

ОРИГИНАЛЬНАЯ СТАТЬЯ

УДК 631.331

<https://doi.org/10.26897/2687-1149-2023-6-24-30>

Оценка равномерности распределения семян экспериментальной сеялкой: сплошной высев газонных трав

В.И. Пляка¹, А.А. Большаков², Н.А. Сергеева³, К.А. Смирнов⁴^{1, 2, 3, 4} Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева; г. Москва, Россия¹ plyaka@rgau-msha.ru; <https://orcid.org/0000-0002-9353-177X>² bolshakov-a@rgau-msha.ru; <https://orcid.org/0000-0002-1394-3927>³ sergeeva_nat@rgau-msha.ru; <https://orcid.org/0000-0001-7116-3526>⁴ kirieshka14072004@gmail.com

Аннотация. Сплошной высев должен обеспечивать равномерное распределение семян на засеваемой площади. Разработанная и усовершенствованная авторами экспериментальная сеялка СВ-0,9, оснащённая высевающим аппаратом катушечного типа, способна обеспечивать различное поступление семян от каждой пары катушек высевающего аппарата и производить равномерный высев при прямолинейном и криволинейном движении. Заявленный сплошной высев требует подтверждения равномерности распределения семян на засеваемой площади. С этой целью предложено применять два показателя: коэффициент равномерности посева и среднюю площадь питания одного растения. Испытания экспериментальной сеялки по выявлению показателей равномерности распределения семян проводились на газонной смеси «Газон Быстрый» в лабораторных условиях. При проведении опыта семена засыпали в семенной ящик сеялки и устанавливали норму посева 3,5 кг/100 м². Бумажное полотно размечали на квадраты 10х10 см и далее разделяли на сантиметровые ячейки. Подготовленное полотно смазывали клеем. При движении сеялки происходил посев семян на липкое полотно. Равномерность распределения семян по площади оценивалась подсчётом семян в ячейках квадратов. По результатам испытаний установлено, что коэффициент равномерности посева находился в пределах 0,92...0,96, что соответствует показателям ГОСТ 31345-2017, а средняя площадь питания одного растения составила 0,48...0,56 см². Результаты лабораторных исследований доказывают возможность сплошного посева семян сеялкой СВ-0,9 при норме посева 3,5 кг/100 м².

Ключевые слова: равномерность распределения семян, сеялка для сплошного посева, высевающий аппарат, сплошной посев газонных трав, показатель равномерности распределения семян, коэффициент равномерности посева, средняя площадь питания одного растения

Для цитирования: Пляка В.И., Большаков А.А., Сергеева Н.А., Смирнов К.А. Оценка равномерности распределения семян экспериментальной сеялкой: сплошной посев газонных трав // Агроинженерия. 2023. Т. 25, № 6. С. 24-30. <https://doi.org/10.26897/2687-1149-2023-6-24-30>.

ORIGINAL PAPER

Evaluating uniformity of seed distribution with an experimental seeder: solid sowing of lawn grasses

V.I. Plyaka¹, A.A. Bolshakov², N.A. Sergeeva³, K.A. Smirnov⁴^{1, 2, 3, 4} Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy; Moscow, Russia¹ plyaka@rgau-msha.ru; <https://orcid.org/0000-0002-9353-177X>² bolshakov-a@rgau-msha.ru; <https://orcid.org/0000-0002-1394-3927>³ sergeeva_nat@rgau-msha.ru; <https://orcid.org/0000-0001-7116-3526>⁴ kirieshka14072004@gmail.com

