Author credentials**Affiliations**

Shvartz Anatoly – Full Doctor of Agricultural Sciences, Professor of Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education “Kursk State Agricultural Academy”, Russia, Kursk, e-mail: aashwarz@mail.ru.

Shvartz Sergey – Candidate of Technical Sciences, Director of LLC “Meridian”, Russia Kursk, e-mail: shwarz@inbox.ru.

Sekretarev Alexander – graduate student of Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education “Kursk State Agricultural Academy”, Russia, Kursk, e-mail: a_sekretarev@inbox.ru.

Vetrov Ivan – graduate student of Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education “Kursk State Agricultural Academy”, Russia, Kursk, e-mail: Iva-vetrov2008@yandex.ru.

Поступила в редакцию (Received): 17.03.2021 Принята к публикации (Accepted): 12.05.2021

УДК 631.331.53

DOI: 10.35887/2305-2538-2021-3-19-30

КОНСТРУКТИВНЫЕ ОСОБЕННОСТИ СЕЯЛОК И ПОКАЗАТЕЛИ ИХ РАБОТЫ

¹Шварц Анатолий Адольфович

¹Шварц Сергей Анатольевич

¹Полушин Иван Павлович

¹Филатов Николай Евгеньевич

¹Кузнецов Николай Сергеевич

¹ФГБОУ ВО «Курская государственная сельскохозяйственная академия им. И.И. Иванова»

Реферат. Проведен краткий анализ истории развития высевальных аппаратов. Рассмотрены конструктивные особенности систем посева сеялок, состоящих из высевального аппарата и системы доставки семян к сошнику. Отмечены факторы, влияющие на качественные показатели работы высевального аппарата. Рассмотрены виды конструкций катушек высевального аппарата, которые зависят от параметров высеваемой культуры, в том числе и сложные, состоящие из нескольких элементов. Проанализированы результаты исследований Поволжской МИС шести сеялок с различными конструкциями систем посева. Установлена взаимосвязь между параметрами машины и качественными показателями ее работы. Показано, что чем больше ширина захвата сеялки, тем выше процент дробления семян, отклонения нормы посева от заданной и неравномерности посева между сошниками. Установлено, что конструкция системы доставки семян оказывает существенное влияние на показатели работы машины. При использовании механической системы доставки (на сеялках СЗТ-4, СЗМ-800, D9 6000TC) превышение нормативов не наблюдается, а на сеялках с пневматической системой доставки (DMC 4500, СЗП-800, Condor-15000) замечены отклонения. У AMAZONE Condor-15000 с шириной захвата 15 м наблюдается дробление семян на уровне 14 % (при нормативе 0,3 %). Пневматическая система доставки семян имеет относительно сложную конструкцию: множество соединений и конструктивные элементы, приводящие к изменениям скорости движения и направления семенного потока. Это сопровождается повреждением семян и неравномерностью их распределения по сошникам. Более бережное отношение к посевному материалу обеспечивает использование механической системы доставки, по которой семена движутся под действием собственной силы тяжести и по наиболее короткому пути к сошнику, тем самым сводя взаимодействие с элементами системы доставки к минимуму. Но металлоемкость таких систем не позволяет использовать их на машинах с большой шириной захвата, что приведет к значительному увеличению их массы.

Ключевые слова: высевальный аппарат, катушка, система доставки семян, посевной блок.

