

Тимофеев Сергей Валерьевич

**ПОВЫШЕНИЕ РАВНОМЕРНОСТИ ВНУТРИПОЧВЕННОГО
РАСПРЕДЕЛЕНИЯ СЕМЯН ЗЕРНОВЫХ КУЛЬТУР ЗА СЧЕТ
СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ КОНСТРУКЦИИ СОШНИКА
СТЕРНЕВОЙ СЕЯЛКИ**

Специальность 05.20.01 – Технологии и средства
механизации сельского хозяйства

АВТОРЕФЕРАТ

диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук

Саратов 2018

Работа выполнена в Федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова».

Научный руководитель: **Комаров Юрий Викторович,**
кандидат технических наук, доцент

Официальные оппоненты: **Мачнев Алексей Валентинович,**
доктор технических наук, доцент,
профессор кафедры «Механизация
технологических процессов в АПК»
ФГБОУ ВО «Пензенский государственный
аграрный университет»

Скурятин Николай Филиппович,
Доктор технических наук, профессор,
профессор кафедры «Технический сервис в
АПК» ФГБОУ ВО «Белгородский
государственный аграрный университет
им. В.Я. Горина»

Ведущая организация: ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский
Мордовский государственный университет
им. Н. П. Огарёва»

Защита диссертации состоится «___» _____ 2018 г. в _____ часов на заседании диссертационного совета Д 220.061.03 на базе ФГБОУ ВО «Саратовский государственный аграрный университет им. Н.И. Вавилова» по адресу: 410056, г. Саратов, ул. Советская, 60, ауд. 325. им. А.В. Дружкина.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке ФГБОУ ВО Саратовский ГАУ и на сайте www.sgau.ru.

Отзывы направлять ученому секретарю диссертационного совета по адресу: 410012, г. Саратов, Театральная пл., 1. E-mail: chekmarev.v@yandex.ru.

Автореферат разослан «___» _____ 2018 г.

Ученый секретарь
диссертационного совета

Чекмарев Василий Васильевич

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы. Получение высоких и стабильных урожаев является одной из самых главных задач сельхозпроизводителей, и наиболее ответственное место в решении этой задачи занимает операция посева. По данным Министерства сельского хозяйства на 2018 год, для проведения посевных работ, в хозяйствах Саратовской области насчитывается 12,3 тыс. сеялок и посевных агрегатов для зерновых культур, из которых около 75 % являются сеялками для рядового посева.

При использовании рядового способа посева, семена распределяются по площади поля не равномерно, площадь питания каждого отдельно взятого растения, при таком способе посева, будет представлять собой вытянутый прямоугольник с соотношением сторон равным от 1:6 до 1:10. Такая форма площади питания приводит к тому, что растения оказываются в условиях жесточайшей конкуренции между собой за питательные элементы с самых ранних этапов развития, что впоследствии приводит к снижению всхожести семян, продуктивности растений, и как следствие снижает урожайность. Также использование рядового способа посева ведет к нерациональному использованию засеваемой площади, из которой более 40 % остается незасеянной. Добиться получения оптимальной площади питания, которая представляет собой квадрат со сторонами равными 5 см., разместив семена в почве равномерно, можно лишь при использовании внутрипочвенного разбросного способа посева зерновых культур.

Однако основным недостатком существующих конструкций сошников для внутрипочвенного разбросного посева является недостаточная равномерность распределения семян по ширине засеваемой сошником полосы, (коэффициент равномерности не более 60%).

В связи с вышеизложенным повышение равномерности внутрипочвенного распределения семян зерновых культур является актуальной научно-технической задачей.

Степень разработанности темы. В последние годы с применением ресурсосберегающих технологий особое внимание уделяется разработке рабочего органа для внутрпочвенного разбросного посева, обеспечивающего равномерное распределение посевного материала по всей ширине засеваемой сошником полосы. Данной проблеме посвящены работы С.А. Ивженко, Н.П. Ларюшина, А.В. Мачнева, Н.П. Волосевича, А.С. Астахова, В.А. Гниломедова, Н.П. Крючина, А.А. Кирова, А.И. Бараева, Н.Ф. Скурятин, А.Б. Коганова, П.А. Иванова, А.И. Беднова и других. В их работах в значительной мере рассмотрены факторы, влияющие на равномерность распределения семян при использовании рабочих органов для внутрпочвенного разбросного посева. Однако большинство разработанных на сегодняшний день конструкций сошников для разбросного посева не обеспечивают равномерное распределение посевного материала, поскольку для его достижения, необходимо применять не только распределители семян с криволинейными образующими, но также необходимо распределить и направить поток поступающих из семяпровода семян на всю рабочую поверхность распределителя. В связи с этим необходимо провести исследования и разработать сошник, который будет отвечать новейшим агротехническим требованиям к посеву.

Цель работы – повышение равномерности внутрпочвенного распределения семян зерновых культур за счет разработки и обоснования конструктивных параметров распределителя сошника стерневой сеялки.

Задачи исследований:

1. Провести анализ литературных и патентных источников и на его основании определить перспективное направление совершенствования внутрпочвенного распределения семян при посеве зерновых культур.

2. Разработать конструкцию сошника для внутрпочвенного разбросного посева, провести теоретические исследования процесса распределения семян в подсошниковом пространстве и обосновать конструктивные параметры

распределителя семян.

3. Провести лабораторные исследования по влиянию конструктивных параметров распределителя на равномерность распределения семян.

4. Провести лабораторно-полевые исследования и определить экономическую эффективность от внедрения сеялки оборудованной экспериментальными сошниками для внутрипочвенного разбросного посева.

Объект исследований. Процесс внутрипочвенного распределения семян зерновых культур модернизированным сошником зерновой сеялки СЗС-2,1.