Abstract. Solid seeding should ensure uniform distribution of seeds over the cultivated area. The experimental seeder SV-0.9, developed and improved by the authors, is equipped with a coil type seed-feeding device. It provides variable seed supply from each pair of coils of the seed-feeding device and ensures uniform seeding when following a straight path and a curved path. For solid sowing, it is necessary to provide uniform seed distribution over the cultivated area. For this purpose, two indicators can be used: the seeding uniformity factor and the average feeding area of a plant. The Gazon Bystryi lawn grass mixture was used to test the experimental seeder for determining the indicators of seed distribution

uniformity. The tests were carried out under laboratory conditions. During the experiment, seeds were fed into the seed box and the seeding rate was set at 3.5 kg/100 m². Paper tape was marked into 10x10 cm squares and further divided into centimetre cells. The prepared tape was covered with glue. The seeds were sown on the sticky tape while the seeder was moving. The uniformity of seed distribution over the area was evaluated by counting the seeds in the square cells. According to the experiment results, it was found that the seeding uniformity factor ranged between 0.92 and 0.96, which corresponds to the indicators of GOST 31345-2017, and the average feeding area per plant was 0.48 to 0.56 cm². The laboratory results prove the possibility of solid sowing by the SV-0.9 seeder at a seeding rate of 3.5 kg/100 m².

Keywords: uniformity of seed distribution, seeder for solid sowing, seeding unit, solid sowing of lawn grasses, seed distribution uniformity index, seeding uniformity factor, average alimentionation area per plant

For citation: Plyaka V.I., Bolshakov A.A., Sergeeva N.A., Smirnov K.A. Evaluating uniformity of seed distribution with an experimental seeder: solid sowing of lawn grasses. *Agricultural Engineering (Moscow)*. 2023;25(6):24-30. (In Rus.). <https://doi.org/10.26897/2687-1149-2023-6-24-30>.

Введение. Сплошной высев трав имеет преимущества перед посевом вручную или перекрёстным способом. Производительность сеялки сплошного высева в два раза превышает производительность сеялки, высевающей перекрёстным способом. Ручной способ уступает механическому способу по производительности и качеству посева. При сплошном высеве должны соблюдаться основные агротехнические показатели согласно ГОСТ 31345-2017¹.

Подготовка почвы, внесение удобрений, равномерное распределение семян на засеваемой площади в значительной степени влияют на факторы, в свою очередь влияющие на жизнь каждого растения: свет, питание и влагу, и в дальнейшем – на качество газона.

Предлагаемая авторами экспериментальная сеялка может производить равномерный посев трав, двигаясь не только по прямолинейной траектории, но и по различным радиусам, позволяющим огибать возможные препятствия (альпийские горки, цветники, колодцы, водоёмы, бассейн), с сохранением качественных показателей посева [1-3]. Стендовые испытания экспериментальной сеялки прошли достаточно успешно. Но заявленный сплошной посев требует подтверждения равномерности распределения семян на засеваемой площади как при прямолинейном, так и при криволинейном движении [4-6].

Цель исследований: оценить равномерность распределения семян экспериментальной сеялкой при её прямолинейном и криволинейном движении.

Материалы и методы. В конструкцию экспериментальной сеялки сплошного высева СВ-0,9 (рис. 1, 2) в сравнении с предыдущим вариантом [2] внесены следующие изменения:

– колёсный привод сеялки обеспечивает встречное вращение валов высевающего аппарата (рис. 1);

¹ ГОСТ 31345-2017. Техника сельскохозяйственная. Сеялки тракторные. Методы испытаний. ГОСТ 31345-2017. Межгосударственный стандарт. Техника сельскохозяйственная. Сеялки тракторные Методы испытаний. Agricultural machinery. Tractor seeders. Test methods.

- объём семенного ящика увеличен с 0,01 до 0,04 м³ (табл. 1);
- расстояние от высевающего аппарата до поверхности поля уменьшено до 0,1 м (табл. 1);
- сеялка располагает перемешивающим устройством (рис. 1).

