

МЕХАНИЗАЦИЯ, ЭЛЕКТРИФИКАЦИЯ, АВТОМАТИЗАЦИЯ / MECHANIZATION, ELECTRIFICATION, AUTOMATION

<https://doi.org/10.30766/2072-9081.2022.23.2.263-273>



УДК 631.331.8

Результаты исследования комбинированной сеялки полосного посева семян трав в дернину

© 2022. В. А. Сысуев, С. Л. Дёмшин[✉], С. В. Гайдидей

ФГБНУ «Федеральный аграрный научный центр Северо-Востока имени Н.В. Рудницкого», г. Киров, Российская Федерация

Развитие экологического земледелия обусловило интерес к технологии повышения продуктивности естественных кормовых угодий, заключающейся в полосном посеве трав с механической обработкой в дернине полос, размеры которых обеспечивают успешное развитие всходов без применения химических препаратов. Для осуществления технологии разработаны и серийно выпускались несколько моделей сеялок СДК. Дальнейшим развитием данного вида машин является разработка навесной сеялки СДК-2,8М, предназначенной для прямого полосного посева семян трав в дернину с внесением стартовой дозы минеральных удобрений. Для оценки работоспособности сеялки СДК-2,8М осенью 2022 года на базе ФГБНУ ФАНЦ Северо-Востока проведены стендовые и лабораторно-полевые испытания. Стендовые испытания на высева семян овсяницы луговой и клевера красного показали, что диапазон передаточных отношений сеялки от 0,104 до 0,900 позволяет устанавливать норму высева в интервале 2,5-140,4 кг/га. Посевная часть обеспечивает равномерное распределение семян по катушкам и устойчивость высева каждой катушкой в соответствии с агротехническими требованиями. Отклонение фактической нормы от заданной (6,0 кг/га) на высева семян овсяницы составляет 2,6 %, клевера – 2,3 %; неравномерность высева между катушками для овсяницы – 3,61 %, для клевера – 5,36 %; неустойчивость высева для овсяницы – 4,83 %, для клевера – 6,03 %. Полевые испытания выявили, что сеялка устойчиво выполняет обработку почвы и посев клевера, выдерживает рабочую ширину захвата и установочную глубину обработки. Средняя глубина обработки составила 68 мм, крошение почвы (фракция до 25 мм) – 85,1 %, средняя глубина заделки семян – 16,4 мм, плотность после прикатывания – 1,1 г/см³. Применение рамы оригинальной конструкции позволило уменьшить число сборочных единиц почвообрабатывающей части и вспомогательных механизмов, что снизило массу сеялки на 640 кг в сравнении с СДКП-2,8М при сохранении агротехнических показателей работы.

Ключевые слова: прямой посев, минеральные удобрения, дисковая фреза, сошник, каток прикатывающий, показатели агротехнические

Благодарности: работа выполнена при поддержке Минобрнауки РФ в рамках Государственного задания ФГБНУ «Федеральный аграрный научный центр Северо-Востока имени Н. В. Рудницкого» (тема № 0767-2019-0094).

Авторы благодарят рецензентов за их вклад в экспертную оценку этой работы.

Конфликт интересов: авторы заявили об отсутствии конфликта интересов.

Для цитирования: Сысуев В. А., Дёмшин С. Л., Гайдидей С. В. Результаты исследования комбинированной сеялки полосного посева семян трав в дернину. Аграрная наука Евро-Северо-Востока. 2022;23(2):263-273.

DOI: <https://doi.org/10.30766/2072-9081.2022.23.263-273>

Поступила: 01.02.2022

Принята к публикации: 24.03.2022

Опубликована онлайн: 20.04.2022

Results of research of the combined seeder for strip sowing of grasses into sod

© 2022. Vasilii A. Sysuev, Sergey L. Demshin[✉], Sergey V. Gaididei

Federal Agricultural Research Center of the North-East named N. V. Rudnitsky, Kirov, Russian Federation

The development of ecological agriculture has aroused interest to the technology of increasing the productivity of natural forage lands, which consists in strip sowing of grasses with mechanical tillage in the sod of strips, the size of which ensures the successful development of seedlings without the use of chemicals. Several models of seeders SDK have been developed and mass-produced to implement this technology. A further development of this type of machines is the creation of a mounted seeder SDK-2.8M, intended for direct strip sowing of grass seeds into sod with the application of a starting dose of mineral fertilizers. To evaluate the efficiency of the seeder SDK-2.8M in the autumn of 2022, stand and field tests were carried out in the fields of the North-East Federal Research Center. Stand tests on sowing seeds of meadow fescue and red clover showed that the range of gear ratios of the seeder from 0.104 to 0.900 allows to set the seeding rate in the interval of 2.5-140.4 kg/ha. The sowing part ensures uniform distribution of seeds over the feed rolls and the stability of sowing by each feed roll in accordance with agro-

technical requirements. The deviation of the actual seeding rate from preassigned (6.0 kg/ha) for sowing fescue is 2.6%, clover – 2.3%; uneven seeding between feed rolls for fescue – 3.61%, for clover – 5.36%; seeding instability for fescue – 4.83%, for clover – 6.03%. Field tests revealed that the seeder stably performs tillage and clover sowing, maintains the working width and the installation depth of tillage. The average tillage depth was equal to 68 mm, the crumbling of the soil (fraction up to 25 mm) – 85.1%, the average depth of seeding – 16.4 mm, density after rolling – 1.1 g/cm³. The use of a frame of the original design made it possible to reduce the number of assembly units of the tillage part and auxiliary mechanisms, which reduced the mass of the seeder by 640 kg, in comparison with SDKP-2.8M, while maintaining agrotechnical performance indicators.