CONSTRUCTION FEATURES OF SEEDERS AND INDICATORS
OF THEIR PERFORMANCE¹Schwartz Anatoly¹Schwartz Sergey¹Polushin Ivan¹Filatov Nikolay¹Kuznetsov Nikolay¹FSBEI HE "Kursk State Agricultural Academy"

Abstract. A brief analysis of the history of the development of seeding devices is carried out. Design features of the seeding systems of seeders, consisting of a seeding device and a system for delivering seeds to the opener, are considered. The factors influencing the quality indicators of the seeding apparatus are noted. The types of designs of the sowing apparatus coils, which depend on the parameters of the sown crop, including complex ones, consisting of several elements, are considered. The results of studies of the Volga MIS of six seeders with different designs of seeding systems are analyzed. The relationship between the parameters of the machine and the quality indicators of its work has been established. So, the graphs show that the wider the seeding width of the seeder, the higher the percentage of seed crushing, the deviation of the seeding rate from the specified one and the uneven seeding between the bipods. It was also found that the design of the seed delivery system has a significant impact on the performance of the machine. When using a mechanical delivery system (on the SZT-4, SZM-800, D9 6000TC seeders), the standards are not exceeded, and deviations are noticed on seeders with a pneumatic delivery system (DMC 4500, SZP-800, Condor-15000). The AMAZON Condor-15000 with a working width of 15 m shows a crushing of seeds at a level of 14% (with a standard of 0.3%). The pneumatic seed delivery system has a relatively complex design: many connections and structural elements, leading to changes in the speed and direction of the seed flow. This is accompanied by damage to the seeds and uneven distribution over the coulters. A more careful attitude to the seed material is ensured by the use of a mechanical delivery system, along which the seeds move under its own gravity and along the shortest path to the opener, thereby reducing interaction with the elements of the delivery system to a minimum. But the metal consumption of such systems does not allow them to be used on machines with a large working width, which will lead to a significant increase in their weight.

Keywords: sowing device, reel, seed delivery system, sowing unit.

Введение. На начальном этапе развития растениеводства семена закладывались в почву вручную, что приводило к неравномерности распределения семенного материала по площади поля, затягиванию сроков посева и перерасходу семян [1].

Первые шаги к механизации процесса посева были сделаны в Китае примерно в 6 в. до н. э. Люди несли по полю ящик с решетчатым дном и трясли его, благодаря чему семена сыпались на рыхлую землю [2]. В 16 веке в Европе наблюдается бурное развитие промышленных центров, которое привело к значительному росту плотности городского населения. Это превратило продукцию сельского хозяйства в высокорентабельный товар, что послужило стимулом для развития высокопроизводительного сельского хозяйства. Итальянский ремесленник Джовани Каваллина использовал для дозирования семян воронку, которая представляла из себя сужающийся ко дну ящик со щелевидным дном на полозьях (рисунок 1), из которого семена сыпались на поверхность поля под действием возникающих при движении колебаний. Сеялка не получила широкого распространения из-за перерасхода семенного материала [3, 4].

Англичанин Джейкоб Кук в 1782 г. сконструировал сеялку с ложечковым высевальным аппаратом (рисунок 2 – а). Этот аппарат обладал повышенной точностью высева, но имел низкую производительность и сильно зависел от рельефа и уклона поверхности поля. Один из первых высевальных аппаратов с ячеистым валом был реализован в сеялке Дукета (рисунок 2 – б). В деревянном валу по спирали сделаны отверстия, что обеспечивало непрерывную подачу семян и относительную равномерность распределения семян в рядке, однако производительность оставалась на очень низком уровне. К тому же деревянный вал часто повреждал семена. Австрийский изобретатель Франц Удвар заменил ячейки на желобки и поместил высевальную вал

в нижнюю часть бункера, попытавшись использовать активную зону истекающего слоя семян, что увеличило производительность и снизило чувствительность сеялки к уклонам рельефа поля (рисунок 2 – в) [2].

Рисунок 1 – Сеялка Джовани Каваллины

а – ложечный
аппарат Кука

б – ячеистый
аппарат Дукета

в – спирально-желобчатый
аппарат Удвара

Рисунок 2 – Высевающие аппараты

В 1805 г. немецкий ученый Альбрехт Тэер предложил высевающий аппарат, состоящий из валика с закрепленными на нем металлическими катушками, которые вращались от опорного колеса посредством шестеренной передачи (рисунок 3). Для различных культур использовались катушки с определенной глубиной и формой желобков, что давало большое преимущество. Норму высева регулировали подбором необходимого передаточного числа в механизме привода. Аппаратами этого типа являются катушечно-штифтовые и катушечные высевающие аппараты с разными формами желобков, которые в дальнейшем получили самое широкое распространение (рисунок 3).