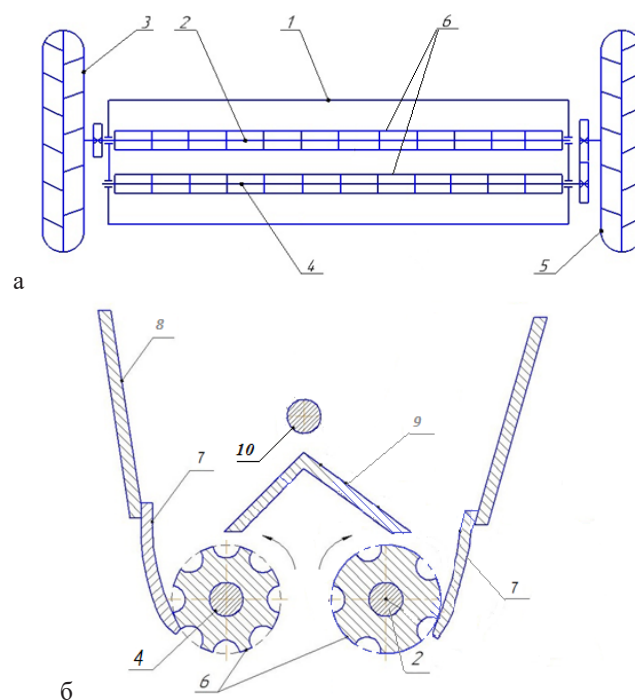


Рис. 1. Высевающий аппарат сеялки для сплошного высева.

Схема. Вид сверху (а), сбоку (б):

- 1 – рама; 2, 4 – первый и второй валы высевающего аппарата;
- 3, 5 – левое и правое опорно-приводное колесо;
- 6 – пара катушек высевающего аппарата;
- 7 – эластичный элемент; 8 – семенной ящик;
- 9 – рассекаватель; 10 – вал перемешивающего устройства

Fig. 1. Seeding unit of a seeder for solid sowing. Schematic diagram. Top view (a), schematic side view (b):

- 1 – frame; 2, 4 – first and second shafts of the seeding unit;
- 3, 5 – left and right support-drive wheels;
- 6 – pair of coils of the seeding unit;
- 7 – elastic element; 8 – seed box; 9 – distributor;
- 10 – shaft of the mixing device

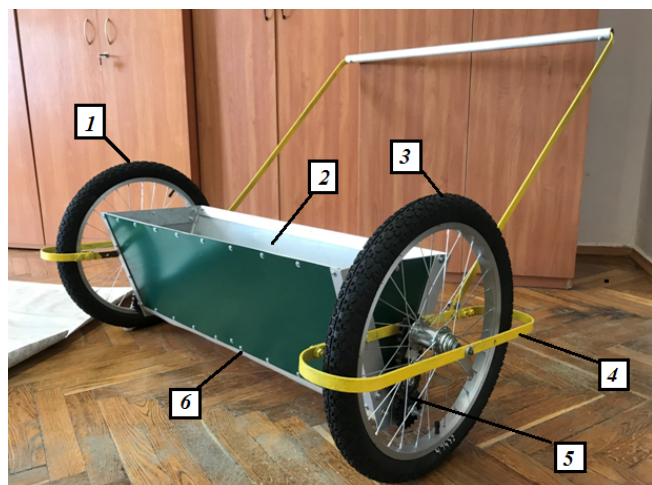


Рис. 2. Экспериментальная сеялка СВ-0,9:

1, 3 – правое и левое опорно-приводное колесо;
2 – бункер; 4 – рама; 5 – механизм привода;
6 – высевной аппарат

Fig. 2. Experimental seeder SV-0.9:

1, 3 – right and left support-drive wheels; 2 – seed box;
4 – frame; 5 – drive mechanism; 6 – seeding unit

Таблица 1

Характеристика экспериментальной сеялки СВ-0,9

Table 1

Characteristics of the experimental seeder SV-0.9

Наименование Name	Параметры Parameters
Ширина захвата, м / Working width, m	0,9
Клиренс сеялки, м / Seeder clearance, m	0,1
Объём семенного ящика, м ³ / Seed box volume, m ³	0,04
Диаметр опорно-приводного колеса, м Diameter of support wheel, m	0,5
Оптимальная (рекомендуемая) норма высева, кг/100 м ² Optimum (recommended) seeding rate, kg/100 m ²	3...5
Длина катушки, мм / Coil length, mm	75
Диаметр катушки, мм / Coil diameter, mm	34
Количество валов высевного аппарата, шт. Number of seeding shafts, pcs.	2
Количество катушек на одном валу, шт. Number of coils on one shaft, pcs.	12
Наименьшее число желобков на катушке, шт. Minimum number of grooves per coil, pcs.	1
Наибольшее число желобков на катушке, шт. Maximum number of grooves per coil, pcs.	12
Материал для изготовления катушек Material for coil manufacturing	Пластик АБС ABS plastic

В настоящее время разрабатывается редуктор для изменения нормы высева экспериментальной сеялкой.

