 69. N3(48). С. 49-55. DOI 10.22314/2658-4859-2022-69-3-49-55.
  11. Грабовец А.И., Фоменко М.А. Озимая пшеница. Ростов н/Д: Юг. 2007. 560 с.
  12. Шайхов М.К., Жалнин Э.В., Шайхов М.М. и др. К разработке селекционной сеялки для посева зерновых культур колосьями // *Вестник ВИЭСХ*. 2018. N3(32). С. 114-120.
  13. Podzorov A., Shaikhov M., Khamuev V., et al. Machines and Equipment for Sowing Grain Crops on Plots of the I and II Stages of Selection Work. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. 2022. Vol. 988. Iss. 3. 032021. DOI 10.1088/1755-1315/988/3/032021.
  14. Чаплыгин М.Е., Шайхов М.М., Чулков А.С. и др. Определение показателей лентокассетного высеваше устройства для селекционного посева зерновых культур колосьями // *Сельскохозяйственные машины и технологии*. 2022. Т. 16. N2. С. 56-61. DOI 10.22314/2073-7599-2022-16-2-56-61.
  15. Блохин В.И., Шайхов М.К., Шайхов М.М. и др. Опыт использования колосковой сеялки в селекции и семеноводстве зерновых культур // *Интеллектуальные машинные технологии и техника для реализации Государственной программы развития сельского хозяйства: сборник научных докладов Международной научно-технической конференции*. Ч. 1. М.: ФГБНУ ФНАЦ ВИМ, 2015. С. 307-310.
  16. Крючина Н.В., Мишанин А.Л., Машков С.В. и др. Теоретическое обоснование конструктивных и технологических параметров питающего окна дисково-ленточного высеваше аппарата // *Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии*. 2021. N3. С. 46-54.
  17. Шайхов М.М., Шайхов М.К. Рабочие органы зернотуковой сеялки с регулируемой шириной полосы посева // *Электротехнологии и электрооборудование в АПК*. 2019. N1(34). С. 68-72.

## REFERENCES

1. Izmaylov A.Yu., Lobachevskiy Ya.P., Kynev N.G. VIM – osnovatel' proizvodstva selektsionnoy tekhniki v Rossii [VIM - the founder of the breeding equipment production in Russia]. *Sel'skokhozyaystvennyye mashiny i tekhnologii*. 2008. N4. 9-11 (In Russian).
2. Aniskin V.I., Nekipelov Yu.F. Mekhanizatsiya opytnykh rabot v selektsii, sortoispytanii i pervichnom semenovodstve zernovykh i zernobobovykh kul'tur [Mechanization of experimental work in breeding, variety testing and primary seed production of grain and leguminous crops]. Moscow: VIM. 2004. 199 (In Russian).
3. Lobachevskiy Ya.P., Dorokhov A.S. Tsifrovyye tekhnologii i robotizirovannyye tekhnicheskyye sredstva dlya sel'skogo khozyaystva [Digital technologies and robotic devices in the agriculture]. *Sel'skokhozyaystvennyye mashiny i tekhnologii*. 2021. Vol. 15. N4. 6-10 (In Russian). DOI 10.22314/2073-7599-2021-15-4-6-10.
4. Nesmiyan A.Yu., Tsench Yu.S. Tendentsii i perspektivy razvitiya otechestvennoy tekhniki dlya poseva zernovykh kul'tur [Trends and prospects for the development of domestic grain sowing equipment]. *Sel'skokhozyaystvennyye mashiny i tekhnologii*. 2018. Vol. 12. N3. 45-52 (In Russian). DOI 10.22314/2073-7599-2018-12-3-45-52.
5. Beloiev H., Borisov B., Adamchuk V., et al. Theory of Movement of the Combined Seeding Unit. *Agriculture and Agricultural Science Procedia*. 2015. Vol. 7. 21-26 (In English). DOI 10.1016/j.aaspro.2015.12.024.
6. Yaropud V., Datsiuk D. By improving breeding seeder sowing device small seeded crops. *Vibrations in engineering and technology*. 2021. N1 (100). 152-162 (In English). DOI 10.37128/2306-8744-2021-1-15.
7. Akhalaya B.Kh., Tsench Yu.S., Kvas S.A. Tekhnologiya kombinirovannogo sposoba poseva i vysevayushchie apparaty dlya ego osushchestvleniya [Combined method of sowing and sowing machines for its implementation]. *Vestnik VIESH*. 2018. N4(33). 61-65 (In Russian).
8. Akhalaya B.Kh., Tsench Yu.S., Mironova A.V. Razrabotka i issledovanie doziryushchey sistemy vysevayushchego ustroystva pnevmaticheskoy seyalki [Development and research of a pneumatic seed drill seedmetering unit]. *Tekhnika i oborudovanie dlya sela*. 2021. N6(288). 8-11 (In Russian). DOI 10.33267/2072-9642-2021-6-8-11.
9. Lavrov A., Smirnov I., Litvinov M. Justification of the construction of a self-propelled selection seeder with an intelli-