Keywords: direct sowing, mineral fertilizers, disc milling cutter, coulter, packing roller, agrotechnical indicators

Acknowledgements: the research was carried out under the support of the Ministry of Science and Higher Education of the Russian Federation within the state assignment of the Federal Agricultural Research Center of the North-East named N. V. Rudnitsky (theme No. 0767-2019-0094).

The authors thank the reviewers for their contribution to the expert evaluation of this work.

Conflict of interests: the authors stated that there was no conflict of interests.

For citation: Sysuev V. A., Demshin S. L., Gaididei S. V. Results of research of the combined seeder for strip sowing of grasses into sod. *Agrarnaya nauka Euro-Severo-Vostoka* = Agricultural Science Euro-North-East. 2022;23(2):263-273. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.30766/2072-9081.2022.23.2.263-273>

Received: 01.02.2022

Accepted for publication: 24.03.2022

Published online: 20.04.2022

Анализ тенденций развития сельского хозяйства показал, что доля продукции органического земледелия в мировом сельскохозяйственном производстве неуклонно возрастает, и в последние годы этот процесс ускорился [1, 2, 3, 4]. По данным Института органического сельского хозяйства (FiBL), за 2019 год в России площадь земель, относящихся к системе органического земледелия, составляет 674,4 тыс. га, или 0,3 % от общей площади. Для сравнения, не учитывая развитые страны Европы и Канаду, где процент земель, занятых органическим сельским хозяйством, существенно превышает 5,0 %, площадь сельскохозяйственных земель под органическим земледелием в Китае – 2216 тыс. га, или 0,4 %, в Индии – 2299 тыс. га, или 1,3 %, в Аргентине – 3672 тыс. га, или 2,5 % [5]. По оценке Минсельхоза РФ в настоящее время в России имеется более 10 млн га, которые могут быть введены в сельскохозяйственный оборот и большая часть из них пригодна для использования в системе органического земледелия, что свидетельствует о достаточно высоком потенциале развития этого сектора сельского хозяйства в нашей стране¹.

Катализатором ускорения роста данного сегмента сельскохозяйственного производства может послужить намеченный на текущее десятилетие переход к зеленой экономике, при котором доля продукции органического земледелия должна кратно увеличиться к

2030 году². В этих условиях отечественному сельскому хозяйству необходимы научно обоснованные, ресурсосберегающие агротехнологии, созданные на принципах агроландшафтного земледелия и позволяющие в сжатые сроки запускать производства для выпуска экологически чистой продукции.

Анализ природно-климатических и социально-экономических условий сельскохозяйственного производства в Евро-Северо-Восточном регионе России показал, что перспективным направлением развития может стать производство продукции животноводства, соответствующей требованиям органического земледелия. Для обеспечения полноценного, сбалансированного по содержанию питательных веществ рациона животных внимание привлекают природные кормовые угодья региона, потенциал которых достаточен для полного обеспечения животноводства экологически чистыми кормами. При этом большая доля лугов и пастбищ требует проведения работ по восстановлению продуктивности и улучшению ботанического состава травостоев. Перспективным агроприемом повышения продуктивности кормовых угодий является прямой полосной посев семян ценных видов трав, осуществляемый сеялками с дисковыми фрезами в качестве сошников [6, 7, 8], который при минимальных капитальных вложениях обладает высокой эффективностью и экологически безопасен [9, 10, 11].

¹Органика на 100 %. Информационный бюллетень Минсельхоза России. 2019;(1):46.

URL: <https://rosinformagrotech.ru/data/byulleten/arkhiv-vypuskov>

²Папцов А. Г., Алтухов А. И., Кашеваров Н. И., Першукевич П. М., Денисов А. С., Рудой Е. В. и др. Прогноз научно-технологического развития отрасли растениеводства, включая семеноводство и органическое земледелие России, в период до 2030 года. Новосибир. гос. аграр. ун-т, Сиб. федер. центр агробиотехнологий РАН, ФИЦ Институт цитологии и генетики СО РАН, ФНИЦ ВНИИЭСХ. Новосибирск: Изд-во НГАУ «Золотой колос», 2019. 100 с. URL: <https://nsau.edu.ru/file/757891?get=a70a565f4138c62b15cedaa38529cfac2>

Цель исследования – оценить эффективность работы навесной сеялки СДК-2,8М, предназначенной для осуществления прямого полосного посева семян трав в дернину с одновременным внесением стартовой дозы минеральных удобрений

Научная новизна работы заключается в получении агротехнических и эксплуатационно-технологических показателей опытного образца навесной сеялки СДК-2,8М, подтверждающих обоснованность конструкторских решений по повышению эффективности прямого посева семян трав в дернину.

Материал и методы. Согласно предложенной конструктивно-технологической схеме

сеялки полосного посева семян трав в дернину [12] разработан её опытный образец – навесная комбинированная сеялка СДК-2,8М для тракторов класса 14 кН (рис. 1). Сеялка предназначена для осуществления полосной обработки почвы и прямого посева семян трав в дернину лугов и пастбищ с одновременным внесением стартовой дозы минеральных удобрений. Использование сеялки возможно во всех агроландшафтных зонах РФ за исключением районов, почвы которых засорены камнями. Сеялка СДК-2,8М позволит заменить в системе машин ранее выпускавшиеся дернинные сеялки серии СДК, а также их аналоги различных производителей [13, 14].