При движении сеялки по полю вращение от опорно-приводных колес 3 и 5 передается на валы 2 и 4 высевного аппарата. Желобковые катушки 6

закреплены на валах, плотно прилегают друг к другу и размещены в порядке возрастания числа желобков. Чтобы семена не высыпались из семенного ящика при движении назад и при остановке сеялки, на высевном аппарате установлен эластичный элемент 7, прилегающий к катушкам 6. При вращении валов катушки 6 захватывают желобками семена и высевают их в нижней точке эластичного элемента 7. Катушки, установленные на первом и втором валах, составляют пары. Каждая пара имеет равное количество желобков.

При прямолинейном движении колеса сеялки (соответственно валы и катушки) вращаются с одинаковой угловой скоростью. Суммарный высев каждой пары катушек 6 является одинаковым по всей ширине захвата сеялки.

При движении сеялки по дуге колёса и валы высевных аппаратов вращаются с разными угловыми скоростями, поэтому каждая пара катушек 6 высевает разное количество семян в единицу времени. Пары катушек, расположенные ближе к опорно-приводному колесу, двигающемуся по меньшему радиусу, имеют минимальный высев. Пары катушек, расположенные ближе к опорно-приводному колесу, которое движется по наибольшему радиусу, имеют максимальный высев, а высевы остальных пар изменяются по линейной зависимости от минимального до максимального значений. На единицу пройденного пути высевается равное количество семян.

Таким образом, последовательное расположение катушек, плотно собранных на каждом валу в порядке возрастания числа желобков, обеспечивает равномерный сплошной высев семян как при прямолинейном, так и при криволинейном движении сеялки.

Испытания экспериментальной сеялки (рис. 2) проводились на газонной смеси «Газон Быстрый» (табл. 2).

Провели экспериментальные исследования по определению показателей равномерности распределения семян.

При широкополосном посеве Ю.К. Брандт предлагает оценивать равномерность распределения растений по площади в продольном и поперечном направлениях по квадратам². Широкополосный посев близок к сплошному способу посева, и такая оценка является приемлемой для наших исследований.

Для оценки равномерности размещения растений по площади питания принято использовать коэффициент равномерности, представляющий собой отношение фактического среднего расстояния между растениями к среднему расстоянию между растениями

² Брандт Ю.К. Оценка равномерности распределения растений по площади // Механизация и электрификация социалистического сельского хозяйства. 1977. № 3. С. 42-43.

Таблица 2

Характеристика газонной травосмеси «Газон Быстрый»

Table 2

Characteristics of the Gazon Bystryi lawn grass mixture

Наименование показателя / Parameter name	Параметры / Parameters
Состав газонной травосмеси, % <i>Composition of lawn grass mixture, %</i>	Райграс многолетний – 35 Райграс однолетний – 25 Фестулолиум – 25 Тимофеевка луговая – 15 <i>Perennial ryegrass – 35 Annual ryegrass – 25 Festulolium – 25 Common timothy – 15</i>
Чистота семян, % / Seed purity, %	95
Влажность семян, % / Seed moisture, %	12
Масса 1000 семян, г <i>Weight of 1000 seeds, g</i>	Райграс многолетний – 2,0 Райграс однолетний – 2,0...2,5 Фестулолиум – 2,7 Тимофеевка луговая – 0,7 <i>Perennial ryegrass – 2.0 Annual ryegrass – 2.0...2.5 Festulolium – 2.7 Common timothy – 0.7</i>
Всхожесть семян, % / Seed germination, %	87
Норма высева, кг/100 м ² / Seeding rate, kg/100 m ²	3...4

при их идеальном размещении [7-9]. В нашем случае подсчёт расстояний между семенами является трудновыполнимым и влечет за собой изменение положения семян на липкой ленте. Наиболее подходящим является способ оценки равномерности, при котором показатели равномерности оцениваются по количеству семян, попавших в определенные элементарные площадки².