Рисунок 3 – Набор катушек высевающего аппарата Тээр

Некоторыми конструкторами предпринимались попытки использования вакуума. В 1943 г. И.Л. Слуцкий предложил пневматический высевательный аппарат, который состоит из полого цилиндра с отверстиями [5]. В полости вращающегося диска создается вакуум, и семена присасываются к отверстиям с наружной стороны и транспортируются из бункера в зону выгрузки. Высокая точность, низкая производительность и сложность конструкции таких аппаратов способствовали их перепрофилированию под высев культур, требующих точных параметров распределения их по площади поля, таких как сахарная свекла, кукуруза, и т.д.

В России массовое производство сеялок началось в конце 19 века. Известна сеялка с широкой колесой «Россия» (рисунок 4), снабженная катушечными высевательными аппаратами, которая выпускалась до 1927г. [6]. К 1913 году Россия вышла на третье место в Европе по производству сельхозмашин, объем выпуска – 59 тыс. шт. в год. В 1929 году начато производство тракторных сеялок. В результате работы по универсализации и унификации сеялок на основе новейших достижений науки было создано семейство комбинированных сеялок с пневматическими колесами и гидравлическим механизмом подъема сошников. Базовой моделью стала сеялка СЗ-3,6, запущенная в производство в 1971 году (рисунок 5). На ее основе были созданы модификации: СЗУ-3,6 (узкорядная), СЗП-3,6 (прессовая), СЗА-3,6 (анкерная), СЗО-3,6 (однодисковая) и др. В 1980-х было модернизировано семейство сеялок СЗ и созданы новые: широкозахватные стерневые СЗС-14 и СЗС-8, сеялки культиваторы СЗС-12 и СЗС-6, комбинированная СЗК-3,3 (таблица 1) [7].

Рисунок 4 – Зерновая анкерная сеялка «Россия»

Рисунок 5 – Сеялка зерновая СЗ-3,6

Таблица 1 – Рост уровня механизации

Год	1933	1940	1950	1955	1965
Уровень механизации, %	7	56	74	94	100

Анализ и обсуждение. Ключевой особенностью посевной машины является тип применяемого в ней высевального аппарата. Он является наиболее важным органом сеялки и служит для отбора определенного количества семян из общей массы и формирования потока с заданными параметрами. Разработано большое количество различных конструкций высевальных аппаратов, что продиктовано физико-механическими свойствами семян разнообразных сельскохозяйственных культур, такими как размер, форма, состояние поверхности [8]. От качественного функционирования высевального аппарата зависит технологический процесс возделывания сельскохозяйственных культур. От совершенства конструкции, технического состояния и правильной регулировки в значительной мере зависит качество посева, и, как следствие, урожайность. К высевальным аппаратам предъявляют следующие основные агротехнические требования: равномерная подача семян в сошник, независимо от уровня заполнения семенного бункера, угла наклона сеялки, скорости движения агрегата, вибрации, рельефа поля, низкий показатель травмирования семян.

В настоящее время самое большое распространение получили сеялки с катушечными высевальными аппаратами. Они используются для посева культур, не требующих равномерного распределения семян в рядке. Главным элементом такого аппарата является катушка, которая, вращаясь, перемещает семена и выгружает их в семяпровод. Из-за большого разнообразия физико-механических и геометрических параметров семян сельскохозяйственных культур разработано немало конструкций катушек. В основном это желобчатые (для посева мелких семян), штифтовые (для средних по размеру семян) и лопастные (для посева крупных семян и удобрений) катушки (рисунок 6).