Предмет исследований. Влияние конструктивных параметров распределителя сошника для внутрипочвенного разбросного посева на равномерность распределения семян зерновых культур по засеваемой площади.

Научная новизна. Получены аналитические зависимости описывающие процесс распределения семян в подсошниковом пространстве, а также аналитические зависимости для определения ширины засеваемой сошником полосы и неравномерности распределения семян по ширине засеваемой полосы. Разработана и обоснована конструкция сошника для разбросного посева (патент на полезную модель № 155560) позволяющая производить внутрипочвенный разбросной посев зерновых культур с равномерным распределением семян по ширине засеваемой сошником полосы

Теоретическая и практическая значимость работы. Получены аналитические зависимости для определения:

- дальности полета семян после отскока от поверхности распределителя;
- ширины и неравномерности распределения семян по ширине, засеваемой сошником полосы от параметров распределителя и параметров его установки в подсошниковом пространстве.

Результаты теоретических и экспериментальных исследований могут быть использованы при разработке рабочих органов для внутрипочвенного разбросного способа посева. Применение экспериментального сошника для внутрипочвенного разбросного посева семян зерновых культур, позволило

достичь прибавки ожидаемой урожайности в среднем на 9,5 % при средней урожайности 38 ц/га.

Методология и методы исследований. В работе применялись аналитические и экспериментальные методы исследования. Теоретические исследования процесса взаимодействия семян зерновых культур с поверхностью распределителя выполнены в соответствии с основными законами классической механики и прикладной математики. Обработка результатов экспериментов производилась при помощи математической статистики, а также в программе Microsoft Excel «Статистический анализ данных» с использованием ПК.

Положения, выносимые на защиту:

- конструкция сошника для внутрипочвенного разбросного посева семян зерновых культур;
- обоснование конструктивных параметров распределителя семян;
- теоретическое описание процесса распределения зерна в подсошниковом пространстве;
- результаты лабораторных исследований по влиянию конструктивных параметров распределителя на равномерность распределения семян.

Степень достоверности и апробация работы. Достоверность результатов работы подтверждается сходимостью результатов теоретических и экспериментальных исследований (расхождение не превышает 5%), использованием современных методов и технических средств исследований, а также проведением сравнительных испытаний в производственных условиях. Результаты исследований были доложены и одобрены на научно-практических конференциях профессорско-преподавательского состава ФГБОУ ВО Саратовский ГАУ (2014–2018 гг.), 29 и 30-м Международных научно-технических семинарах имени В.В. Михайлова «Проблемы экономичности и эксплуатации автотракторной техники» (Саратов, 2016–2017 гг.).

Основные положения диссертации опубликованы в 9 научных работах, в

том числе 3 в рецензируемых научных изданиях, рекомендованных ВАК РФ. Общий объем публикаций – 2,1 печ. л., из которых 1,1 печ. л. принадлежит лично соискателю.

Диссертация состоит из введения, четырех глав, заключения, списка литературы и приложений. Работа изложена на 182 страницах, содержит 78 рисунков, 7 таблиц, 5 приложений. Список литературы включает 122 наименования, в том числе 6 на иностранном языке.

СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Во **введении** обосновывается актуальность темы исследования, научная новизна, теоретическая и практическая значимость работы. Изложены научные положения, выносимые на защиту, цели и задачи исследования.

В первой главе **«Состояние вопроса. Цель и задачи исследований»** рассмотрены основные агротехнические требования к посеву зерновых культур, а также способы посева зерновых культур. Проведен анализ конструкций существующих посевных агрегатов, патентных конструкций сошников для внутрипочвенного разбросного посева, а также составлена классификация, и проведен анализ, распределительных устройств, применяющихся в сошниках для внутрипочвенного разбросного посева семян зерновых культур.

На основании проведенного анализа существующих способов посева, был сделан вывод о том, что наиболее прогрессивным способом посева зерновых культур является внутрипочвенный разбросной способ посева. Подавляющее большинство конструкций сошников, для данного вида посева, выполнены в виде закрытых стрельчатых лап с установленными внутри распределителями семян различной конструкции, среди которых большое распространение получили пассивные распределители. Однако недостатком конструкций сошников с данным видом распределителей является малая дальность и невысокая равномерность распределения посевного материала по ширине захвата сошника.

Во второй главе «Теоретические исследования процесса распределения семян зерновых культур сошником для внутрипочвенного разбросного посева» на основании проведенного анализа патентных конструкций сошников для внутрипочвенного разбросного посева была разработана и предложена конструкция сошника (Патент на полезную модель №155560) (рисунок 1).

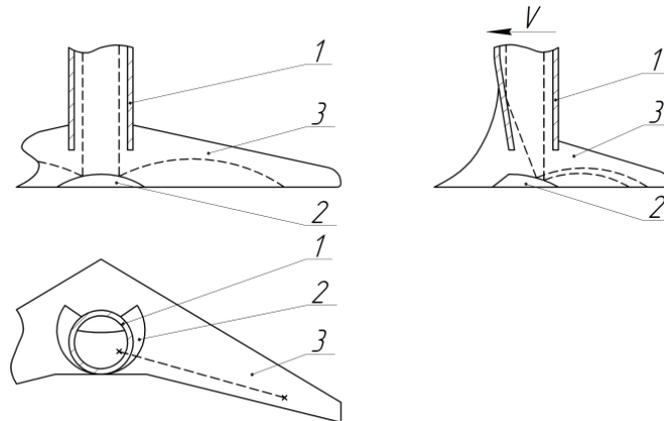


Рисунок 1 – Схема сошника для внутрипочвенного разбросного посева:

1 – полая стойка, 2 – распределительный элемент, 3 – экстирпаторная лапа

Для обоснования конструктивных параметров образующей поверхности распределителя, были проведены лабораторные исследования по определению дальности полета семян после отскока от поверхности плоского распределителя, установленного под углом к горизонту. Полученный в результате график (рисунок 2) показал, что дальность полета семян с увеличением угла наклона распределителя к горизонту снижается, а дальность полета семян с учетом нормы высева меньше дальности полета одного зерна.