а / а



б / б



Рис. 1. Опытный образец сеялки СДК-2,8М полосного посева семян трав в дернину: а – вид спереди, б – вид сзади

Fig. 1. A prototype seeder SDK-2.8M for strip sowing of grass seeds into sod: a – front view, b – rear view

Сеялка полосного посева семян трав в дернину СДК-2,8М представляет собой навесную машину и состоит из рамы с опорно-приводными колесами, на которой расположены почвообрабатывающая часть сеялки, включающая центральный редуктор с трансмиссионными валами, приводы фрезерных

сошников (фрезерные секции) с дисковыми фрезами, оборудованными Г-образными ножами, защитные кожухи и посевная часть сеялки, состоящая из семятуковых ящиков с семя- и тукопроводами, механизма передач, сошников и прикатывающих катков.

Техническая характеристика и кинематическая схема сеялки СДК-2,8М представлены в таблице 1 и на рисунке 2. Для возможности сравнения в таблице приведены технические характеристики её прототипа – полунесной сеялки СДКП-2,8М.

Рама сеялки представляет собой сварную конструкцию в виде пространственной фермы из профильных труб с поперечными связями из листового проката. В передней центральной

части рамы установлен замок автосцепки. Под центральным брусом располагается кронштейн крепления центрального редуктора и вдоль этого бруса – промежуточные опоры трансмиссионного вала. На дальних от трактора брусках размещаются кронштейны под нажимные штанги соответственно фрезерных сошников и прикатывающих катков. Опорно-приводные колеса смещены назад, что облегчает доступ к карданному валу и фрезерным секциям.

Таблица 1 – Технические характеристики опытного образца сеялки полосного посева семян в дернину СДК-2,8М и сеялки СДКП-2,8М /

Table 1 – Technical characteristics of the prototype seeder for strip sowing of seeds into sod SDK-2.8M and seeder SDKP-2.8M

Показатель / Indicator	По ТЗ / According to technical task	СДК-2,8М / SDK-2.8M	СДКП-2,8М / SDKP-2.8M
Тип изделия / Product type	Навесная / Mounted	Навесная / Mounted	Полуприцепная / Semi-trailer
Агрегатирование с тракторами класса / Aggregated with tractors of a traction class	14-20 кН / kN	МТЗ-82 / MTZ-82	
Производительность за час основного времени, га/ч / Efficiency of basic time, ha/h	До / Up to 1.2	0,7	0,71
Рабочая скорость, км/ч / Working speed, km/h	До / Up to 4.0	2,6	2,5
Ширина захвата, м / Working width, m	2,8	2,8	2,85
Ширина полосы, см / Stripe width, cm	11	11	11
Глубина обработки фрезами, см / Depth of tillage, cm	4,5 и 6,5 / 4.5 and 6.5	4,5 и 6,5 / 4.5 and 6.5	4,5 и 6,5 / 4.5 and 6.5
Число технологических операций / Number of technological operations	Нет данных / No data	4	4
Вместимость ящика, дм ³ / Capacity of the bunker dm ³ : - для туков / for fertilizers - для семян / for seeds	Нет данных / No data	260 200	300 90
Диапазон передаточных отношений сеялки / The range of gear ratios of the seeder: - высев семян / sowing seeds - внесение удобрений / application of fertilizers	Нет данных / No data	0,104...0,900 0,250...0,608	0,072...0,618 0,117...0,927
Габаритные размеры, мм / Overall dimensions, mm: - длина / length - ширина / width - высота / height	До / Up to 1800 До / Up to 3000 До / Up to 1400	1600 3120 1300	3130 3270 1640
Масса, кг / Mass, kg	До / Up to 900	920	1560
Металлоёмкость, кг/м / Specific metal content, kg/m	Нет данных / No data	328,5	557,1

Центральный редуктор является коническим одноступенчатым с передаточным отношением $i = 0,8$. Трансмиссионный вал квадратного сечения предназначен для передачи крутящего момента от центрального редуктора к приводам фрезерных рабочих органов

Секции приводов дисковых фрез (4 шт.) в виде одноступенчатых цепных редукторов установлены на трансмиссионных валах и служат для передачи крутящего момента от

ВОМ трактора к дискам, на которых закреплены по три левых и три правых Г-образных ножа. Для предотвращения разбрасывания почвы и с целью создания безопасных условий работы обслуживающего персонала диски с Г-образными ножами закрыты защитными кожухами. Для выравнивания поверхности измельченной почвы к задней части кожуха крепится щиток-уплотнитель.

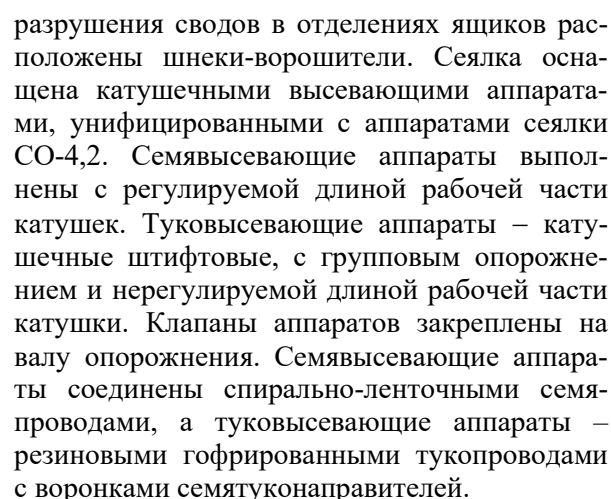


Fig. 2. The kinematic scheme of the seeder for strip sowing SDK-2.8M: 1 – frame; 2 – drive section; 3 – support-drive wheel; 4, 8 – shafts of seed- and fertilizer feed rolls; 5 – agitator; 6, 7 – bunkers for seeds and fertilizers; 9 – gearbox; 10 – milling cutter; 11 – shaft support; 12 – transmission shaft; 13 – central reducer; 14 – packing roller

Привод туко- и семявысевающих аппаратов сеялки осуществляется от опорно-приводного колеса посредством цепных передач. Механизм передач (рис. 2, табл. 2) обеспечивает шесть передаточных отношений на вал семявысевающих аппаратов и четыре передаточных отношения на вал туковысевающих аппаратов.