Рисунок 6 – Конструкции катушек

Иногда используют сразу два вида катушек. Так, в сеялке AMAZONE-D9 комбинируют два диска, которые могут работать как одновременно, так и по одному: в случае посева некоторых зерновых и бобовых культур стандартная катушка и катушка для мелкосеменных соединяются с помощью шплинта и вращаются одновременно, а при посеве мелкосеменных стандартная катушка отсоединяется и не вращается (рисунок 6 – г) [9]. Высевальные аппараты сеялки AMAZONE Condor 15001 оснащены сменными дозирующими катушками, которые состоят из нескольких элементов: разделительных металлических пластин, дозирующего и пустого колеса (рисунок 7).

Рисунок 7 – Дозирующая катушка высевального аппарата сеялки AMAZONE Condor 15001

Набор элементов такой катушки зависит от параметров семян и нормы высева [10]. Катушечные высевальные аппараты конструктивно относительно просты, но главным недостатком является неравномерность подачи высеваемого материала, что делает невозможным точный высев.

Доставка семян от высевального аппарата к сошнику может осуществляться механически и пневматически. У некоторых сеялок система доставки исключена конструкцией, например, у Kverneland Monopill e-drive II высевальный аппарат установлен непосредственно над сошником (рисунок 8 – в).

Рисунок 8 – Способы доставки семян

Механический способ широко распространен у российских фермеров. Это обусловлено надежностью, простотой конструкции и несложной настройкой. К недостаткам этого способа можно отнести повышение процента поврежденных семян, так как они более активно контактируют с жесткими деталями высевального аппарата и семяпроводом, что приводит к их истиранию и крошению. Но эта проблема частично решается за счет совершенствования параметров катушки и использования в конструкции деталей, выполненных из полимерных материалов.

При пневматическом способе доставки используется воздушный поток, который увлекает семена и переносит их к сошнику. Это наиболее эффективно в широкозахватных сеялках. Такая система доставки имеет сравнительно простую конструкцию, невысокую материалоемкость и вес. Имеются и недостатки: повреждение семян из-за частых столкновений с внутренними поверхностями гофрированных семяпроводов и делительной головки, наблюдается неравномерность распределения семян между сошниками, особенно при высеве мелкосеменных культур, воздушный поток может сносить мелкие семена при малой глубине заделки из-за неровностей почвы.

В борьбе за увеличение качества и объема урожаев производители вынуждены решать вопросы связанные с созданием техники, требования к которой постоянно растут. Это производительность и безотказность, ведь очень важно соблюдать агротехнические сроки, равномерное распределение семян в каждом рядке и по ширине захвата, заделка семян на одинаковую глубину в плотное ложе. А также снижение стоимости машины, повышение универсальности путем расширения диапазона регулировки нормы высева, низкий процент травмирования семян при транспортировке по семяпроводу и простоту при настройке, ремонте и эксплуатации.

На Поволжской МИС были проведены испытания шести образцов посевных машин, в которых реализованы как механический (рисунок 9, таблица 2), так и пневматический (рисунок 10, таблица 3) способы доставки семян к сошникам. Испытания проводились на культурах с различными по физико-механическим свойствам семенами (масса, размер, сыпучесть и др.) [11].

а – «БДМ-Агро»
СЗТ-4б – «Агромашхолдинг»
СЗМ-300в – Amazone
D9 6000-TC

Рисунок 9 – Сеялки с механической системой доставки семян

Таблица 2 – Сеялки с механической системой доставки семян

Наименование	«БДМ-Агро» СЗТ-4	«Агромашхолдинг» СЗМ-300	Amazone D9 6000-TC
Рабочая ширина, м	4	3	6
Количество рядов, шт.	24	23	36/48
Междурядье, см	17,5	13	16,6/12,5
Объем бункера семян/удобрений, л	1000/1000	620/-	1640/1640
Масса, кг	3250	730	4100
Агрегатирование, л. с.	100-130	85-100	80
Удельная металлоемкость, кг/м	813	243	683