При проведении опыта семена засыпали в семенной ящик сеялки и устанавливали необходимую норму высева. На полу в лаборатории стелили бумажные полотна, на которых размечались ширина захвата сеялки, её радиус поворота и наносились квадраты площадью 10×10 см (рис. 3). Каждый квадрат разделялся на сантиметровые ячейки, примерно равные площади питания одного растения. Перед каждым проходом сеялки по заданной траектории на полотна наносили слой клея.

При движении сеялки происходил высев семян на полотна. Показатели равномерности распределения семян по площади оценивались попаданием семян в сантиметровые квадратные ячейки. Показатели определялись подсчётом семян в ячейках квадратов (рис. 4).

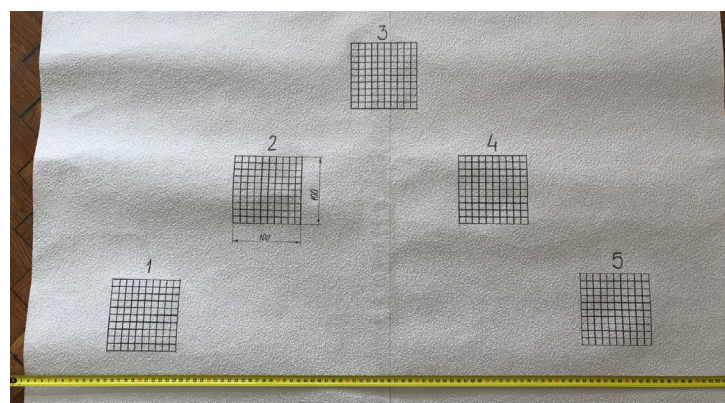


Рис. 3. Квадраты с ячейками

Fig. 3. Squares with cells



Рис. 4. Распределение семян на липкой ленте с квадратами и ячейками

Fig. 4. Seed distribution on the sticky tape with squares and cells

При движении сеялки по криволинейной траектории указывался радиус R (расстояние между центром окружности и кинематическим центром сеялки, который совпадает с её средней частью, движущейся по этой окружности³) поворота сеялки (рис. 5).

Равномерность распределения семян по засеваемой площади предлагается оценивать следующими показателями [9-12]:

– коэффициент равномерности высева K_b , показывающий равномерное распределение семян по площади

$$K_b = b / a,$$

где a – количество элементарных площадок-ячеек (1×1 см) в квадрате со сторонами 10 см; b – количество элементарных площадок-ячеек, содержащих семена;

– средняя площадь питания одного растения S_n (см²), показывающая площадь поверхности участка, занятая одним растением:

$$S_n = S_b / Z,$$

где S_b – площадь элементарной площадки-ячейки, 1 см²; Z – число семян на площади квадрата 10×10 см.

Результаты и их обсуждение. Результаты испытаний экспериментальной сеялки по определению равномерности распределения семян газонной смеси «Газон Быстрый» на липкой ленте представлены в таблице 3.