Это объясняется взаимодействием семян при их высеве постоянным потоком, которое можно выразить через коэффициент приращения скорости семян ζ при их высеве постоянным потоком, который будет определяться по формуле:

$$\zeta = \frac{v'_{н\alpha}}{v'_{о\alpha}}, \quad (1)$$

где $v'_{н\alpha}$ – скорость отскока семян от поверхности распределителя, установленного под углом α к горизонту, при высеве постоянным потоком, м/с;

$v'_{\alpha\alpha}$ – скорость отскока семян от поверхности распределителя, установленного под углом α к горизонту, при высеве по одному зерну, м/с.

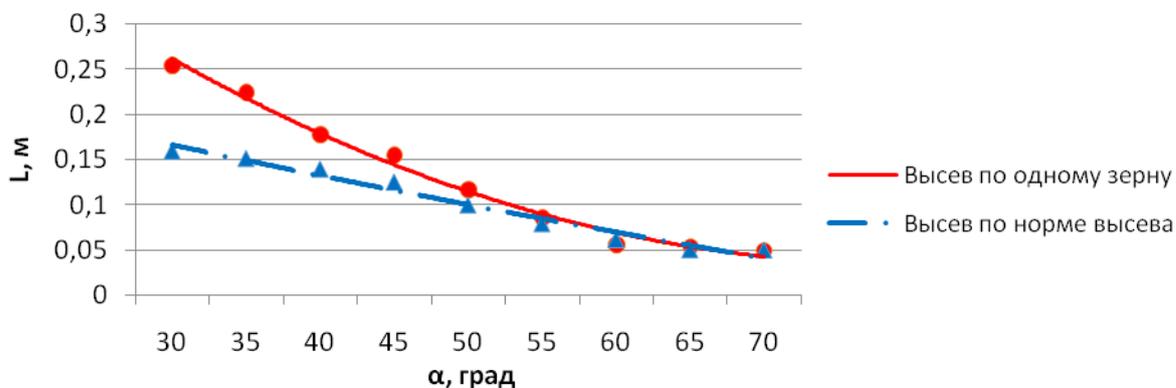


Рисунок 2 – График зависимости дальности полета семян пшеницы, сорта «Саратовская 17», после отскока от поверхности распределителя, установленного под углом α к горизонту

Также анализ полученного графика показал, что для достижения равномерного распределения семян на всю ширину засеваемой сошником полосы, при использовании стандартных стрельчатых лап, с учетом их расстановки и перекрытия, углы наклона к горизонту образующей поверхности распределителя должны находиться в пределах от 40 до 65 градусов.

На основании чего, была обоснована образующая поверхности распределителя (рисунок 3), имеющая необходимые углы наклона к горизонту, заданная уравнением:

$$h = -0,029l^2 - 0,73l + 26. \quad (2)$$

При описании процесса движения семян в подсошниковом пространстве (рисунок 4), примем следующие допущения: семена в семяпроводе ориентируются в одном направлении и при взаимодействии с образующей поверхности распределителя ведут себя одинаково, в связи с этим при проведении расчетов семена будут рассматриваться как материальные точки.

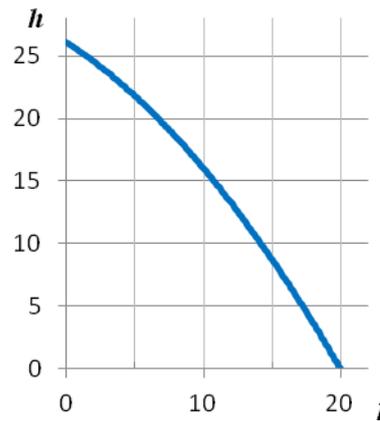


Рисунок 3 – График образующей распределителя

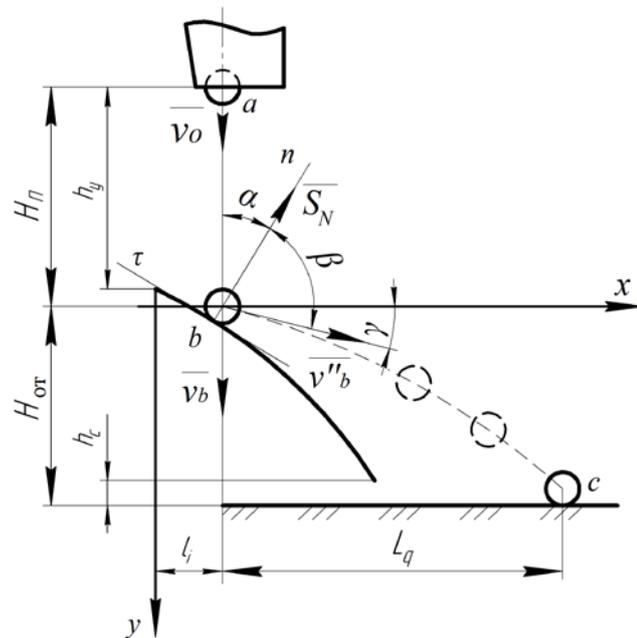


Рисунок 4 – Схема движения зерна в подсошниковом пространстве:

H_n – высота падения зерна на образующую поверхности распределителя;

$H_{от}$ – высота падения зерна после отскока; h_y – высота установки семяпровода относительно распределителя; h_c – высота установки распределителя относительно нижней точки сошника; $\overline{v_0}$ – начальная скорость зерна; $\overline{v_b}$ – конечная скорость зерна перед ударом об образующую поверхности распределителя; $\overline{v''_b}$ – скорость зерна после отскока от образующей поверхности распределителя; α – угол падения зерна; β – угол отражения зерна; γ – угол падения зерна после отскока; l_i – координата падения зерна на образующую поверхности распределителя; L_q – дальность полета зерна

Рассмотрим движение зерна на участке ab . Принимаем начальная скорость зерна на выходе из семяпровода $\overline{v_0} = 4,1$ м/с.