а – «Агромашхолдинг»
СЗП-800б – Amazone Primera
DMC-4500в – Amazone Condor-
15000

Рисунок 10 – Сеялки с пневматической системой доставки семян

Таблица 3 – Сеялки с пневматической системой доставки семян

Наименование	Amazone Primera DMC-4500	«Агромашхолдинг» СЗП-800	Amazone Condor- 15000
Рабочая ширина, м	4,5	8	15
Количество рядов, шт.	24	64	60/48
Междурядье, см	18,75	12,5	25/31,3
Объем бункера семян/удобрений, л	4000/2000	1500/-	5000/3000
Масса, кг	5600	3190	10500
Агрегатирование, л. с.	95-130	150-180	270
Удельная металлоемкость, кг/м	1244	399	700

Рисунок 11 – Результаты испытаний

Как видно из графиков (рисунок 11), у агрегатов с пневматической системой доставки семян имеются недостатки. У сеялки «Агромашхолдинг» СЗП-800 наблюдается незначительное превышение дробления семян гороха (1,3%) и озимой пшеницы (0,4%). У сеялки AMAZONE Condor-15000 (рисунок 11 – а) при высеве проса значение дробления семян существенно превышает (до 14%) допустимый предел (0,3%), это происходит из-за обрушивания семян. Также наблюдается неравномерность высева между семяпроводами при высеве сои до 8,9% при нормативе 6%. Чем больше ширина захвата сеялки, тем больше значение неравномерности, что хорошо видно на графике (рисунок 11 – в). Высокая металлоемкость сеялки СЗТ-4 (813 кг/м) объясняется наличием посевных и почвообрабатывающих секций. Однако это позволяет осуществлять посев по стерновому фону. Большое значение имеет размер семян: как правило, чем больше семена, тем более они подвержены дроблению. Обрушивание и дробление семян происходит в основном при столкновении потока с крышкой распределительной головки сеялки (рисунок 12).

Рисунок 12 – Распределительная головка AMAZONE Condor-15000

При большой ширине захвата агрегата и центральном расположении высевующих аппаратов неизбежно использование длинных семяпроводов, а для обеспечения необходимого потока воздуха нужно увеличивать давление. Скорость движения семян в таком потоке увеличивается, также увеличивается и повреждение семян при столкновениях с распределительной головкой, в

которой происходит резкая смена направления движения потока. Механические повреждения семян приводят к потере всхожести и составляют 5–10% от общего объема. Это не так опасно для озимых культур, которые могут восстанавливать количество стеблей за счет дополнительного кущения, чего нельзя сказать о яровых, которые не обладают такой способностью.

Анализируя результаты проведенных испытаний можно выделить некоторые существенные отличия между сеялками с механическим и пневматическим высевом. Первые имеют более высокую надежность и ремонтпригодность из-за своей относительно простой конструкции. Но из-за невозможности доставки семян по длинному и изогнутому семяпроводу конструкторам приходится размещать высевальные аппараты над сошниками, что затрудняет создание машин с большой шириной захвата. Однако такое расположение высевальных аппаратов дает более равномерное распределение семян между рядками. Поэтому чаще всего такие сеялки используются в хозяйствах с небольшими посевными площадями. В сеялках с пневматическим высевом чаще всего реализован принцип центрального дозирования. Наличие одного большого бункера существенно сокращает время на загрузку посевного материала, обслуживание и настройку агрегата, что повышает производительность труда на посеве. Доставка семян в сошник осуществляется потоком воздуха, поэтому семяпроводы могут быть расположены под любым углом к горизонту, что делает возможным доставку семян на большее, по сравнению с механическим высевом, расстояние. Таким образом, можно конструировать сеялки с большой шириной захвата, но стоит помнить о том, что чем больше длина семяпровода, тем выше скорость движения семян по нему. Из-за особенностей конструкции распределительной головки, в которой происходит разделение потока по сошникам, семена сталкиваются с ее внутренними элементами и повреждаются, чего нельзя сказать о механическом высеве, где семена падают в сошник под действием собственного веса и повреждаются в меньшей степени. К тому же такой способ разделения семян приводит к неравномерности высева между рядками. Каждая сеялка имеет свои достоинства и недостатки, и при выборе стоит учитывать вышеизложенные факторы.

