

Научная статья

УДК 631.331.02

DOI 10.48012/1817-5457_2026_2_169-178

ЭФФЕКТИВНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЗАКРЫТОГО ПОЧВЕННОГО КАНАЛА В ПРОЦЕССЕ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ РАЗРАБАТЫВАЕМЫХ РАБОЧИХ ОРГАНОВ СЕЯЛОК

Максимов Лев Леонидович, Шкляев Константин Леонидович[✉],
Дерюшев Иван Александрович, Максимова Елена Вениаминовна,
Савельева Мария Анатольевна

Удмуртский ГАУ, Ижевск, Россия

shklyaeв.konst@yandex.ru

Аннотация. Для создания условий, максимально приближенных к полевым, в учебных заведениях и научно-исследовательских институтах обустраиваются закрытые почвенные каналы. Они находят широкое применение для проведения лабораторно-практических занятий и всесторонних научных исследований сельскохозяйственной техники при ее взаимодействии с почвой вне зависимости от времени года и погодных условий. Целью работы являлось повышение эффективности посева сельскохозяйственных культур в процессе совершенствования рабочих органов, способствующих качественному распределению семян по площади питания на глубине заделки. Объектом исследования был процесс взаимодействия семян сельскохозяйственных культур с рабочими органами сеялок. Эффективное использование закрытого почвенного канала реализуется за счет относительно простого принципа работы и использования специального оборудования. Экспериментальные исследования качества распределения семян моркови проводили с сошником сеялки СО-4,2 для рядового посева и сошником с активным рассеивателем семян для полосового посева. Установлено, что при рядовом посеве двухдисковым сошником, при увеличении нормы высева, площадь питания уменьшается (при норме высева $Q = 3 \text{ кг/га}$ $СП = 6,11 \text{ см}^2$, а при $Q = 4 \text{ кг/га}$ $СП = 4,5 \text{ см}^2$). Сошник с активным рассеивателем для полосового посева при увеличении нормы распределяет семена с увеличением площади питания (при $Q = 4 \text{ кг/га}$ $СП = 5,01 \text{ см}^2$). Также исследования проводились на разрабатываемых рабочих органах стерновой сеялки зерновых культур, в результате которых была получена конструктивная схема. В настоящее время на основе полученного опыта и анализа известных конструктивных и технологических схем рабочих органов устройств для распределения и заделки семян мы разработали, изготовили и доводим до рабочего состояния малогабаритную навесную сеялку. На основании положительных результатов научных исследований подтверждается перспективность дальнейших изыскательских работ по совершенствованию рабочих органов сеялок.

Ключевые слова: закрытый почвенный канал, сельскохозяйственные культуры, лабораторная установка, рабочие органы, высевающий аппарат, сеялка, равномерное распределение.

Для цитирования: Эффективное использование закрытого почвенного канала в процессе совершенствования разрабатываемых рабочих органов сеялок / Л. Л. Максимов, К. Л. Шкляев, И. А. Дерюшев [и др.] // Вестник Ижевской государственной сельскохозяйственной академии. 2026. № 2(86). С. 169-178. https://doi.org/10.48012/1817-5457_2026_2_169-178.

Актуальность исследований. Государственная политика нашей страны в последние годы направлена на активную долгосрочную финансовую поддержку аграрного сектора.

Одним из ключевых направлений поддержки являются предприятия малого агробизнеса – КФХ. На данный момент эти предприятия отличаются низким уровнем трансфера технологий, отсутствием доступа к ресурсам, своевременной консультационной поддержки и нехваткой квалифицированных специалистов. Меры поддержки направлены на внедрение иннова-

ционных методов ведения хозяйства, оснащение современным оборудованием и автоматизированными системами.

Реализуется федеральный образовательный проект «Школа фермера», направленный на обучение фермеров современным методам ведения агробизнеса.

В совокупности с обучением это должно повысить количество и качество продукции, конкурентоспособность на мировом рынке и, естественно, обеспечить продовольственную безопасность нашей страны.

Россия постепенно всесторонне возвращает позиции индустриально-аграрной страны. Еще несколько лет такого развития, и наша страна может стать самым крупным сельхозпроизводителем в мире. В этом процессе прорыва должны участвовать как производственные предприятия, так и учебные заведения, желательно в полной интеграции.

Ориентированность учебного процесса на практическое обучение неизбежно эволюционирует вместе с развитием технологий. Проведение практических занятий и учебно-производственных практик в период обучения на предприятиях различных форм собственности позволяет совершенствовать и выводить учебный процесс на новый уровень. Выездные занятия являются важной составляющей образовательного процесса в сельскохозяйственных учебных заведениях, позволяют студентам получать практический опыт и увидеть применение теоретических знаний в реальных условиях. Однако организация и проведение таких занятий сопряжены с определенными финансовыми, транспортными, временными и погодными затратами.