Таблица 2 – Передаточные отношения на валы семя- и туковывсевающих аппаратов сеялки СДК-2,8М / Table 2 – Gear ratios on the shafts of seed and fertilizer feed rolls of the seeder SDK-2.8M

Количество зубьев звёздочек / Number of teeth of sprockets							Передаточное отношение / Gear ratio
А	Б	В	Г	Д	Е	Ж	
12	32	15	36	-	-	-	0,104
18	32	15	36	-	-	-	0,156
12	12	15	36	-	-	-	0,278
18	12	15	36	-	-	-	0,417
12	32	36	15	-	-	-	0,600
18	32	36	15	-	-	-	0,900
-	-	-	-	12	32	18	0,250
-	-	-	-	20	32	18	0,417
-	-	-	-	12	18	32	0,444
-	-	-	-	20	18	32	0,608

Для определения агротехнических показателей работы сеялки СДК-2,8М осенью 2022 года на базе ФАНЦ Северо-Востока проведены ведомственные испытания. В процессе стендовых испытаний оценивалось качество высева сеялкой посредством регистрации показателей равномерности распределения посевного материала высевающими аппаратами в условиях стационара. Для исследования использовались семена овсяницы луговой и клевера красного.

Основной задачей лабораторно-полевых испытаний сеялки СДК-2,8М являлась оценка качества обработки почвы и посева в производственных условиях, которая включала определение: фракционного состава, плотности, стабильности ширины и глубины профрезерованной полосы; оценка качества посева – фактической нормы высева, средней глубины заделки семян, равномерности распределения семян и числа семян, не заделанных в почву, которые определены согласно ГОСТ^{3, 4}.

В ходе лабораторно-полевых испытаний сеялка СДК-2,8М агрегатировалась с трактором МТЗ-82. Исследования проводились на типичной для природно-климатических условий Северо-Восточного региона Европейской части России дерново-подзолистой почве среднесуглинистого механического состава при влаж-

ности $W = 19,4\%$ и твёрдости $P = 2,1$ МПа, которые определялись непосредственно перед проведением опыта в пяти точках участка (в центре и четырех угловых точках) на глубине 0-0,1 м в соответствии с ГОСТ⁵.

Результаты и их обсуждение. Оценка технических параметров сеялки СДК-2,8М (табл. 1) показала, что отказ от полуприцепной схемы компоновки рабочих органов сеялки, применение рамы оригинальной конструкции и единого семятукового ящика позволило существенно уменьшить число сборочных единиц почвообрабатывающей и посевной части. Практически полностью из конструкции исключены вспомогательные механизмы: перевода сеялки из рабочего в транспортное положение; привода высевающих аппаратов; подсоединения сеялки к трактору в виде сниги и т. д. В конечном итоге это обеспечило снижение массы сеялки СДК-2,8М в сравнении с сеялкой СДКП-2,8М на 640 кг, или на 41,0 % при сохранении основных функциональных возможностей машины. Незначительное превышение массы опытного образца сеялки, относительно заданного в ТЗ, должно быть устранено при дальнейшей замене сборочных единиц, заимствованных у сеялок СДК, на менее металлоёмкие.

³ГОСТ 31345-2017. Техника сельскохозяйственная. Сеялки тракторные. Методы испытаний. М.: Стандартинформ, 2018. 58 с. URL: <https://files.stroyinf.ru/Data/699/69927.pdf>

⁴ГОСТ 33687-2015. Машины и орудия для мелкой и поверхностной обработки почвы. Методы испытаний. М.: Стандартинформ, 2016. 46 с. URL: <https://files.stroyinf.ru/Data2/1/4293753/4293753893.pdf>

⁵ГОСТ 20915-2011. Испытания сельскохозяйственной техники. Методы определения условий испытаний. М.: Стандартинформ, 2013. 27 с. URL: <https://files.stroyinf.ru/Data2/1/4293788/4293788522.pdf>

Проведенные стендовые исследования СДК-2,8М с использованием семян овсяницы луговой и клевера красного (посевные качества семян соответствуют требованиям⁶) показали, что посевная часть сеялки обеспечивает равномерное распределение посевного материала по катушкам и устойчивость высева

каждой катушкой в соответствии агротехническим требованиям, предъявляемым к системе высева семян [16]. Диапазон передаточных отношений i от 0,104 до 0,900 позволяет устанавливать норму высева семян в интервале 2,5-140,4 кг/га (табл. 3).