Высоту падения зерна на образующую поверхности распределителя определим по формуле:

$$H_{\pi} = 0,029l_i^2 + 0,73l_i + h_y. \quad (3)$$

Для определения конечной скорости зерна, перед ударом об образующую поверхности распределителя, воспользуемся формулами равноускоренного движения для определения координаты тела и скорости:

$$v_y = v_0 + gt, \quad (4)$$

$$y = v_0 t + g \frac{t^2}{2}. \quad (5)$$

После преобразования конечная скорость зерна перед ударом об образующую поверхности распределителя будет определяться по формуле:

$$v_b = \sqrt{v_0^2 + 2gH_{\pi}}. \quad (6)$$

Дальнейшее движение зерна заключается в его ударе об образующую поверхности распределителя и отскоке на дно борозды в подлаповое пространство сошника. Рассмотрим данный процесс подробнее.

Удар зерна об образующую поверхности распределителя происходит под углом α к ее касательной, для определения данного угла, в зависимости от координаты падения зерна на образующую поверхности распределителя, воспользуемся следующей формулой:

$$\alpha = 1,25l_i + 40. \quad (7)$$

При косом ударе коэффициент восстановления определяется по формуле:

$$k = \frac{v''_b \cos \beta}{v_b \cos \alpha} = \frac{tg \alpha}{tg \beta}. \quad (8)$$

Выразив из (8) угол отражения зерна β , и скорость зерна после отскока v''_b с учетом коэффициента приращения скорости семян при их высеве постоянным потоком получим:

$$\beta = \arctg\left(\frac{tg \alpha}{k}\right), \quad (9)$$

$$v''_b = v_b \zeta_{\alpha} \sin \alpha \sqrt{1 + k^2 ctg^2 \alpha}. \quad (10)$$

Для определения дальности полета зерна после отскока от образующей поверхности распределителя на участке bc найдем угол падения зерна после отскока по формуле:

$$\gamma = (\alpha + \beta) - 90. \quad (11)$$

Высоту падения зерна после отскока от поверхности образующей распределителя определим по формуле:

$$H_{от} = -0,029l_i^2 - 0,73l_i + 26 + h_c. \quad (12)$$

Запишем уравнения движения зерна в координатах x, y :

$$x = v'_b \cos \gamma t, \quad (13)$$

$$y = v'_b \sin \gamma t + \frac{gt^2}{2} - H_{от}. \quad (14)$$

В момент падения на дно борозды $y = 0, x = L_q$.

После преобразования дальность полета семян после отскока от образующей поверхности распределителя, с учетом их высева постоянным потоком, будет определяться по формуле:

$$L_q = v''_b \cos \gamma \frac{\sqrt{v''_b{}^2 \sin^2 \gamma + 2gH_{от}} - 2v''_b \sin \gamma}{g}. \quad (15)$$

Полученные по формуле (15) значения дальностей полета семян после отскока от углов наклона образующей поверхности распределителя представлены на рисунке 5, анализ которого показал, что образующая поверхности распределителя заданная уравнением (2), обеспечивает необходимую нам дальность распределения семян равную 0,012м.

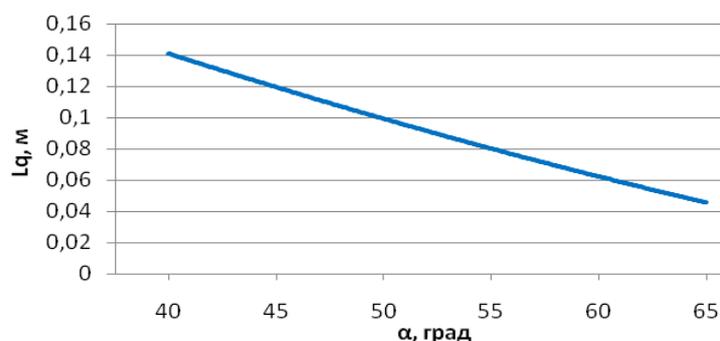


Рисунок 5 – График дальности полета семян в зависимости от угла падения на образующую поверхности распределителя, заданную уравнением второго порядка

Поскольку поверхность распределителя представляет собой тело вращения, для описания формы поверхности распределителя, с учетом достижения необходимой нам ширины засеваемой сошником полосы и исходя из размеров подлапового пространства сошника, нами были определены следующие конструктивные параметры распределителя: угол распределителя определяющий ширину распределения семян $\alpha_p = 60^\circ$ и величина смещения оси вращения образующей распределителя $r_{см} = 0,022$ м. С учетом этих параметров, была определена форма поверхности распределителя (рисунок 6), заданная уравнением (16) с областью определения по осям x , y и z .

$$\begin{aligned} z &= 35,3 - \left(\frac{x^2 + y^2}{42} \right) \\ x &= [9:42] \\ y &= [-38:38]. \\ z &= [0:26] \end{aligned} \quad (16)$$