Для создания условий, максимально приближенных к полевым, в учебных заведениях и научно-исследовательских институтах обустраиваются закрытые и открытые (если позволяют площади) почвенные каналы [9]. Они находят широкое применение в аграрной отрасли и используются для проведения лабораторно-практических занятий и всесторонних исследований сельскохозяйственной техники и ее взаимодействия с почвой вне зависимости от времени года и погодных условий. Этому способствует оснащение учебных аудиторий современным специализированным и цифровым электронным оборудованием.

На кафедре «Тракторы, автомобили и сельскохозяйственные машины» инженерного факультета УдГАУ интенсивно и эффективно используется лаборатория с почвенным каналом. Еженедельные лабораторно-практические занятия, проводимые со студентами различных факультетов, сочетаются с экспериментальными исследованиями молодых ученых [3, 4].

Цель работы – повышение эффективности посева сельскохозяйственных культур в процессе совершенствования рабочих органов, способствующих качественному распределению семян по площади питания на глубине заделки.

Для достижения поставленной цели исследований была поставлена задача – провести анализ исследований, проводимых с использова-

нием закрытого почвенного канала в процессе совершенствования разрабатываемых рабочих органов сеялок.

Объект исследования – процесс взаимодействия семян сельскохозяйственных культур с рабочими органами сеялок.

Предмет исследования – закономерности процесса взаимодействия семян с рабочими органами, влияющими на равномерность распределения по площади питания на глубине заделки.

Материал и методы исследования. Закрытые почвенные каналы могут иметь различную конструкцию и размеры. Обычно они представляют собой углубление в бетонном полу различной ширины и длины, заполненное почвой, по краям которого установлены направляющие для перемещения лабораторных машин и оборудования (рис. 1).



Рисунок 1 – Устройство почвенного канала в УдГАУ

Строгой общепринятой классификации почвенных каналов по размерам не существует, можно выделить несколько общих подходов, основанных на относительных значениях длины, ширины и глубины.

Классификация по длине: короткие каналы (от 0,1 до 1 м), средние каналы (от 1 до 15 м) и длинные каналы (более 16 м).

Классификация по ширине: узкие каналы (от 0,1 до 0,5 м), средние (от 0,5 до 2 м) и широкие (более 2 м).

Классификация по глубине: поверхностные каналы (от 0 до 0,3 м), подповерхностные каналы (от 0,3 до 0,6 м) и глубокие каналы (более 0,6 м).

Размеры каналов оптимизированы, как правило, для работы с малогабаритной техникой. Состав и состояние почвы может варьироваться в зависимости от целей исследования. Это мо-

жет быть как обычная полевая почва, так и специально подготовленная смесь с определенными характеристиками.

Почвенный канал обычно оснащается различными передвижными лабораторными установками и диагностическим оборудованием, которое позволяет измерять исследуемые параметры, такие как тяговое сопротивление, буксование, профиль борозды, конструкционные параметры, твердость, влажность, пористость, температуру и т. д. Эти данные позволяют отслеживать изменения, происходящие в почве и на поверхности, под воздействием различных факторов. Оборудование может быть универсальным и узкоспециализированным.

Подготовка почвы в почвенном канале, которая будет использоваться в эксперименте, может включать в себя рыхление, просеивание, увлажнение и уплотнение для достижения желаемых характеристик (рис. 2). Важно, чтобы почва была однородной и соответствовала условиям, которые необходимо выполнить.



Рисунок 2 – Подготовка почвенного канала к лабораторно-практическим занятиям

По длине почвенного канала выделяются отдельные участки, на которых будут проводиться эксперименты. Проводятся тщательные измерения параметров почвы на каждом участке. Определяются такие характеристики, как влажность, твердость, плотность и другие важные показатели (рис. 3), которые служат отправной точкой для сравнения с результатами, полученными в ходе проведения исследований.

После прохождения рабочих органов по участкам почвы проводятся повторные измерения тех же параметров почвы, что и до начала эксперимента. Сравниваются значения влажности, твердости, плотности и других показателей, чтобы оценить влияние рабочих органов на почву. Для обеспечения достоверности результатов опыты повторяются не менее трех раз. Это позволяет учесть случайные факторы

и получить более точные данные о воздействии на почву.



Рисунок 3 – Измерение параметров почвы

Важнейшим фактором, определяющим эффективность сельскохозяйственной техники, является ее соответствие агротехническим требованиям. Это значит, что машина должна выполнять технологический процесс качественно, не повреждая почву и растения, и обеспечивать оптимальные условия для роста и развития сельскохозяйственных культур. Чтобы убедиться, что техника отвечает агротехническим требованиям, на закрытых почвенных каналах используются специальные лабораторные установки. Установки, как правило, комплектуются подвижными тележками с устройством для крепления испытуемых рабочих органов, лебедкой с электроприводом, датчиками усилия, датчиками перемещения и скорости, концевыми выключателями, компьютерами и другим вспомогательным оборудованием.