Таблица 3 – Результаты стендовых испытаний сеялки СДК-2,8М /
Table 3 – The results of stand tests of the seeder SDK-2.8M

Показатель / Indicator	Культура / Grass	
	овсяница луговая / meadow fescue	клевер красный / red clover
Высевающая способность по семенам, кг/га / Sowing capacity for seeds, kg/ha:		
- минимальная: при длине рабочей части катушки 10/4* мм и передаточном отношении $i = 0,104$ / minimum: with the length of the working part of the feed roll 10/4* mm and the gear ratio $i = 0.104$;	2,47	2,96
- максимальная: при длине рабочей части катушки 35 мм и передаточном отношении $i = 0,278/0,900$ / maximum: with the length of the working part of the feed roll 35 mm and the gear ratio $i = 0.278/0.900$ *	49,7	140,4
Неравномерность высева между катушками при длине рабочей части 10/4* мм, передаточном отношении $i = 0,156$ и норме высева 6/6* кг/га, % / Unevenness of seeding between the feed rolls with the length of the working part 10/4* mm, the gear ratio $i = 0.156$ and a the seeding rate 6/6* kg/ha, %	3,61	5,36
Неустойчивость высева катушками при длине рабочей части 10/4* мм, передаточном отношении $i = 0,156$ и норме высева 6/6* кг/га, % / Instability of seeding between the feed rolls with the length of the working part 10/4* mm, the gear ratio $i = 0.156$ and a the seeding rate 6/6* kg/ha, %	4,83	6,03
Фактическая норма высева, кг/га / Actual seeding rate, kg/ha	6,15	5,87
Отклонение фактической нормы высева от заданной, % / Deviation of the actual seeding rate from preassigned, %	2,6	2,3

* Значения показателей, относящиеся к высеву семян клевера красного /

* Values of indicators related to the sowing of red clover seeds

Высевающая способность сеялки по минимальным дозам высева семян овсяницы (2,47 кг/га) и клевера (2,96 кг/га) не вполне соответствует требованиям СТО АИСТ⁷ (2,0 кг/га), но полностью выполняет агротехнические требования на полосной подсев семян клевера красного и овсяницы луговой (3-4 кг/га). Неравномерность высева между отдельными аппаратами и неустойчивость общего высева семян клевера и овсяницы соответствует требованиям СТО АИСТ⁸, допускающим величины данных показателей на высева семян трав не более 8,0 и 9,0 % соответ-

ственно. Дробление семян клевера составляет 0,26 %, дробление семян овсяницы не выявлено.

Для определения агротехнических и эксплуатационно-технологических показателей работы опытного образца сеялки СДК-2,8М проведены лабораторно-полевые испытания (табл. 4). В ходе испытаний проводился полосной посев семян клевера красного в стерню клеверного травостоя первого года пользования. Посев осуществляли после скашивания при высоте стерни более 8,0 см, что превышает значение показателя, заложенного в ТЗ.

⁶ГОСТ Р 52325. Семена сельскохозяйственных растений. Сортовые и посевные качества. Общие технические условия. М.: Стандартинформ, 2009. 22 с. URL: <https://files.stroyinf.ru/Data2/1/4293853/4293853613.pdf>

⁷СТО АИСТ 5.6-2018 Испытания сельскохозяйственной техники. Машины посевные и посадочные. Показатели назначения и надежности. Общие требования. М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2018. 30 с. URL: <https://mcx.gov.ru/upload/iblock/e87/e87108987605c3b06fd03675bafb9b0e.pdf>

⁸Там же.

Таблица 4 – Агротехнические и эксплуатационно-технологические показатели при лабораторно-полевых испытаниях сеялки СДК-2,8М /

Table 4 – Agrotechnical and exploitation-technological indicators during laboratory and field tests of the SDK-2.8M seeder

Показатель / Indicator	По ТЗ / According to technical task	По результатам испытаний / According to test results
Культура / Grass	-	Клевер красный / Red clover
Скорость движения, м/с / Speed of movement, m/s	До / Up to 4.0	2,6
Рабочая ширина захвата, м / Working width, m	2,8	2,8
Ширина полосы, мм / Stripe width, mm	110±5	114
Длина рабочей части катушки, мм / Length of the working part of the feed roll, mm	-	5
Передаточное отношение привода семявысевающих аппаратов / Gear ratio of the seeder	-	0,104
Норма высева, кг/га / Seeding rate, kg/ha:		
- заданная / specified	2...30	5,0
- фактическая /actual	-	4,7
- отклонение от заданной, % / deviation from the specified, %	До / Up to 4.0	6,0
Глубина обработки, мм / Depth of a tillage, mm:	-	
- заданная /specified	45-65	65
- средняя /average	-	68
- среднее квадр. отклонение / standard deviation	-	+7
- коэффициент вариации, % / coefficient of variance, %	-	10,6
Степень крошения почвы, % / Degree of soil crumbling, %:		
фракции, мм / fractions, mm: до / up to 10	-	78,9
10-25	-	6,2
25-50	-	5,9
50-100	-	9,0
Глубина заделки семян, мм / Planting depth of seeds, mm:		
- заданная / specified	5-40	10
- средняя /average	-	16,4
- среднее квадр. отклонение / standard deviation	-	+7,2
- коэффициент вариации, % / coefficient of variance, %	-	46,5
Плотность почвы после посева, г/см ³ / Soil density after sowing, g/cm ³	Более 1,0 / More than 1.0	1,1
Число не заделанных семян, шт./м ² / Number of uncovered seeds, pcs/m ²	-	Не наблюдалось / Was not observed

Агротехническая оценка опытного образца СДК-2,8М показала, что сеялка устойчиво выполняет технологический процесс прямого посева семян трав в дернину, обеспечивая требуемую глубину обработки почвы и заделки семян. Фактическая глубина обработки почвы фрезерными сошниками соста-

вила 68 мм, что практически соответствует установочной глубине обработки 65 мм. Степень крошения, плотность и показатели стабильности глубины обработки почвы соответствуют агротехническим требованиям и требованиям СТО АИСТ⁹ к почвообрабатывающим и посевным машинам.

⁹Там же.