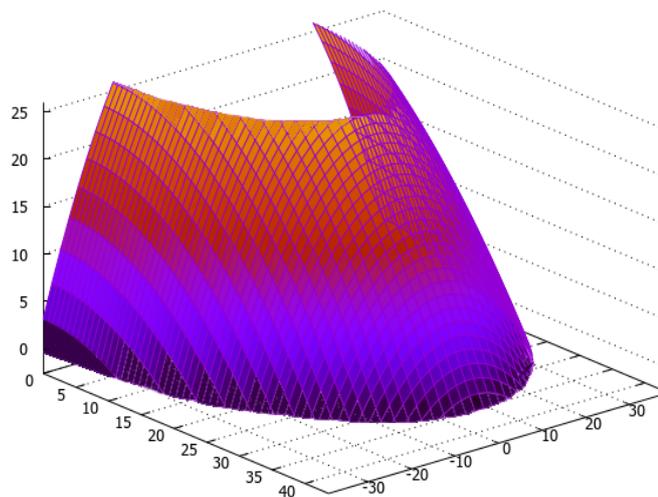


Рисунок 6 – Поверхность распределителя, образованная кривой второго порядка

Для подачи направленного потока семян на поверхность распределителя было проведено изменение формы выходного отверстия семяпровода, основным условием для которого являлась постоянная площадь сечения и пропускная способность семяпровода. В результате была получена сложная форма выходного отверстия семяпровода (рисунок 7), площадь сечения

которой равна площади сечения выходного отверстия семяпровода с круглым сечением $S_{\text{вых}} = 0,7 \cdot 10^{-3} \text{ м}^2$.

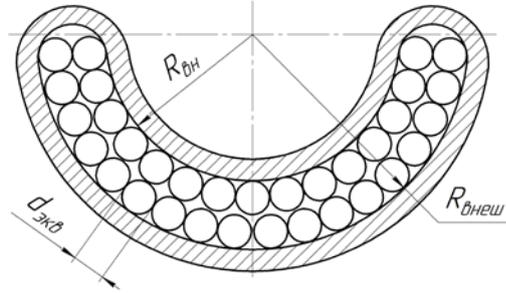


Рисунок 7 – Форма выходного отверстия семяпровода

Ширина засеваемой сошником полосы (рисунок 8) определялась по выражению:

$$B = 2(r_{\text{см}} + l_i + L_q) \sin \alpha_p, \quad (17)$$

где α_p – угол распределителя, определяющий ширину распределения семян, град.

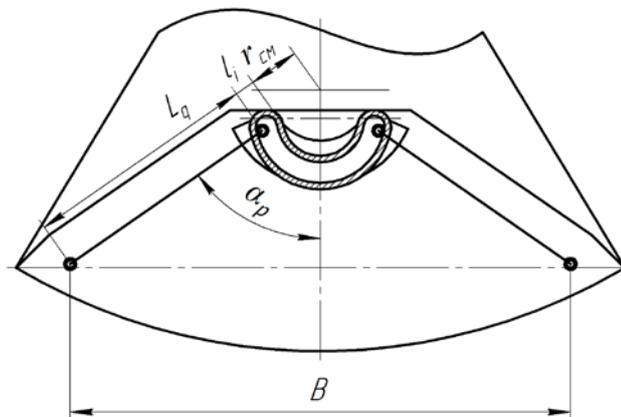


Рисунок 8 – Схема определения ширины засеваемой сошником полосы

Равномерность распределения семян по ширине засеваемой сошником полосы в каждом интервале определялась по формуле:

$$\Delta n_{ci} = \frac{n_c k_{pi} \delta}{\delta}, \quad (18)$$

где n_c – количество семян, высеянных сошником на заданном интервале, шт.;

k_{pi} – коэффициент неравномерности распределения семян на заданном интервале;

δ – коэффициент трения зерна о стенки семяпровода.

В третьей главе «Влияние конструктивных параметров распределителя на равномерность распределения семян в подсошниковом пространстве» приведены методики и описание лабораторных установок для проведения исследований, а также результаты лабораторных исследований.

Для проведения исследований по определению влияния конструктивных параметров распределителя на равномерность распределения семян в подсошниковом пространстве использовалась лабораторная установка, эмитирующая движение посевного агрегата по полю (рисунок 9).

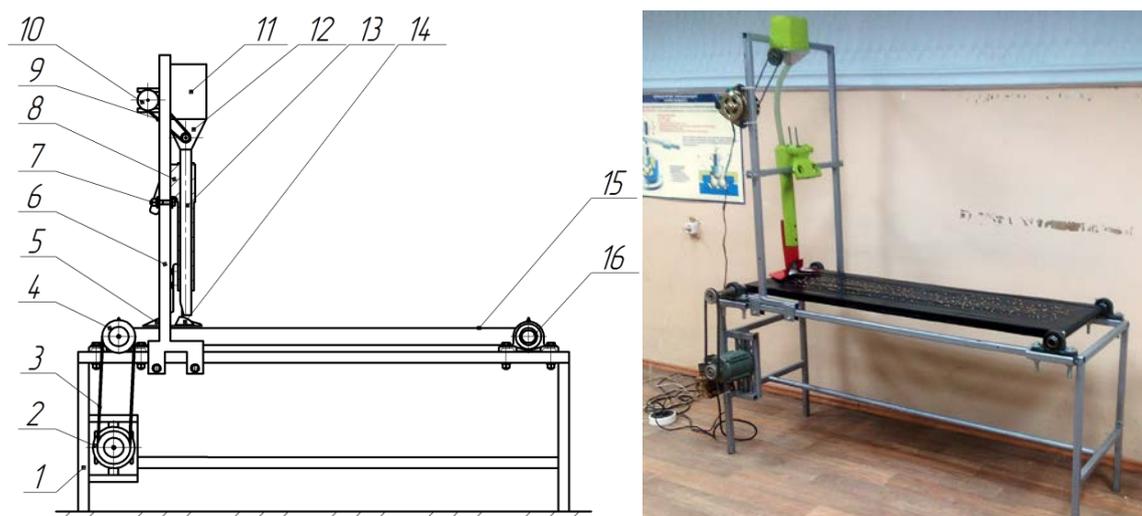


Рисунок 9 – Схема лабораторной установки: 1 – рама;

2 – электродвигатель ленты транспортера; 3 – ременная передача ленты транспортера;

4 – ведущий вал; 5 – сошник; 6 – опора для крепления высевающей системы;

7 – перекладина; 8 – стойка сошника; 9 – ременная передача высевающего аппарата;

10 – электродвигатель высевающего аппарата; 11 – ящик для семян;

12 – высевающий аппарат; 13 – семяпровод; 14 – распределитель;

15 – лента транспортера; 16 – ведомый вал

Результаты лабораторных исследований по определению равномерности распределения семян по дальности, в зависимости от формы поверхности

распределителя представлены на рисунке 10, анализ которого показал, что наибольшая равномерность распределения семян по длине наблюдается у распределителя, образованного кривой второго порядка (коэффициент вариации $v_{cp} = 19,4$).