По типу моделируемого процесса разработанные установки можно классифицировать:

- установки для моделирования обработки почвы – эти стенды предназначены для изучения воздействия различных почвообрабатывающих орудий на почву;
- установки для моделирования уплотнения почвы – используются для изучения влияния давления колес сельскохозяйственной техники на уплотнение почвы и его последствий для роста растений;
- установки для моделирования эрозии почвы – позволяют изучать процессы водной и ветровой эрозии почвы и разрабатывать методы борьбы с ними;
- установки для моделирования посева и посадки – имитируют процесс посева семян и посадки растений, позволяя изучать влияние глубины заделки, давления сошника и других факторов на всхожесть и равномерность распределения;

– установки для моделирования уборочных процессов – позволяют изучать работу различных устройств и процессов, связанных с уборкой и очисткой корнеплодов;

– установки для исследования силы тяги – используются для определения силовых характеристик, действующих на рабочие органы и колесные движители сельскохозяйственных машин;

– универсальные установки – позволяют моделировать и изучать несколько различных процессов одновременно или по отдельности.

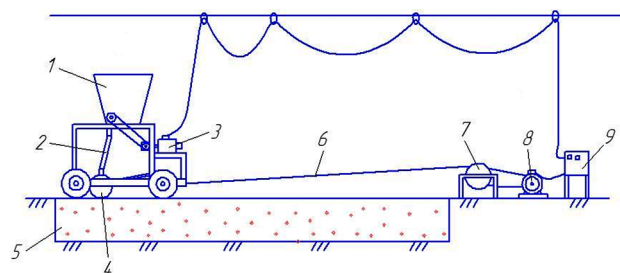
В работе использовались экспериментальные методы, теоретическая работа, математическое моделирование, лабораторные исследования и испытания.

Результаты исследований. Для проведения лабораторно-практических и научно-экспериментальных работ на почвенном канале инженерного факультета УдГАУ командой СКИБ (студенческое конструкторско-исследовательское бюро) были разработаны, изготовлены и исследованы десятки устройств и установок. Далее проведем анализ некоторых разноплановых экспериментальных устройств и установок, разработанных для исследовательских, опытно-конструкторских работ с целью обоснования основных параметров, необходимых при совершенствовании конструктивных и технологических схем новых рабочих органов.

Одной из первых разработок была лабораторная установка для проведения испытаний с целью подтверждения преимущества полосового посева овощных культур перед рядовым. Основным недостатком рядового посева, выполняемого обычными двухдисковыми сошниками, является неравномерное распределение семян вдоль ряда.

При посеве в рядок из-за низкой полевой всхожести семян и конструктивных особенностей высевочных аппаратов их высевают в значительно большем количестве, чем необходимо. Экспериментальные исследования качества распределения семян проводили с сошником сеялки СО-4,2 для рядового посева и сошником с активным рассеивателем семян для полосового посева (разработанного командой СКИБ), установленных на лабораторную установку (рис. 4) [1, 7].

Семена моркови помещались в бункер, катушки высевочного аппарата приводились в движение с помощью электродвигателя, установленного на раме лабораторной установки, и направляли семена по семяпроводам к сошникам [7].



а



б

Рисунок 4 – Технологическая и конструктивная схема лабораторной установки: а – технологическая схема установки; б – конструктивная схема установки; 1 – бункер для семян; 2 – семятокопровод; 3 – электропривод высевочного аппарата; 4 – сошник; 5 – почвенный канал; 6 – канат; 7 – барабан лебедки; 8 – мотор-редуктор для привода лебедки; 9 – щиток управления

Предварительно устанавливается необходимая норма высева (3-6 кг/га). Одновременно с приводом высевочных аппаратов включается лебедка, с помощью которой происходит движение установки с сошниками по почвенному каналу. При движении происходил высев семян на полосы бумаги, расчерченной квадратами 15×15 см, приклеенной к деревянным листам, уложенным на почвенный канал. Показатели качества распределения семян моркови по площади определялись высевом на поверхность с нанесенной на нее сеткой с квадратами и количеством семян в этих квадратах (рис. 5) [2].

5	8	5
3	5	6
4	7	3

1	7	5
3	9	5
2	6	8

7	3	6
2	3	4
8	2	3

Рисунок 5 – Результаты распределения семян по поверхности квадратов при норме высева $Q = 4$ кг/га

Оценка равномерности распределения семян по засеваемой площади проводилась по трем показателям:

- коэффициент равномерности высева K_v ;
- коэффициент плотности высева K_p ;
- средняя площадь питания одного растения S_{Π} .

$$K_p = b / a,$$

где a – количество элементарных площадок (5×5 см) в квадрате сторонами 15 см;

b – количество элементарных площадок (площадь питания), содержащих семена.

$$K_{\Pi} = Z / b,$$

где Z – число семян на площади квадрата 15×15 см.

$$S_{\Pi} = 25b / Z, \text{ см}^2.$$

Результаты экспериментальных исследований с коэффициентами K_v , K_p и средней площадью питания S_{Π} , определенные при различных нормах высева семян моркови, приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Результаты экспериментальных исследований при различных нормах высева [3]

Показатели		K_v		K_p		S_{Π} , см ²	
		сошник с активным рассеивателем	двудисковый сошник сеялки СО-4,2	сошник с активным рассеивателем	двудисковый сошник сеялки СО-4,2	сошник с активным рассеивателем	двудисковый сошник сеялки СО-4,2
Q , кг/га	3	0,96	0,95	3,84	5,02	5,68	6,11
	4	0,97	0,96	5,46	6,15	5,01	4,56
	5	0,98	0,97	6,33	8,98	3,42	2,57
	6	1	0,99	7,78	14,37	1,83	1,06

На основе анализа полученных данных построили графики, на которых наглядно представлены изменения K_v , K_p и S_{Π} в зависимости от изменения нормы высева (рис. 6-8).