По результатам экспериментальных испытаний сеялки показатель равномерности высева газонной смеси «Газон Быстрый» находился в пределах от 0,92 до 0,96. Известно, что обратным показателем равномерности высева

является показатель неравномерности. Поскольку неравномерность высева 8% соответствует требованиям ГОСТ 31345-2017, то и показатель равномерности остаётся легитимным. Повышение показателя равномерности высева экспериментальной сеялкой при прямолинейном движении и движении по радиусам можно объяснить снижением порционности высева при работе двух валов высевающего аппарата одновременно. Этим же объясняется некоторое снижение показателя равномерности высева при уменьшении радиуса поворота при преобладании высева одного вала высевающего аппарата над другим. Так,

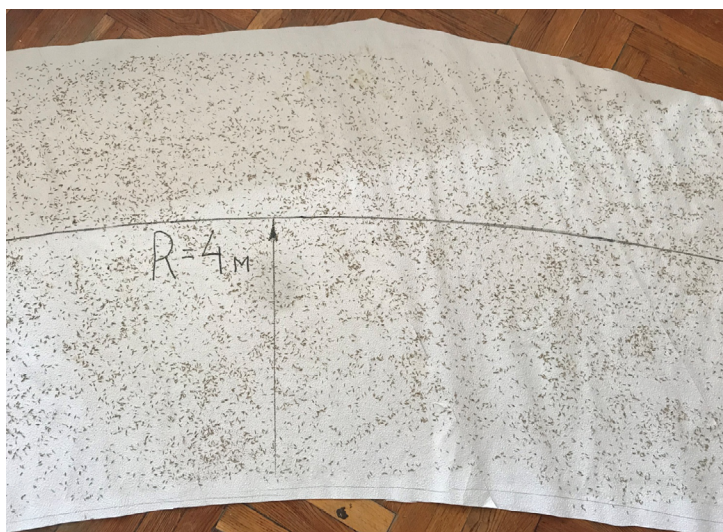


Рис. 5. Распределение семян на липкой ленте при движении сеялки по криволинейной траектории

Fig. 5. Seed distribution on the sticky tape when the seeder follows a curved path

Таблица 3

Статистические характеристики определения равномерности распределения семян экспериментальной сеялкой при норме высева 3,5 кг/100 м²

Table 3

Statistical characteristics of determining the uniformity of seed distribution by the experimental seeder at a seeding rate of 3.5 kg/100 m²

Траектория движения <i>Trajectory of travel</i>	Коэффициент равномерности высева, K_b <i>Seeding uniformity factor, K_b</i>	Средняя площадь питания одного растения, S_n , см ² <i>Average feeding area per plant, S_n, cm²</i>
Прямолинейное / <i>Straight</i>	0,95	0,53
Криволинейное с радиусом R , м / <i>Curvilinear trajectory with radius R, m</i>		
5	0,96	0,55
4	0,93	0,51
3	0,94	0,49
2	0,94	0,51
1	0,94	0,48
0,5	0,92	0,56

³ Алдошин Н.В., Мехедов М.А., Пляка В.И., Гаспарян И.Н. Механизация растениеводства (термины и определения): Учебное пособие. М.: ООО «Сам Полиграфист», 2021. 260 с.

при движении сеялки по радиусу 0,5 м высев производится одним валом высевающего аппарата, так как поворот сеялки выполняется относительно неподвижного колеса. Показатель площади питания одного растения, как следует из данных таблицы 4, практически не зависит от траектории движения сеялки. При норме высева 3,5 кг/100 м² средняя площадь питания одного растения соответствовала 0,48...0,56 см².