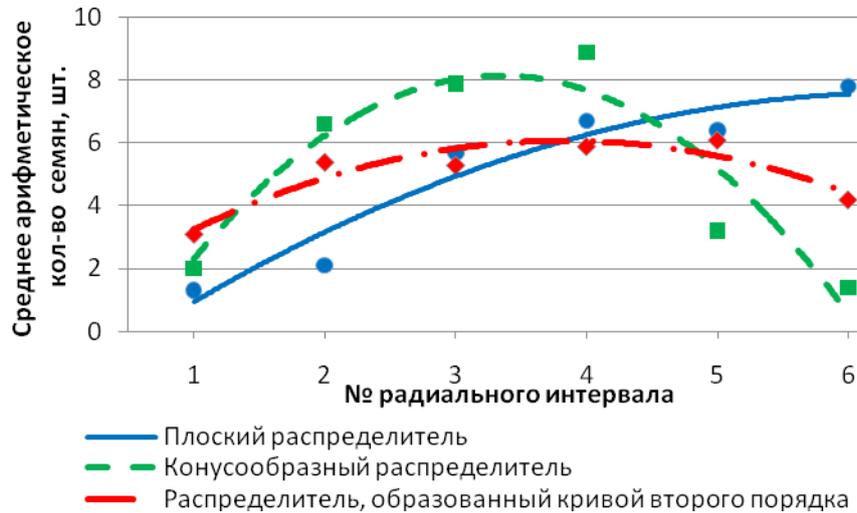


Рисунок 10 – Диаграмма равномерности распределения семян по дальности в зависимости от формы поверхности распределителя

Результаты исследований по определению равномерности распределения семян по ширине засеваемой полосы, в зависимости от формы поверхности распределителя представлены на рисунке 11.

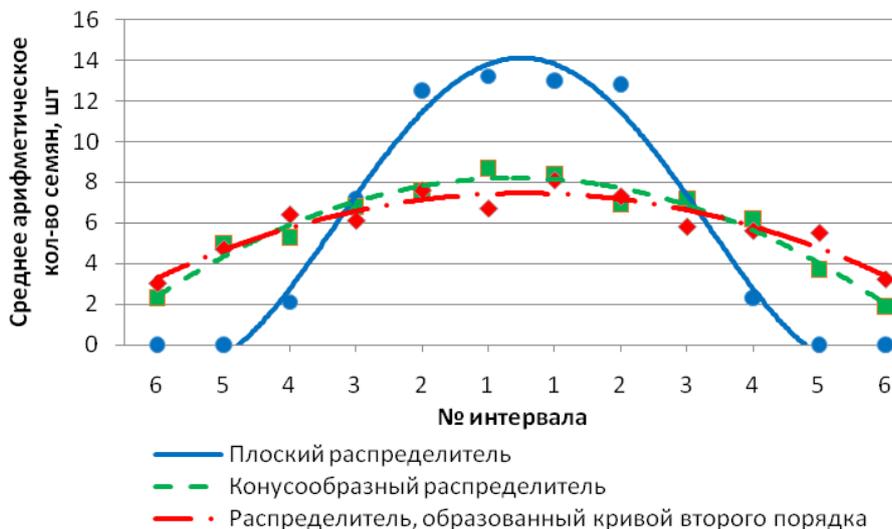


Рисунок 11 – Диаграмма равномерности распределения семян по ширине засеваемой полосы в зависимости от формы поверхности распределителя

Анализ полученной диаграммы показал, что наибольшая равномерность распределения семян по ширине засеваемой сошником полосы также наблюдается у распределителя, образованного кривой второго порядка (коэффициент вариации $v_{cp} = 20,6$).

На рисунке 12 представлен график теоретической и экспериментальной зависимости ширины засеваемой сошником полосы от угла распределителя, определяющего ширину распределения семян, полученный в ходе лабораторных исследований.

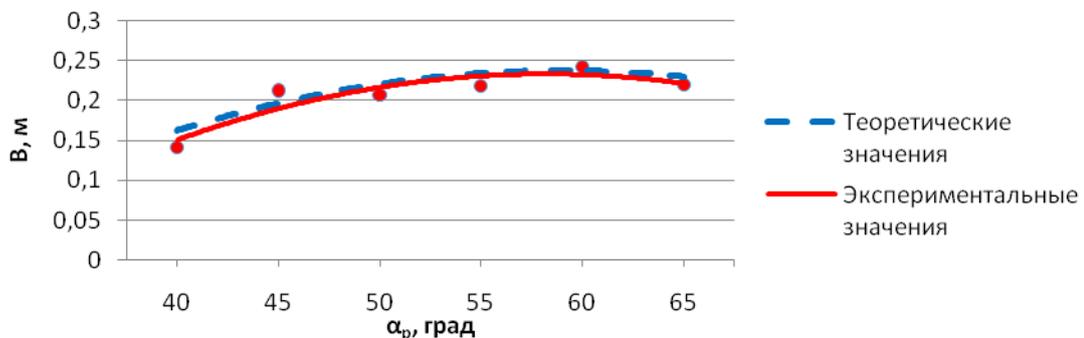


Рисунок 12 – График теоретической и экспериментальной зависимости ширины засеваемой сошником полосы от угла распределителя, определяющего ширину распределения семян

Анализ данной графической зависимости показал, что необходимая нам ширина засеваемой сошником полосы $B = 0,24$ м. обеспечивается при значении угла распределителя, определяющего ширину распределения семян, равного 60 градусам, что подтверждает данные полученные нами при проведении теоретических расчетов по формуле (17).