Стоит упомянуть, что покупатели сельхозпродукции предъявляют определенные требования к товарности. Например, для капусты белокочанной это определенный размер кочана (в зависимости от сорта), полнота формирования, плотность и др. [12]. Такие требования не позволяют производителям использовать для посева зерновые сеялки с катушечными высевальными аппаратами, смешивая семена капусты с балластом, так как они не обеспечивают точный высев, что приводит к пересечению зон питания растений, и, как следствие, неравномерному развитию кочанов и потере товарности (рисунок 13).

Рисунок 13 – Зоны питания растений при высеве а) катушечным высевальным аппаратом
б) аппаратом точного высева

К тому же производители семян указывают рекомендуемые параметры посева (ширина междурядий и шаг посева) и калибруют семена. Все это подталкивает фермеров к переходу на сеялки с аппаратами точного посева. Решением проблемы может стать модульный посевной блок (рисунок 14), который устанавливается на сеялку с катушечными высевальными аппаратами (СЗ-3,6) и позволяет производить посев пунктирным способом [13, 14, 15].

Рисунок 14 – Модульный посевной блок

Некоторые производители устанавливают на свои сеялки электроприводы для высевальных аппаратов. Это позволяет на ходу регулировать норму посева в зависимости от скорости движения агрегата, также упрощает настройку и контроль с помощью дистанционного управления из кабины трактора. Например, Lemken Saphir 8 (рисунок 15) имеет электропривод общего вала высевальных аппаратов [16]. Сеялка Monopill e-drive II (рисунок 16) производителя Kverneland имеет электропривод для каждого высевального аппарата в отдельности, что позволяет выключать часть аппаратов из работы для полей с неправильной формой или напротив, увеличить норму посева в рядке, примыкающему к технологической колее [17].

Рисунок 15 – Lemken Saphir 8

Рисунок 16 – Kverneland Monopill e-drive II

В последнее время наблюдается тенденция на смену предпочтений в пользу комбинированных посевных агрегатов. Такая машина может за один проход выполнять несколько операций, обычно это подготовка почвы и посев. Существуют прицепные и навесные агрегаты. Прицепные имеют меньшую точность, но большую ширину захвата (от 12 метров). Навесные более точны, особенно, при использовании GPS, но имеют меньшую производительность [18].

Вывод. Совершенствуя существующие конструкции аппаратов и систем доставки семян к сошникам, можно улучшить результат их работы и, как следствие, повысить урожайность и равномерность созревания сельскохозяйственных культур.