Список литературы

1. Устройство для высева семян: Патент RU № 210275 U1, МПК A01C 7/12. / В.И. Пляка, С.М. Каткова. № 2021132823, заяв. 11.11.2021; опубл. 05.04.2022. Бюл. № 10. 7 с. EDN: TEQJDO.
2. Пляка В.И., Каткова С.М., Сергеева Н.А. Стендовые испытания экспериментальной сеялки для посева газонных трав // *Агроинженерия*. 2022. Т. 24, № 5. С. 24-29. <https://doi.org/10.26897/2687-1149-2022-5-24-29>
3. Высевающая система сеялки: А.с. SU № 1299533 A1, МКИ A01C 7/16 / В.И. Пляка, Ю.А. Виноградов. № 3556012, заяв. 31.07.1985, опубл. 30.03.1987.
4. Plyaka V.I., Sergeeva N.A., Panov A.I., Yakovleva N.A. Seed drill used on complex configuration fields // *IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering*. 2020;941:012041. URL: <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1757-899X/941/1/012041/pdf>.
5. Голубев В.В., Никифоров М.В., Фирсов А.С., Тюрин И.Ю., Левченко Г.В. Модификация сеялки для посева мелкосеменных культур // *Аграрный научный журнал*. 2019. № 6. С. 79-81. EDN: KMMTVZ.
6. Иманов А.Н., Галиев А.Ж., Биболов К.Е., Баянбаева Б. Анализ экономической эффективности зерновой сеялки, оснащенной микропроцессорным управлением и контролем высева // *Актуальные научные исследования в современном мире*. 2019. № 9-1 (53). С. 77-80. EDN: EXBIIZ.
7. Габаев А.Х. Равномерность высева катушечных высевальных аппаратов зерновых сеялок // *Известия Международной академии аграрного образования*. 2021. № 56. С. 8-12. EDN: SGB0BY.
8. Kamgar S., Noei-Khodabadi F., Shafaei S.M. Design, development and field assessment of a controlled seed metering unit to be used in grain drills for direct seeding of wheat. *Information Processing in Agriculture*. 2015;2(3-4):169-76. <https://doi.org/10.1016/j.inpa.2015.08.001>
9. Титов В.А. Критерии оценки равномерности распределения растений по площади питания // *Вестник Алтайского государственного аграрного университета*. 2003. № 1 (9). С. 21-23. EDN: PEOEEX.
10. Дерюшев И.А., Галицын Д.А., Савельева М.А. Ломаев, А.А. Сошниковая секция с дисковым рассеивателем семян // *АгроЭкоИнфо*. 2022. № 4 (52). С. 33. <https://doi.org/10.51419/202124411>
11. Беспамятнова Н.М., Реутин В.В. Повышение эффективности посева сильносыпучих семян // *Механизация и электрификация сельского хозяйства*. 2011. № 8. С. 20-21. EDN: RLOYFN.
12. Соколов В.В. К вопросу об оценке разброса семян при посеве // *Вестник Алтайского государственного аграрного университета*. 2002. № 2. С. 65-68. EDN: ZWEWTH.

Выводы

Результаты лабораторных исследований доказывают возможность сплошного высева семян сеялкой СВ-0,9 при норме высева 3,5 кг/100 м².

Высевающий аппарат сеялки СВ-0,9 обеспечивает равномерное распределение семян трав (0,92...0,96) и стабильную среднюю площадь питания одного растения (0,48...0,56) как при прямолинейном, так и криволинейном движении сеялки по различным радиусам.

References

1. Device for sowing seeds: patent RU210275 U1, MPK A01C 7/12. No. 2021132823 / V.I. Plyaka, S.M. Katkova, 2022. (In Rus.)
2. Plyaka V.I., Katkova S.M., Sergeeva N.A. Bench tests of experimental seeder for sowing lawn grasses. *Agricultural Engineering*. 2022;24;5:24-29. (In Rus.) <https://doi.org/10.26897/2687-1149-2022-5-24-29>
3. Seeding system of a seeder: SU No.1299533 A1, MКИ A01C 7/16. No. 3556012 / V.I. Plyaka Yu.A. Vinogradov, 1987. (In Rus.)
4. Plyaka V.I., Sergeeva N.A., Panov A.I., Yakovleva N.A. Seed drill used on complex configuration fields. *IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering*. 2020;941:012041. <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1757-899X/941/1/012041/pdf>
5. Golubev V.V., Nikiforov M.V., Firsov A.S., Tyurin I.Yu., Levchenko G.V. Modification of the seeder for sowing small-seeded crops. *The Agrarian Scientific Journal*. 2019;6:79-81. (In Rus.)
6. Imanov A.N., Galiev A.Zh., Bibolov K.E., Bayanbaeva B. Analysis of economic efficiency of a seeder equipped with microprocessor control and seeding control. *Aktualnye Nauchnye Issledovaniya v Sovremennom Mire*. 2019;9-1(53):77-80. (In Rus.)
7. Gabaev A.Kh. Seeding uniformity of coil seeding devices of grain seeders. *Izvestiya Mezhdunarodnoy Akademii Agrarnogo Obrazovaniya*. 2021;56:8-12. (In Rus.)
8. Kamgar S., Noei-Khodabadi F., Shafaei S.M. Design, development and field assessment of a controlled seed metering unit to be used in grain drills for direct seeding of wheat. *Information Processing in Agriculture*. 2015;2(3-4):169-76. <https://doi.org/10.1016/j.inpa.2015.08.001>
9. Titov V.A. Criteria for assessing the uniformity of plant distribution over the feeding area. *Vestnik Altayskogo Gosudarstvennogo Agrarnogo Universiteta*. 2003;1(9):21-23. (In Rus.)
10. Deryushev I.A., Galitsyn D.A., Savelyeva M.A. Lomaev, A.A. Coulter section with a disc seed scatterer. *AgroEcoInfo*. 2022;4(52):33. (In Rus.) <https://doi.org/10.51419/202124411>
11. Bespamyatnova N.M., Reutin V.V. Increase of efficiency of sowing of strongly loose seeds. *Mekhanizatsiya i Elektrifikatsiya Selskogo Khozyaystva*. 2011;8:20-21. (In Rus.)
12. Sokolov V.V. On the evaluation of seed dispersal at sowing. *Vestnik Altayskogo Gosudarstvennogo Agrarnogo Universiteta*. 2002;2:65-68. (In Rus.)