- gent seeding system. *MATEC Web of Conferences*. 2018. Vol. 224. 05011 (In English). DOI 10.1051/mateconf/201822405011.
10. Tekushev A.Kh., Chaplygin M.E., Chulkov A.S. et al. Avtomatizirovannye tekhnicheskie sredstva v posevnoy tekhnike dlya selektsii i semenovodstva sel'khozkul'tur [The automated technical means in sowing equipment for breeding and seed production of agricultural crops]. *Elektrotekhnologii i elektrooborudovanie v APK*. 2022. Vol. 69. N3(48). 49-55 (In Russian). DOI 10.22314/2658-4859-2022-69-3-49-55.
  11. Grabovets A.I., Fomenko M.A. Ozimaya pshenitsa [Winter wheat]. Rostov n/D: Yug. 2007. 560 (In Russian).
  12. Shaykhov M.K., Zhalnin E.V., Shaykhov M.M., et al. K razrabotke selektsionnoy seyalki dlya poseva zernovykh kul'tur kolos'yami [Development of a selective seeder for sowing grain crops with ears]. *Vestnik VIESH*. 2018. N3(32). 114-120 (In Russian).
  13. Podzorov A., Shaikhov M., Khamuev V., et al. Machines and Equipment for Sowing Grain Crops on Plots of the 1 and 2 Stages of Selection Work. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. 2022. Vol. 988. N3. 032021 (In English). DOI 10.1088/1755-1315/988/3/032021.
  14. Chaplygin M.E., Shaykhov M.M., Chulkov A.S. et al. Opredelenie pokazateley lentokassetnogo vysevayushchego ustroystva dlya selektsionnogo poseva zernovykh kul'tur kolos'yami [Specifying the indicators of a breeding tape-cassette sowing device for sowing grain crops by ears]. *Sel'skokhozyaystvennye mashiny i tekhnologii*. 2022. Vol. 16. N2. 56-61 (In Russian). DOI 10.22314/2073-7599-2022-16-2-56-61.
  15. Blokhin V.I., Shaykhov M.K., Shaykhov M.M., et al. Opyt ispol'zovaniya koloskovoy seyalki v selektsii i semenovodstve zernovykh kul'tur [Experience of using a spikelet seeder in the selection and seed production of grain crops]. *Intellektual'nye mashinnye tekhnologii i tekhnika dlya realizatsii Gosudarstvennoy programmy razvitiya sel'skogo khozyaystva: sbornik nauchnykh dokladov Mezhdunarodnoy nauchno-tekhnicheskoy konferentsii*. C. 1. Moscow: FSAC VIM, 2015. 307-310 (In Russian).
  16. Kryuchina N.V., Mishanin A.L., Mashkov S.V., et al. Teoreticheskoe obosnovanie konstruktivnykh i tekhnologicheskikh parametrov pitayushchego okna diskovo-lentochnogo vysevayushchego apparata [Theoretical justification of design and process dependent parameters of a supply port of a belt feed with disks]. *Izvestiya Samarskoy gosudarstvennoy sel'skokhozyaystvennoy akademii*. 2021. N3. 46-54 (In Russian).
  17. Shaykhov M.M., Shaykhov M.K. Rabochie organy zernotukovoy seyalki s reguliruemoy shirinoy polosy vyseva [Working parts of grain-fertilizer drill with adjustable width of the seeding strip]. *Elektrotekhnologii i elektrooborudovanie v APK*. 2019. N1(34). 68-72 (In Russian).

### Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

### Заявленный вклад соавторов:

- Шайхов М.М. – формулирование цели и задач исследований, обоснование параметров высевающего устройства, формирование общих выводов, итоговая доработка текста статьи;
- Чулков А.С. – составление начального варианта статьи, визуализация материалов исследований, доработка текста статьи, формирование общих выводов;
- Подзоров А.В. – разработка теоретических предпосылок, подготовка и проведение исследований экспериментального образца, формирование общих выводов;
- Текушев А.Х. – подготовка и проведение исследований экспериментального образца, обработка результатов испытаний;
- Чаплыгина Т.В. – анализ литературных источников, обработка результатов исследований, доработка текста статьи.

*Авторы прочитали и одобрили окончательный вариант рукописи.*

### Conflict of interest

The authors declare no conflict of interest.

### Coauthors' contribution:

- Shaykhov M.M. – formulation of research objectives and tasks, justification of seeding device parameters, formulation of general conclusions, final editing of the article manuscript;
- Chulkov A.S. – drafting the initial version of the article, research materials visualization, the article manuscript proofreading, formulation of general conclusions;
- Podzorov A.V. – development of theoretical assumptions, preparing and conducting the experimental sample research, formulation of general conclusions;
- Tekushev A.Kh. – preparing and conducting the experimental sample research, test result processing;
- Chaplygina T.V. – literature review, research result processing, working on the article manuscript.

*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

03.04.2023

25.05.2023