Список литературы

1. Халанский В.М. Экскурсия за плугом. – М.: Колос, 1974. – С. 15.
2. Безрукий Л.П., Макеев Н.К. От серпа до комбайна. – Минск: Ураджай, 1984. – С. 44.
3. Ценч Ю.С., Несмиян А.Ю., Хомутова Н.С. История развития конструкции высевающих аппаратов зерновых сеялок // Вопросы истории естествознания и техники. –2020. – Т. 41, №1. –С. 106.
4. Стрижов В.А. История создания посевных машин и перспективы их развития. – Челябинск: ЧГАУ. – 2004. – С. 12.
5. Бузенков Г.М., Ма С.А. Машины для посева сельскохозяйственных культур. – М.: Машиностроение, 1976. – 272 с.
6. Артоболевский И.И., Благоднаров А.А. Очерки истории техники в России (1861-1917). –М.: Наука, 1975. – С. 397.
7. Несмиян А.Ю., Ценч Ю.С. Тенденции и перспективы развития отечественной техники для посева зерновых культур // Сельскохозяйственные машины и технологии. –2018. –Т. 12, № 3. – С. 45
8. Халанский В.М., Горбачев И.В. Сельскохозяйственные машины: учеб. пос. – М.: Колос, 2004. – 624 с.
9. Зерновая сеялка AMAZONE-D9. / URL: <http://hitagro.ru/zernovaya-seyalka-amazone-d9/> (дата обращения 4.02.2021).
10. Руководство по эксплуатации AMAZONE Сеялка для обработки больших площадей Condor-12001-C Condor-15001-C. / URL: <https://et.amazone.de/files/pdf/MG6041.pdf> (дата обращения 4.02.2021).
11. Акишина Е.М. Муки выбора. Тест Agreport // AGROREPORT. –2017. –№ 4. – С. 12-19.
12. ГОСТ 26768-85 Капуста белокочанная свежая, реализуемая в розничной торговой сети. Технические условия (с Изменениями N 1-4). –М.: ИПК Издательство стандартов, 1997. –с. 48-54.
13. Orobinsky V.I., Gievsky A.M., Schwartz A.A., Baskatov I.V. Improving the efficiency of apparatus of exact seeding of small-seeded crops // Journal of Fundamental and Applied Sciences. –2018. –V10. –P. 1226-1241.
14. Шварц А.А., Шварц С.А. Повышение качества посева и универсальности аппаратов точного высева // Техника в сельском хозяйстве. –2005. –№3. – С. 43-44.
15. Патент № 2718529 Российская Федерация, МПК C2, A01C 7/04. Модульный блок к зерновой сеялке для точного посева мелкосеменных культур: опубл. 2020.04.08 / Шварц С.А., Полушин И.П., Шварц А.А., Кузнецов Н.С.
16. Посевная техника LEMKEN. / URL: <https://lemken.com/ru/posevnaja-tehnika> (дата обращения 4.02.2021).
17. Сеялки Kverneland. / URL: <https://ru.kverneland.com/Ceyalki> (дата обращения 4.02.2021).
18. Кочелягин Н. Рынок сеялок в ожидании подъема // Агроинвестор. – 2016. – №3. –С. 16-19.

References

1. Halanskij V.M. Ekskursiya za plugom. – М.: Kolos, 1974. – S. 15.
2. Bezrukij L.P., Makeev N.K. Ot serpa do kombajna. – Minsk: Uradzhaj, 1984. – S. 44.
3. Cench YU.S., Nesmiyan A.YU., Homutova N.S. Istoriya razvitiya konstrukcii vysevayushchih apparatov zernovyh seyalk // Voprosy istorii estestvoznaniya i tekhniki. –2020. – Т. 41, №1. –S. 106.
4. Strizhov V.A. Istoriya sozdaniya posevnyh mashin i perspektivy ih razvitiya. – CHelyabinsk: CHGAU. – 2004. – S. 12.
5. Buzenkov G.M., Ma S.A. Mashiny dlya poseva sel'skohozyajstvennyh kul'tur. – М.: Mashinostroenie, 1976. – 272 s.
6. Artobolevskij I.I., Blagodaravov A.A. Ocherki istorii tekhniki v Rossii (1861-1917). –М.: Nauka, 1975. – S. 397.