Результаты исследований подтвердили нашу гипотезу, что с увеличением нормы высева коэффициенты равномерности посева K_p и плотности посева K_{Π} увеличиваются. Неравномерное распределение семян при рядовом посеве двудисковым сошником при увеличении нормы высева ведет к уменьшению площади питания (при

норме высева $Q = 3$ кг/га $S_{\Pi} = 6,11$ см², а при $Q = 4$ кг/га $S_{\Pi} = 4,56$ см²). Сошник с активным рассеивателем для полосового посева при увеличении нормы распределяет семена с увеличением площади питания (при $Q = 4$ кг/га $S_{\Pi} = 5,01$ см²).

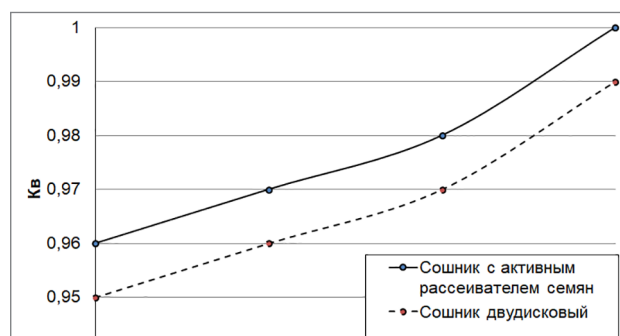


Рисунок 6 – Изменение равномерности высева K_v в зависимости от изменения нормы высева

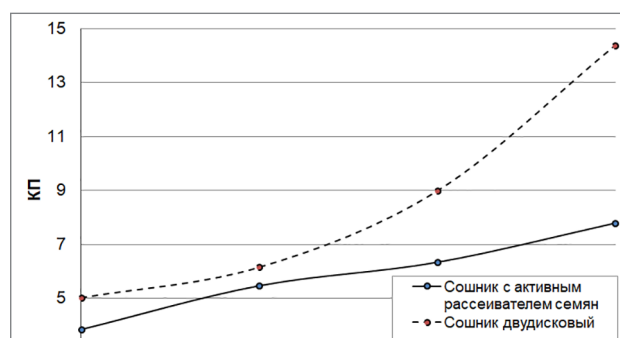


Рисунок 7 – Изменение плотности высева K_{Π} в зависимости от изменения нормы высева

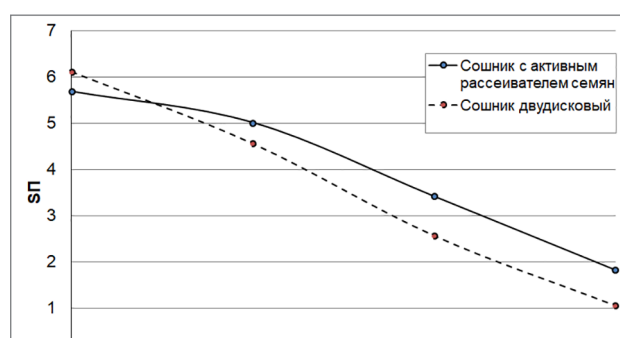


Рисунок 8 – Изменение площади питания S_{Π} в зависимости от изменения нормы высева

Эксперименты, проведенные на почвенном канале, способствовали продолжению изыскательских работ по разработке и совершенствованию конструкции малогабаритных сеялок для моркови. Усовершенствованные рабочие органы разрабатываемых сеялок обкатывали и оптимизировали в первую очередь на почвенном канале, дальнейшая работа проводилась обязательно в полевых условиях, но уже с меньшими затратами (рис. 9).



а



б

Рисунок 9 – Малогабаритная сеялка для семян моркови: а – на почвенном канале, б – на полевых испытаниях

В процессе проведения научно-исследовательских работ с рабочими органами высевающих и почвообрабатывающих машин на почвенном канале были выявлены недостатки, связанные с конструктивными недоработками лабораторной установки, а также и самого почвенного канала, в связи с чем были проведены работы по реконструкции канала и совершенствованию лабораторной установки (рис. 10). В результате усовершенствования была разработана и изготовлена универсальная лабораторная установка, позволяющая моделировать и изучать несколько различных процессов одновременно или по отдельности. Она представляет собой пространственную раму с двумя осями на колесах, снабженную электрическим двигателем и редуктором (рис. 10 б). Питающий кабель закреплен на кольцах, которые перемещаются по натянутому над почвенным каналом стальному тросу вдоль пути передвижения лабораторной установки. Крепление исследуемых рабочих органов на пространственную раму, а также изменение исследуемых параметров осуществляются различными механизмами и оборудованием. Перемещение установки по рельсам происходит с помощью приводной станции, снабженной тросовой лебедкой.