К агротехническим параметрам, значения которых не удовлетворяют требованиям СТО АИСТ¹⁰, следует отнести величину отклонения фактической нормы высева от заданной, составляющую 6,0 % (по требованиям ТЗ – не более 4,0 %), и величину отклонения фактической глубины заделки семян от заданной, равную 6,4 мм (для семян трав не более +5 мм [16]). В первом случае несоответствие вызвано тем, что высев семян проводили в зоне минимальных значений высевающей системы сеялки. Механизм изменения передаточного отношения привода высевающих аппаратов обеспечивает широкий диапазон нормы высева, но применительно к посеву трав, который характеризуется достаточно малыми дозами семян (2-30 кг/га), он смещен в зону более высоких норм высева, что не критично и будет устранено посредством корректировки передаточного отношения механизма привода высевающих аппаратов.

Во втором случае превышение допустимого отклонения фактической глубины заделки семян от заданной вызвано тем, что при испытаниях высев семян трав осуществлялся серийными фрезерными сошниками сеялки СДК-2,8, конструкция которых выполняет

подачу семян трав и гранул удобрений для высева под кожух фрезы. В дальнейшей работе они будут заменены на сошниковые группы новой конструкции, преимущество которых при посеве семян трав подтверждено ранее проведенными исследованиями [17].

Выводы. Разработан опытный образец навесной сеялки СДК-2,8М для прямого посева трав в дернину с внесением стартовой дозы минеральных удобрений и проведена оценка его эффективности. Агротехническая оценка сеялки показала, что её посевная часть обеспечивает диапазон передаточных отношений 0,104-0,900 и норму высева 2,5-140,4 кг/га. Отклонение нормы высева составляет 2,3-2,6 %, неравномерность высева – 3,61-5,36 %, неустойчивость высева – 4,83-6,03 %. Обработку почвы и посев сеялка выполняет устойчиво, выдерживает рабочую ширину захвата. Средняя глубина обработки составила 68 мм, содержание фракции почвы до 25 мм – 85,1 %, средняя глубина заделки семян – 16,4 мм, плотность после прикатывания – 1,1 г/см³. Использование в конструкции сеялки рамы оригинальной конструкции позволило уменьшить число сборочных единиц и снизить массу на 640 кг в сравнении с сеялкой СДКП-2,8М.

Список литературы

1. Kirchmann H., Bergstrom L. (Eds.) Organic Crop Production – Ambitions and Limitations. Dordrecht, Springer, 2008. 244 p. DOI: <https://doi.org/10.1007/978-1-4020-9316-6>
2. Рубанов И. Н., Фомин А. А. Органическое сельское хозяйство: распространение и перспективы развития в Российской Федерации. Международный сельскохозяйственный журнал. 2018;(6):50-55. DOI: <https://doi.org/10.24411/2587-6740-2018-16095>
3. Серегина Т. А., Жильников А. А., Мажайский Ю. А. Ограничения и резервы развития органического земледелия. Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. 2021;(5):109-116. Режим доступа: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=46297676>
4. Ван Мансвельт Я. Д., Темирбекова С. К. Органическое сельское хозяйство: принципы, опыт и перспективы. Сельскохозяйственная биология. 2017;52(3):478-486. DOI: <https://doi.org/10.15389/agrobiology.2017.3.478rus>
5. Willer H., Trávníček J., Meierand C., Schlatter B. (Eds.) The World of Organic Agriculture. Statistics and Emerging Trends 2021. Research Institute of Organic Agriculture FiBL, Frick, and IFOAM – Organics International, Bonn, 2021. (v20210301). URL: <http://www.organic-world.net/yearbook/yearbook-2021.html>
6. Зотов А. А., Косолапов В. М., Кобзин А. Г., Трофимов И. А., Уланов А. Н., Шевцов А. В., Шельменкина Х. Х., Шукин Н. Н. Сенокосы и пастбища на осушаемых землях Нечерноземья: монография. Кокшетау: ИП «Изотова К. У.», 2012. 1198 с. Режим доступа: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=18823927>
7. Baker C. J., Saxton K. E., Ritchie W. R., Chamen W. C. T., Reicosky D. C., Ribeiro M. F. S., Justice S. E., Hobbs P. R. No-tillage seeding in conservation agriculture. 2nd ed. FAO and CAB International. 2007. 326 p. URL: <http://www.fao.org/3/a-al298e.pdf>
8. Welty L. E., Hensleigh P. F., Stewart V. R. Methods for Sod-Seeding of Small-Seeded Legumes and Grasses. URL: <http://www.animalrangeextension.montana.edu/forage/documents/methods%20for%20sod-seeding%20of%20small-seeded%20legumes%20and%20grasses.pdf>
9. Соколов А. В., Замана С. П., Патлай В. В., Федоровский Т. Г., Киндсфатер В. Я. Совершенствование технологического процесса и технических средств для прямого подсева трав в дернину природных кормовых угодий. Кормопроизводство. 2012;(4):44-46. Режим доступа: <http://kormoproizvodstvo.ru/files/arhiv/4.12.pdf>

¹⁰ Там же.