Результаты лабораторных исследований по определению максимальной дальности полета семян в зависимости от эксцентриситета установки семяпровода относительно распределителя представлены на рисунке 13.

Как видно из рисунка 13, при эксцентриситете установки семяпровода относительно распределителя, равном 0,003 м, обеспечивается необходимая нам дальность полета зерна, что подтверждает наши теоретические расчеты.

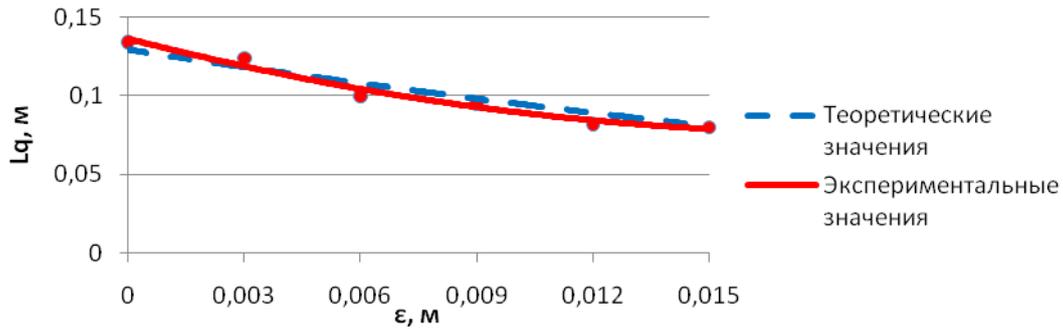


Рисунок 13 – График теоретической и экспериментальной зависимости максимальной дальности полета семян от эксцентриситета установки семяпровода относительно распределителя

В итоге, для подтверждения правильности выбора вышеописанных параметров распределителя, нами был проведен эксперимент по определению равномерности распределения семян по ширине засеваемой сошником полосы, с наилучшими параметрами распределителя и параметрами его установки в подсошниковом пространстве (рисунок 14).

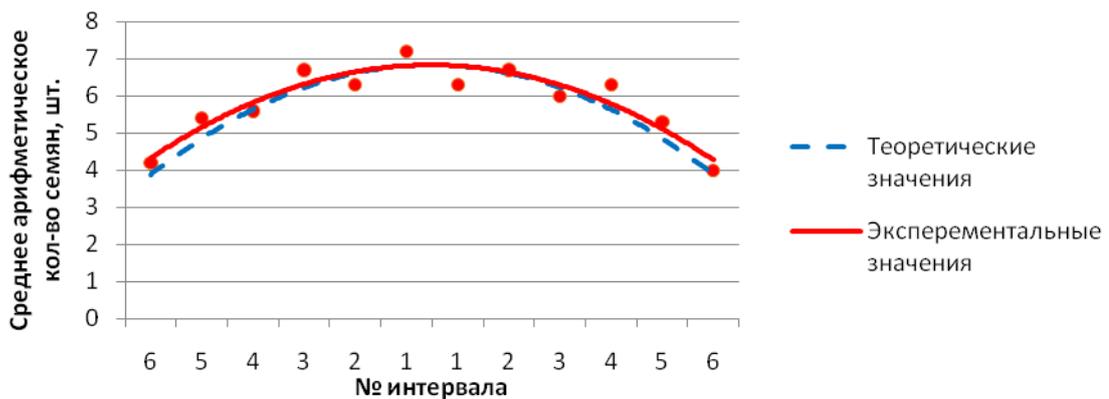


Рисунок 14 – Диаграмма равномерности распределения семян по ширине засеваемой сошником полосы ($\alpha_p = 60^\circ$; $\epsilon = 0,003 \text{ м}$)

Анализируя полученную диаграмму можно сделать вывод о том, что при данных параметрах распределителя и параметров его установки в подлаповом пространстве, наблюдается наиболее равномерное распределение семян по всей ширине засеваемой сошником полосы (коэффициент вариации $v_{cp} = 13,3$), что подтверждает полученные нами данные при проведении теоретических расчетов по формуле (18).

В четвертой главе «Проведение лабораторно-полевых исследований и определение экономической эффективности от внедрения сеялки оборудованной экспериментальными сошниками для внутрпочвенного разбросного посева» представлены методика проведения, и результаты лабораторно-полевых исследований с использованием экспериментальных сошников для внутрпочвенного разбросного посева, а так же результаты расчета экономической эффективности от использования стерневой, зерновой сеялки СЗС-2,1, оборудованной экспериментальными сошниками.

Результаты определения равномерности распределения семян по засеваемой площади поля представлены на рисунке 15.