С помощью усовершенствованной установки были проведены эксперименты и исследования факторов, влияющих на равномерность распределения семян по площади питания, с опреде-

лением тягового сопротивления сошниковой группы на разрабатываемых рабочих органах стерневой сеялки зерновых культур. На пространственную раму установки смонтировали бункер с семяпроводной системой сеялки-культиватора СЗС-2,1 (рис. 11) [6]. Норму высева регулировали с помощью привода на высевающие аппараты, осуществляемого от электродвигателя через понижающий редуктор посредством цепной передачи со сменными звездочками.



а



б

Рисунок 10 – Универсальная лабораторная установка: а – фото до усовершенствования, б – фото после усовершенствования



Рисунок 11 – Универсальная установка с экспериментальным сошником для стерневой сеялки зерновых культур

Основным критерием для оценки качества работы сошников является равномерность высева семян. При посеве зерновых культур, когда междурядья не обрабатываются, важно, чтобы площадь питания для каждого растения становилась более рациональной (ближе к квадрату) [5]. В процессе теоретических исследований было выявлено, что равномерность распределения семян зависит от длины и угла наклона распределяющей пластины, кривизны ее изгиба. Были изготовлены три типа распределителей с различной кривизной распределяющей пластины (рис. 12) [8]. На стойку рабочего органа поочередно закреплялись сравниваемые распределители.



Рисунок 12 – Распределители семян с различной кривизной распределяющей пластины

Кривизна пластин каждой из трех составляет соответственно: $K_1 = 0$; $K_2 = 2,8$; $K_3 = 5,6$. Длину направляющих пластин решено было оставить постоянной, полученную расчетным путем, $AL = 0,15$ м.

По длине канала укладывали черную ткань, ось движения сошника отмечали шпагатом. Лапы сошников поднимали вверх, а распределители семян опускали максимально вниз (2 см от поверхности канала) с целью уменьшения отскока семян при контакте с тканью. На высеянные семена накладывали рамку с ячейками 5×5 см и определяли количество семян в каждой ячейке (рис. 13) [5, 8].



Рисунок 13 – Общий вид канала с высеянными семенами

При посеве важным является согласование скорости движения сеялки и подачи семенного материала в соответствии с нормой высева. С помощью вариатора привода тележки устанавливали необходимую скорость движения агрегата. Рекомендуемая скорость посевных агрегатов (согласно техническим паспортам сеялок) в настоящее время равна $V_{\text{агр}} = 12$ км/ч = 3,33 м/с. Норму высева для пшеницы принимали равной 4,5 млн шт. на 1 га [1]. Исследовали четыре культуры: пшеница, рожь, овес, ячмень. Результаты приведены в таблице 2 и на рисунках 14-16.

Таблица 2 – Распределение семян в зависимости от кривизны распределителей, %

Кривизна расп.	Культура							
	пшеница		рожь		овес		ячмень	
	лев.	пр.	лев.	пр.	лев.	пр.	лев.	пр.
$K = 0$	56	44	47	53	53	47	52	48
$K = 2,8$	55	45	62	38	61	39	56	44
$K = 5,6$	45	55	43	57	52	48	56	44

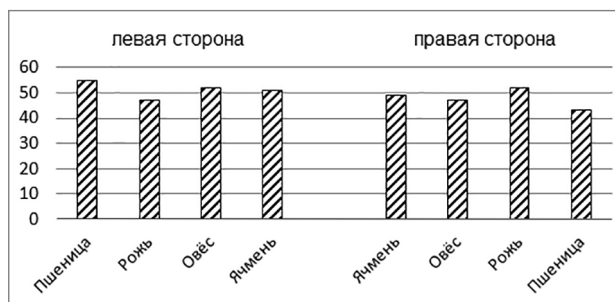


Рисунок 14 – Распределение семян различных культур распределителем с кривизной распределяющей пластины $K = 0$

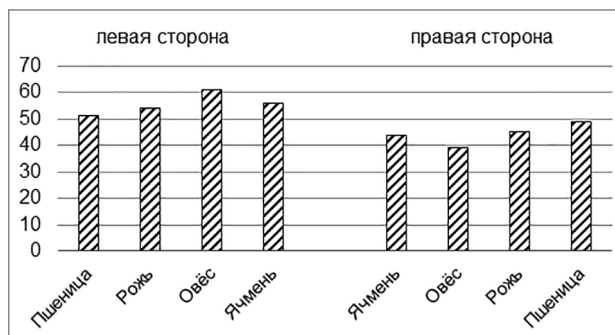


Рисунок 15 – Распределение семян различных культур распределителем с кривизной распределяющей пластины $K = 2,8$

После того как был подобран распределитель с оптимальной кривизной, необходимо было исследовать распределение семян в двух смежных проходах без действия почвы. Для этого на пространственную раму лабораторной установки

устанавливали два сошника, снабженных распределителями, и с необходимой скоростью осуществляли высевание на поверхность ткани, уложенной на почву канала. Распределение семян определяли с помощью рамки с ячейками 5×5 см. В результате проведенного системного анализа всех экспериментов на почвенном канале была разработана конструктивная схема стерневой сеялки для зерновых культур (рис. 17).