7. Nesmiyan A.YU., Cench YU.S. Tendencii i perspektivy razvitiya otechestvennoj tekhniki dlya poseva zernovykh kul'tur // Sel'skohozyajstvennye mashiny i tekhnologii. –2018. –Т. 12, № 3. – С. 45
8. Halanskij V.M., Gorbachev I.V. Sel'skohozyajstvennye mashiny: ucheb. pos. – М.: Kolos, 2004. – 624 s.
9. Zernovaya seyalka AMAZONE-D9. / URL: <http://hitagro.ru/zernovaya-seyalka-amazone-d9/> (data obrashcheniya 4.02.2021).
10. Rukovodstvo po ekspluatatsii AMAZONE Seyalka dlya obrabotki bol'shih ploshchadej Condor-12001-C Condor-15001-C. / URL: <https://et.amazone.de/files/pdf/MG6041.pdf> (data obrashcheniya 4.02.2021).
11. Akishina E.M. Muki vybora. Test Agroreport // AGROREPORT. –2017. –№ 4. – С. 12-19.
12. GOST 26768-85 Kapusta belokochannaya svezhaya, realizuemaya v roznichnoj torgovoy seti. Tekhnicheskie usloviya (s Izmeneniyami N 1-4). –М.: ИПК Издатel'stvo standartov, 1997. –с. 48-54.
13. Orobinsky V.I., Gievsky A.M., Schwartz A.A., Baskatov I.V. Improving the efficiency of apparatus of exact seeding of small-seeded crops // Journal of Fundamental and Applied Sciences. –2018. –V10. –P. 1226-1241.
14. SHvarc A.A., SHvarc S.A. Povyshenie kachestva poseva i universal'nosti apparatov tochnogo vyseva // Tekhnika v sel'skom hozyajstve. –2005. –№3. – С. 43-44.
15. Patent № 2718529 Rossijskaya Federaciya, MPK S2, A01C 7/04. Modul'nyj blok k zernovoj seyalkе dlya tochnogo poseva melkosemennyykh kul'tur: opubl. 2020.04.08 / SHvarc S.A., Polushin I.P., SHvarc A.A., Kuznetsov N.S.
16. Posevnaya tekhnika LEMKEN. / URL: <https://lemken.com/ru/posevnaya-tekhnika> (data obrashcheniya 4.02.2021).
17. Seyalki Kverneland. / URL: <https://ru.kverneland.com/Ceyalki> (data obrashcheniya 4.02.2021).
18. Kochelyagin N. Rynok seyalk v ozhidanii pod"ema // Agroinvestor. – 2016. – №3. –С. 16-19.

Сведения об авторах

Принадлежность к организации

Шварц Анатолий Адольфович – доктор сельскохозяйственных наук, профессор Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Курская государственная сельскохозяйственная академия», Россия, г. Курск, e-mail: aashwarz@mail.ru.

Шварц Сергей Анатольевич – кандидат технических наук, директор ООО «Меридиан», Россия, г. Курск, e-mail: shwarz@inbox.ru.

Полушин Иван Павлович – аспирант Федерального государственного образовательного учреждения высшего образования «Курская государственная сельскохозяйственная академия», Россия, г. Курск, e-mail: darthbane@inbox.ru.

Филатов Николай Евгеньевич – аспирант Федерального государственного образовательного учреждения высшего образования «Курская государственная сельскохозяйственная академия», Россия, г. Курск, e-mail: filatova2312@mail.ru.

Кузнецов Николай Сергеевич – аспирант Федерального государственного образовательного учреждения высшего образования «Курская государственная сельскохозяйственная академия», Россия, г. Курск.

Author credentials

Affiliations

Shvartz Anatoly – Full Doctor of Agricultural Sciences, Professor of Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education “Kursk State Agricultural Academy”, Russia, Kursk, e-mail: aashwarz@mail.ru.

Shvartz Sergey – Candidate of Technical Sciences, Director of LLC “Meridian”, Russia Kursk, e-mail: shwarz@inbox.ru.

Polushin Ivan – graduate student of Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education “Kursk State Agricultural Academy”, Russia, Kursk, e-mail: darthbane@inbox.ru.

Filatov Nikolay – graduate student of Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education “Kursk State Agricultural Academy”, Russia, Kursk, e-mail: filatova2312@mail.ru.

Kuznetsov Nikolay – graduate student of Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education “Kursk State Agricultural Academy”, Russia, Kursk.

Поступила в редакцию (Received): 15.04.2021 Принята к публикации (Accepted): 28.05.2021