10. Сысуев В. А., Ковалев Н. Г., Кормищников А. Д., Курбанов Р. Ф., Пятин А. М., Талипов Н. Т., Дёмшин С. Л. Рекомендации по улучшению лугов и пастбищ в Северо-Восточном регионе Европейской части России. М.: ФГНУ «Росинформагротех», 2007. 116 с. Режим доступа: <https://search.rsl.ru/ru/record/01003383003>
11. Ревенко В. Ю., Белоусов М. М. Результаты испытаний машины для полосного подсева трав в дернину. Международная агроинженерия. 2014;(4 (12)):53-61. Режим доступа: <http://www.spcac.kz/uploads/images/2014%204.pdf>
12. Sysuev V. A., Kurbanov R. F., Demshin S. L., Saitov V. E., Doronin M. S. Parameters and operating modes of the coulter group of the sod seeder. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. 2021;723(2):022050. DOI: <https://doi.org/10.1088/1755-1315/723/2/022050>
13. Полищук Ю. В., Лаптев Н. В., Комаров А. П. Комбинированные орудия для полосного подсева в технологии поверхностного улучшения старовозрастных многолетних трав. Научное обеспечение животноводства Сибири: мат-лы V Междунар. научн.-практ. конф. (г. Красноярск, 13-14 мая 2021 года). Сост. Л. В. Ефимова. КрасНИИЖ ФИЦ КНЦ СО РАН. Красноярск, 2021. С. 52-56. Режим доступа: <http://niizh.krasn.ru/wp-content/uploads/2021/05/Сборник-2021.pdf>
14. Курбанов Р. Ф., Созонтов А. В. Эффективность технологии многокомпонентного полосного посева многолетних трав в дернину. Пермский аграрный вестник. 2017;(3 (19)):40-44. Режим доступа: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=30009673>
15. Сысуев В. А., Дёмшин С. Л., Черемисинов Д. А., Доронин М. С. Способ полосного посева семян трав в дернину и сеялка для его осуществления: пат. №2641073 (Российская Федерация). Заяв. №2016108377; заявл. 09.03.2016; опубл. 15.01.2018. Бюл. №2. 11 с. Режим доступа: <https://patents.google.com/patent/RU2641073C2/ru>
16. Саакян Д. Н. Контроль качества механизированных работ в полеводстве. М.: Колос, 1973. 264 с.
17. Сысуев В. А., Дёмшин С. Л., Черемисинов Д. А., Доронин М. С. Повышение качества полосного посева семян трав в дернину. Аграрная наука Евро-Северо-Востока. 2017;(5 (60)):63-68. Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=30008779>

References

1. Kirchmann H., Bergstrom L. (Eds.) Organic Crop Production – Ambitions and Limitations. Dordrecht, Springer, 2008. 244 p. DOI: <https://doi.org/10.1007/978-1-4020-9316-6>
2. Rubanov I. N., Fomin A. A. *Organicheskoe sel'skoe khozyaystvo: rasprostraneniye i perspektivy razvitiya v Rossiyskoy Federatsii*. [Organic agriculture: distribution and development prospects in the Russian Federation]. *Mezhdunarodnyy sel'skokhozyaystvennyy zhurnal* = International Agricultural Journal. 2018;(6):50-55. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.24411/2587-6740-2018-16095>
3. Seregina T. A., Zhilnikov A. A., Mazhaysky Yu. A. *Ogranicheniya i rezervy razvitiya organicheskogo zemledeliya*. [Limitations and reserves of organic farming development]. *Vestnik Kurskoy gosudarstvennoy sel'skokhozyaystvennoy akademii* = Vestnik of Kursk State Agricultural Academy. 2021;(5):109-116. (In Russ.). URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=46297676>
4. Van Mansvelt Ya. D., Temirbekova S. K. *Organicheskoe sel'skoe khozyaystvo: printsipy, opyt i perspektivy*. [General position of organic agriculture in Western Europe: concept, practical aspects and global prospects]. *Sel'skokhozyaystvennaya biologiya* = Agricultural Biology. 2017;52(3):478-486. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.15389/agrobiology.2017.3.478rus>
5. Willer H., Trávníček J., Meierand C., Schlatter B. (Eds.) The World of Organic Agriculture. Statistics and Emerging Trends 2021. Research Institute of Organic Agriculture FiBL, Frick, and IFOAM – Organics International, Bonn, 2021. (v20210301). URL: <http://www.organic-world.net/yearbook/yearbook-2021.html>
6. Zotov A. A., Kosolapov V. M., Kobzin A. G., Trofimov I. A., Ulanov A. N., Shevtsov A. V., Shel'menkina Kh. Kh., Shchukin N. N. *Senokosy i pastbishcha na osushaemykh zemlyakh Nechernozem'ya*. [Hayfields and pastures on the drained lands of the Non-Chernozem region]. Kokshetau: IP «Izotova K. U.», 2012. 1198 p. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=18823927>
7. Baker C. J., Saxton K. E., Ritchie W. R., Chamen W. C. T., Reicosky D. C., Ribeiro M. F. S., Justice S. E., Hobbs P. R. No-tillage seeding in conservation agriculture. 2nd ed. FAO and CAB International. 2007. 326 p. URL: <http://www.fao.org/3/a-al298e.pdf>
8. Welty L. E., Hensleigh P. F., Stewart V. R. Methods for Sod-Seeding of Small-Seeded Legumes and Grasses. URL: <http://www.animalrangeextension.montana.edu/forage/documents/methods%20for%20sod-seeding%20of%20small-seeded%20legumes%20and%20grasses.pdf>
9. Sokolov A. V., Zamana S. P., Patlay V. V., Fedorovskiy T. G., Kindsfater V. Ya. *Sovershenstvovanie tekhnologicheskogo protsessa i tekhnicheskikh sredstv dlya pryamogo podseva trav v derninu prirodnnykh kormovykh ugodiy*. [Improving the technological process and means for direct grasses undersowing into grassland sod of natural fodder lands]. *Kormoproizvodstvo* = Forage Production. 2012;(4):44-46. (In Russ.). URL: <http://kormoproizvodstvo.ru/files/arhiv/4.12.pdf>
10. Sysuev V. A., Kovalev N. G., Kormishchikov A. D., Kurbanov R. F., Pyatin A. M., Talipov N. T., Demshin S. L. *Rekomendatsii po uluchsheniyu lugov i pastbishch v Severo-Vostochnom regione Evropeyskoy chasti*