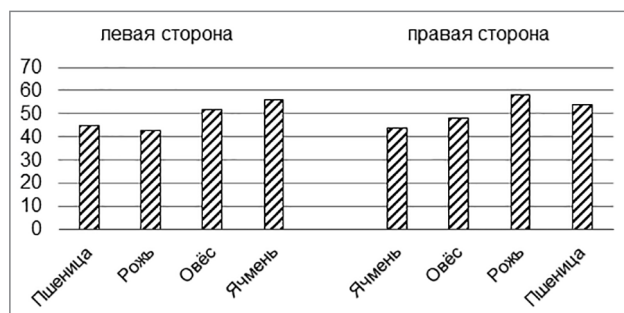


Рисунок 16 – Распределение семян различных культур распределителем с кривизной распределяющей пластины $K = 5,6$

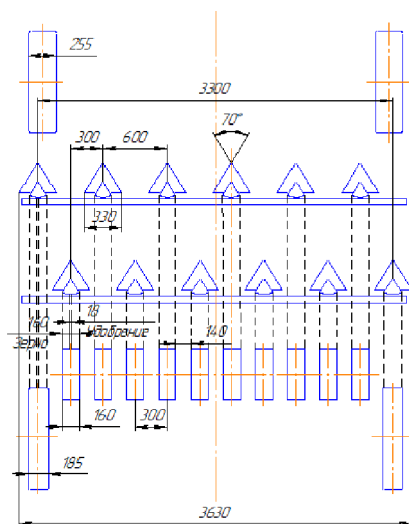


Рисунок 17 – Конструктивная схема стерневой сеялки

В настоящее время на основе полученного опыта и анализа известных конструктивных и технологических схем рабочих органов устройств для распределения и заделки семян мы разработали, изготовили и доводим до рабочего состояния малогабаритную навесную сеялку. В основу высевочного аппарата сеялки заложен принцип работы шнека, приводимого в рабочее состояние от опорно-приводного колеса.

Исследовательские работы с высевочным аппаратом экспериментальной сеялки проводились на почвенном канале с помощью универсальной лабораторной установки. На пространственную раму лабораторной установки

с помощью кронштейна навесили исследуемый высевочный аппарат, привод рабочих органов которого осуществляется от опорно-приводного колеса (рис. 18). Поступательное движение вдоль канала осуществляли с помощью лебедки с электроприводом, описанной ранее. Оценку качества высева экспериментального высевочного аппарата проводили по результатам многократных проездов по специально подготовленной и размеченной поверхности.



Рисунок 18 – Лабораторные исследования экспериментального высевочного аппарата на почвенном канале

Результаты предварительных экспериментов по исследованию равномерности распределения семян моркови по площади питания представлены в таблице 3.

Таблица 3 – Равномерность распределения семян моркови по площади питания

Кол-во квадратов (4×4 см), % с числом растений, шт.	Эксперимент. аппарат	Серийн. аппарат
0	3	17
1	93	65
2	2,6	9,7
3	1,4	8,3
Количество растений, обеспеченных расчетной площадью питания (4×4 см), %	93	65
Количество незасеянных квадратов (4×4 см), %	3	17

Из полученных данных было установлено, что равномерность распределения семян моркови у экспериментального высевочного аппарата лучше, чем у сравниваемого серийного (рис. 19).

По итогам проведенных исследований можно сделать предварительные выводы, что экспериментальный высевочный аппарат обеспечивает расчетной площадью питания 93 % растений моркови, в то время как серийный – только 75 %. При этом количество незасеянных участков у экспериментального высевочного аппарата

составило всего 3 %, а у серийного – значительно больше, 12 %.

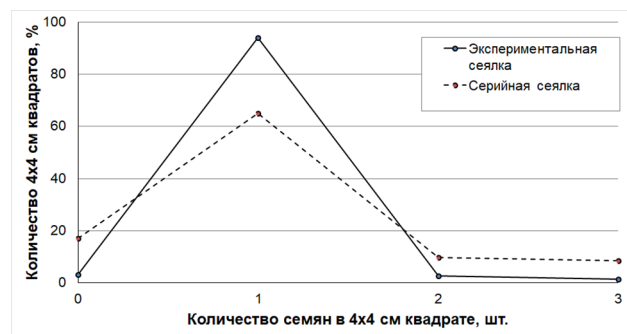


Рисунок 19 – Равномерность распределения растений по площади засеваемой строки

Выводы. Эффективное использование закрытого почвенного канала реализуется за счет относительно простого принципа работы и использования специального оборудования. Оборудование может быть универсальным и узко специализированным. С помощью универсальной лабораторной установки на почвенном канале проведены эксперименты и исследования факторов, влияющих на равномерность распределения семян по площади питания, на разрабатываемых рабочих органах высевальных аппаратов сеялок сельскохозяйственных культур. На основании положительных результатов научных исследований подтверждается перспективность дальнейших изыскательских работ по совершенствованию рабочих органов сеялок.