Информация об авторах

Валерий Иванович Пляка¹, доцент кафедры сельскохозяйственных машин, доцент;
<https://orcid.org/0000-0002-9353-177X>; plyaka@rgau-msha.ru

Александр Алексеевич Большаков², старший преподаватель;
<https://orcid.org/0000-0002-1394-3927>;
bolshakov-a@rgau-msha.ru

Наталья Анатольевна Сергеева³, старший преподаватель кафедры иностранных языков;
<https://orcid.org/0000-0001-7116-3526>;
sergeeva_nat@rgau-msha.ru

Кирилл Алексеевич Смирнов⁴, студент;
kirieshka14072004@gmail.com

^{1,2,3,4} Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева; 127550, Россия, г. Москва, ул. Тимирязевская, 49

Вклад авторов

В.И. Пляка – концептуализация, сборка сеялки, проведение опытов, написание статьи.

А.А. Большаков – изготовление оригинальных деталей сеялки.

К.А. Смирнов – проведение опытов, обработка результатов.

Н.А. Сергеева – оформление статьи, перевод на английский язык

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов и несут ответственность за плагиат

Статья поступила 18.08.2023, после рецензирования и доработки 10.11.2023; принята к публикации 12.10.2023

Information about the authors

Valery I. Plyaka¹, CSc (Eng); Associate Professor, Associate Professor of the Department of Agricultural Machinery;
<https://orcid.org/0000-0002-9353-177X>;
plyaka@rgau-msha.ru

Alexander A. Bolshakov², Senior Lecturer;
<https://orcid.org/0000-0002-1394-3927>;
bolshakov_a@rgau-msha.ru

Natalya A. Sergeeva³, Senior Lecturer of the Department of Russian and Foreign Languages;
<https://orcid.org/0000-0001-7116-3526>;
sergeeva_nat@rgau-msha.ru

Kirill A. Smirnov⁴, student; kirieshka14072004@gmail.com
^{1,2,3,4} Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy; 49, Timiryazevskaya Str., Moscow, 127434, Russia

Contribution of the authors

V.I. Plyaka – conceptualisation, assembling the seeder, carrying out the experiments, original draft preparation.

A.A. Bolshakov – manufacturing the original parts of the seeder
K.A. Smirnov – carrying out the experiments, processing experimental results.

N.A. Sergeeva – original draft preparation and editing, translation into English.

Conflict of interests

The authors declare no conflict of interests regarding the publication of this paper are equally responsible for plagiarism.

Received 18.08.2023; revised 10.11.2023; accepted 12.10.2023