Rossii. [Recommendations for improving of meadows and pastures in North-Eastern region of the European part of Russia]. Moscow: FGNU «Rosinformagrotekh», 2007. 116 p. URL: <https://search.rsl.ru/ru/record/01003383003>

11. Revenko V. Yu., Belousov M. M. *Rezultaty ispytaniy mashiny dlya polosnogo podseva trav v derninu*. [Results of tests of the car for band podsev of herbs in dernina]. *Mezhdunarodnaya agroinzheneriya* = International Agro-engineering. 2014;(4 (12)):53-61. (In Kazakhstan). URL: <http://www.spsae.kz/uploads/images/2014%204.pdf>

12. Sysuev V. A., Kurbanov R. F., Demshin S. L., Saitov V. E., Doronin M. S. Parameters and operating modes of the coulter group of the sod seeder. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. 2021;723(2):022050. DOI: <https://doi.org/10.1088/1755-1315/723/2/022050>

13. Polishchuk Yu. V., Laptev N. V., Komarov A. P. *Kombinirovannye orudiya dlya polosnogo podseva v tekhnologii poverkhnostnogo uluchsheniya starovozrastnykh mnogoletnikh trav*. [Combined implements for strip sowing in the technology of surface improvement of old-growth perennial grasses]. *Nauchnoe obespechenie zhivotnovodstva Sibiri: mat-ly V Mezhdunarod. nauchn.-prakt. konf. (g. Krasnoyarsk, 13-14 maya 2021 goda)*. [Scientific support of animal husbandry in Siberia: Proceedings of the V International scientific and practical conference (Krasnoyarsk, May 13-14, 2021)]. *Sost. L. V. Efimova. KrasNIIZh FITs KNTs SO RAN*. Krasnoyarsk, 2021. pp. 52-56. URL: <http://niizh.krasn.ru/wp-content/uploads/2021/05/Сборник-2021.pdf>

14. Kurbanov R. F., Sozontov A. V. *Effektivnost' tekhnologii mnogokomponentnogo polosnogo poseva mnogoletnikh trav v derninu*. [An efficiency of a technology of multi-component strip sowing of perennial grasses in sod]. *Permskiy agrarnyy vestnik* = Perm Agrarian Journal. 2017;(3 (19)):40-44. (In Russ.). URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=30009673>

15. Sysuev V. A., Demshin S. L., Cheremisinov D. A., Doronin M. S. Method of seeding grass seeds into sod and seeding machine for its implementation: Patent RF, no. 2641073, 2018. URL: <https://patents.google.com/patent/RU2641073C2/ru>

16. Saakyan D. N. *Kontrol' kachestva mekhanizirovannykh rabot v polevodstve*. [Quality control of mechanized works in field crops]. Moscow: Kolos, 1973. 264 p.

17. Sysuev V. A., Demshin S. L., Cheremisinov D. A., Doronin M. S. *Povyshenie kachestva polosnogo poseva semyan trav v derninu*. [Improvement quality of strip sowing of grasses' seeds into a sod]. *Agrarnaya nauka Evro-Severo-Vostoka* = Agricultural Science Euro-North-East. 2017;(5 (60)):63-68. (In Russ.). URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=30008779>

Сведения об авторах

Сысуюев Василий Алексеевич, академик РАН, научный руководитель, ФГБНУ «Федеральный аграрный научный центр Северо-Востока имени Н. В. Рудницкого», д. 166а, ул. Ленина, г. Киров, Российская Федерация, 610007, e-mail: priemnaya@fanc-sv.ru, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1172-005X>

✉ **Дёмшин Сергей Леонидович**, доктор техн. наук, доцент, зав. лабораторией, ФГБНУ «Федеральный аграрный научный центр Северо-Востока имени Н. В. Рудницкого», д. 166а, ул. Ленина, г. Киров, Российская Федерация, 610007, e-mail: priemnaya@fanc-sv.ru, ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7562-7965>, e-mail: sergdemshin@mail.ru,

Гайдидей Сергей Владимирович, соискатель, ФГБНУ «Федеральный аграрный научный центр Северо-Востока имени Н. В. Рудницкого», д. 166а, ул. Ленина, г. Киров, Российская Федерация, 610007, e-mail: priemnaya@fanc-sv.ru, ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6112-5411>

Information about the authors

Vasily A. Sysuev, academician of RAS, academic advisor, Federal Agricultural Research Center of the North-East named N. V. Rudnitsky, 166a, Lenin str., Kirov, Russian Federation, 610007, e-mail: priemnaya@fanc-sv.ru, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1172-005X>

✉ **Sergey L. Demshin**, DSc in Engineering, head of the laboratory, Federal Agricultural Research Center of the North-East named N. V. Rudnitsky, 166a, Lenin str., Kirov, Russian Federation, 610007, e-mail: priemnaya@fanc-sv.ru, ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7562-7965>, e-mail: sergdemshin@mail.ru

Sergey V. Gaididei, applicant, Federal Agricultural Research Center of the North-East named N. V. Rudnitsky, 166a, Lenin str., Kirov, Russian Federation, 610007, e-mail: priemnaya@fanc-sv.ru, ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6112-5411>

✉ – Для контактов / Corresponding author