Список источников

1. Высевальной аппарат для мелкосеменных овощных культур / И. А. Дерюшев [и др.] // Сельский механизатор. 2023. № 5. С. 8-9. DOI 10.47336/0131-7393-2023-5-8-9-11. EDN MQPQEF.
2. Кудрявцев К. А. Исследование работы сошника с активным распределением семян // Научные труды студентов Ижевской ГСХА: сб. ст. / Отв. за выпуск Н. М. Итешина. Ижевск: УдГАУ, 2023. Т. 1(16). С. 1289-1291. EDN RUSKLQ.
3. Патент на полезную модель № 224415 U1 Российская Федерация, МПК А01С 11/02. Рассадопосадочная машина: № 2023129906: заявл. 17.11.2023: опубл. 21.03.2024 / Н. Г. Касимов [и др.]; заявитель ФГБОУ ВО Удмуртский ГАУ. EDN AGAUUF.
4. Патент на полезную модель № 238040 U1 Российская Федерация, МПК А01В 13/00. Окучник дисковый: заявл. 07.05.2025: опубл. 16.10.2025 / В. Ф. Первушин [и др.]; заявитель ФГБОУ ВО Удмуртский ГАУ. EDN RXZKUF.
5. Соловьева Г. Б., Васильева О. П. Обоснование параметров сошниковой группы зерновой сеялки прямого посева // Научные инновации в развитии отрас-

лей АПК: материалы Междунар. науч.-практ. конф. В 3 т., Ижевск, 18–21 февр. 2020 г. Ижевск: ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, 2020. Т. III. С. 68-71. EDN SOOTAB.

6. Соловьева Г. Б. Определение параметров распределителя семян сошниковой группы сеялки-культиватора // Интеграционные взаимодействия молодых ученых в развитии аграрной науки: материалы Нац. науч.-практ. конф. молодых ученых, в 3 т., Ижевск, 04–05 дек. 2019 г. Ижевск: ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, 2020. Т. II. С. 265-268. EDN GXQQTW.

7. Сошниковая секция с дисковым рассеивателем семян / И. А. Дерюшев [и др.] // АгроЭкоИнфо. 2022. № 4(52). DOI 10.51419/202124411. EDN GFMGYU.

8. Шкляев К. Л., Соловьева Г. Б., Максимов Л. Л. Использование распределителей семян с различной кривизной пластины // Современные достижения селекции растений – производству: материалы Нац. науч.-практ. конф., Ижевск, 15 июля 2021 г. Ижевск: ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, 2021. С. 306-310. EDN MHKPWA.

9. Эффективность разработанной многофункциональной лаборатории (почвенный канал) исследования малогабаритных сельскохозяйственных машин / Д. Н. Игошин [и др.] // Вестник НГИЭИ. 2024. № 3 (154). С. 29-39.

References

1. Vy'sevayushhij apparat dlya melkosemenny'x ovoshhny'x kul'tur / I. A. Deryushev [i dr.] // Sel'skij mexanizator. 2023. № 5. S. 8-9. DOI 10.47336/0131-7393-2023-5-8-9-11. EDN MQPQEF.
2. Kudryavcev K. A. Issledovanie raboty' soshnika s aktivny'm raspredeleniem semyan // Nauchny'e trudy' studentov Izhevskoj GSXA: sb. st. / Otv. za vy'pusk N. M. Iteshina. Izhevsk: UdGAU, 2023. T. 1(16). S. 1289-1291. EDN RUSKLQ.
3. Patent na poleznuyu model' № 224415 U1 Rossijskaya Federaciya, MPK A01C 11/02. Rassadoposadochnaya mashina: № 2023129906: zayavl. 17.11.2023: opubl. 21.03.2024 / N. G. Kasimov [i dr.]; zayavitel' FGBOU VO Udmurtskij GAU. EDN AGAUUF.
4. Patent na poleznuyu model' № 238040 U1 Rossijskaya Federaciya, MPK A01B 13/00. Okuchnik diskovy'j: zayavl. 07.05.2025: opubl. 16.10.2025 / V. F. Pervushin [i dr.]; zayavitel' FGBOU VO Udmurtskij GAU. EDN RXZKUF.
5. Solov'eva G. B., Vasil'eva O. P. Obosnovanie parametrov soshnikovoj gruppy' zernovoj seyalki pryamogo poseva // Nauchny'e innovacii v razvitii otraslej APK: materialy' Mezhdunar. nauch.-prakt. konf. V 3 t., Izhevsk, 18–21 fevr. 2020 g. Izhevsk: FGBOU VO Izhevskaya GSXA, 2020. T. III. S. 68-71. EDN SOOTAB.
6. Solov'eva G. B. Opredelenie parametrov raspredelitya semyan soshnikovoj gruppy' seyalki-kul'tivatora // Integracionny'e vzaimodejstviya molody'x ucheny'x v razvitii agrarnoj nauki: materialy' Nacz. nauch.-prakt. konf. molody'x ucheny'x, v 3 t., Izhevsk, 04–05 dek. 2019 g. Izhevsk: FGBOU VO Izhevskaya GSXA, 2020. T. II. S. 265-268. EDN GXQQTW.

7. Soshnikovaya sekciya s diskovym rasseivatelem semyan / I. A. Deryushev [i dr.] // AgroEkoInfo. 2022. № 4(52). DOI 10.51419/202124411. EDN GFMGYU.

8. Shklyayev K. L., Solov'eva G. B., Maksimov L. L. Ispol'zovanie raspredelitel' semyan s razlichnoj kriviznoj plastiny // Sovremennyye dostizheniya selekcii rastenij – proizvodstvu: materialy Nacz. nauch.-prakt. konf., Izhevsk,

15 iyulya 2021 g. Izhevsk: FGBOU VO Izhevskaya GSXA, 2021. S. 306-310. EDN MHKPWA.

9. Effektivnost' razrabotannoj mnogofunkcional'noj laboratorii (pochvennyj kanal) issledovaniya malogabaritnyx sel'skoxozyajstvennyx mashin / D. N. Igoshin [i dr.] // Vestnik NGIE'I. 2024. № 3 (154). S. 29-39.

Сведения об авторах:

Л. Л. Максимов, кандидат технических наук, доцент;

К. Л. Шкляев[✉], кандидат технических наук, доцент, <https://orcid.org/0000-0003-2458-7267>;

И. А. Дерюшев, кандидат технических наук, доцент, <https://orcid.org/0009-0009-7919-8315>;

Е. В. Максимова, кандидат ветеринарных наук, доцент, <https://orcid.org/0000-0003-3689-3851>;

М. А. Савельева, старший лаборант

Удмуртский ГАУ, 426069, Россия, Ижевск, ул. Студенческая, 11

shklyayev.konst@yandex.ru

Original article

EFFECTIVE USE OF A CLOSED SOIL CHANNEL IN THE PROCESS OF IMPROVING THE SEEDER WORKING PARTS

**Lev L. Maximov, Konstantin L. Shklyayev[✉], Ivan A. Deryushev, Elena V. Maximova,
Maria A. Savelyeva**

Udmurt State Agricultural University, Izhevsk, Russia

shklyayev.konst@yandex.ru

Abstract. To replicate field conditions as accurately as possible, closed soil channels are being installed in educational institutions and research institutes. They are widely used for laboratory practical classes and comprehensive scientific research of agricultural machinery in its interaction with the soil, regardless of the time of year and weather conditions. The aim of the study was to increase the efficiency of crop sowing by improving the working parts, which promotes high-quality seed distribution across the feeding area at the required seeding depth. The object of the study was the process of interaction of crop seeds with the working parts of seeders. The effective use of a closed soil channel is achieved through a relatively simple operating principle and the use of special equipment. The experimental studies on the distribution quality of carrot seeds were carried out using a coulter of the SO-4.2 seed drill for row sowing, and a coulter with an active seed spreader for strip sowing. It has been found that during the row sowing with a double-disc coulter, as the seed rate increases, the feeding area decreases (with the seeding rate of $Q=3$ kg/ha $S_n = 6.11$ cm², and with $Q=4$ kg/ha $S_n = 4.5$ cm²). A coulter with an active spreader for strip sowing distributes seeds with an increased feeding area when the seeding rate is increased (at $Q=4$ kg/ha, it is $S_n = 5.01$ cm²). The research was also conducted on the working parts being under development of a stubble drill for grain crops, resulting in a design scheme. Currently, we have developed, manufactured, and put into operation a small-sized mounted seed drill on the basis of the experience and the analysis of well-known design and technological schemes of working bodies of devices for seed distribution and embedding. The positive results of scientific studies confirm the potential for further research aimed at improving the working parts of seed drills.

Key words: closed soil channel, agricultural crops, laboratory installation, working parts, seeding machine, seeder, uniform distribution.

For citation: Maximov L. L., Shklyayev K. L., Deryushev I. A., Maximova E. V., Savelyeva M. A. Effective use of a closed soil channel in the process of improving the seeder working parts. The Bulletin of Izhevsk State Agricultural Academy. 2026; 2 (86): 169-178. (In Russ.). https://doi.org/10.48012/1817-5457_2026_2_169-178.

Authors:

L. L. Maximov, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor;

K. L. Shklyayev[✉], Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, <https://orcid.org/0000-0003-2458-7267>;

I. A. Deryushev, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, <https://orcid.org/0009-0009-7919-8315>;

E. V. Maximova, Candidate of Veterinary Sciences, Associate Professor, <https://orcid.org/0000-0003-3689-3851>;

M. A. Savelyeva, Senior laboratory assistant

Udmurt State Agricultural University, 11 Studencheskaya St., Izhevsk, Russia, 426069

shklyayev.konst@yandex.ru

Конфликт интересов: авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Conflict of interest: the authors declare that they have no conflict of interests.

Статья поступила в редакцию 12.01.2026; одобрена после рецензирования 31.03.2026; принята к публикации 05.06.2026.

The article was submitted 12.01.2026; approved after reviewing 31.03.2026; accepted for publication 05.06.2026.