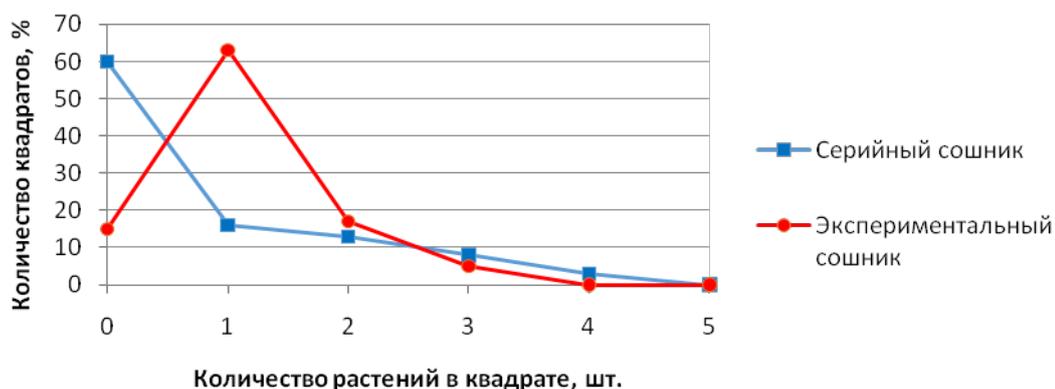


Рисунок 15 – Вариационные кривые равномерности распределения семян по засеваемой площади поля

Анализ полученных данных показал, что количество растений обеспеченных расчетной площадью питания у экспериментального сошника составило 63 %, а у серийного – 16 %. Количество незасеянных квадратов измерительной рамки у экспериментального сошника составило 15 %, а у серийного – 60 %.

В результате обработки полученных данных по определению глубины заделки семян была построена графическая зависимость (рисунок 16), которая показала, что равномерность заделки семян на заданную глубину у экспериментальных сошников соответствует агротехническим требованиям, предъявляемым к глубине заделки семян, что позволяет нам сделать вывод о

том, что экспериментальные сошники работают корректно.

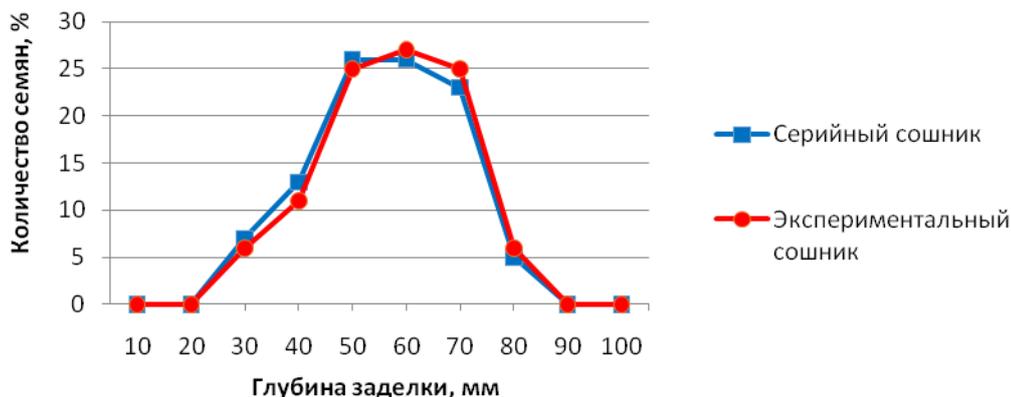


Рисунок 16 – Вариационные кривые равномерности заделки семян на заданную глубину

Анализ посевов проведенных на экспериментальных участках показал, что с применением экспериментальных сошников для внутрпочвенного разбросного посева, ожидаемая прибавка урожайности составит в среднем 9,5 % при средней урожайности 38 ц/га.

Ожидаемая годовая экономия прямых эксплуатационных, затрат за счет прибыли от получения дополнительной продукции при внедрении экспериментальной сеялки, составит 1122 руб./га.

Ожидаемый годовой экономический эффект от внедрения экспериментальной сеялки составит 211,16 тыс. руб., а срок окупаемости капитальных вложений составит 0,67 года.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В диссертационной работе решена одна из важнейших сельскохозяйственных задач – повышение равномерности внутрпочвенного распределения семян зерновых культур за счет совершенствования конструкции сошника стерневой сеялки.

1. Проведенный анализ существующих способов посева зерновых культур и существующих посевных агрегатов показал, что наиболее перспективным способом посева является внутрпочвенный разбросной, однако существующие конструкции сошников для внутрпочвенного разбросного посева не

обеспечивают необходимую дальность и равномерность распределения семян по ширине захвата сошника. В связи с этим была разработана и предложена конструкция сошника для внутрипочвенного разбросного посева зерновых культур, патент на полезную модель №155560 (РФ).

2. В результате проведения теоретических исследований процесса распределения семян зерновых культур в подсошниковом пространстве, была обоснована форма образующей поверхности распределителя семян заданная уравнением (2). Получена аналитическая зависимость дальности полета семян после отскока от поверхности распределителя (15). Определены и обоснованы угол распределителя, определяющий ширину распределения семян $\alpha_p = 60^\circ$ и значение величины смещения оси вращения образующей поверхности распределителя $r_{см} = 0,022$ м. Обоснована форма выходного отверстия семяпровода.

3. Проведенные лабораторные исследования показали что наиболее равномерное распределение семян по длине и ширине засеваемой сошником полосы наблюдаются при использовании распределителя с поверхностью образованной кривой второго порядка, имеющего следующие параметры: угол распределителя, определяющий ширину распределения семян равный $\alpha_p = 60^\circ$, эксцентриситет установки семяпровода относительно распределителя равный $\epsilon = 0,003$ м.

4. Лабораторно-полевые исследования, проведенные на полях крестьянского хозяйства "Родники" в Саратовской области, Калининского района, поселка Степное в 2016-2017 гг., подтвердили, что равномерность заделки семян на заданную глубину у экспериментальных сошников соответствует агротехническим требованиям, количество растений обеспеченных необходимой, расчетной площадью питания составило 63 %, количество незасеянных квадратов составило 15 %. Анализ ожидаемого урожая показал, что с применением экспериментальных сошников, ожидаемая

прибавка урожайности в среднем составит 9,5 %, при средней урожайности 38 ц/га.

5. Анализ экономических расчетов показал, что ожидаемый годовой экономический эффект от внедрения экспериментальной сеялки, с учетом эффекта от получения дополнительной продукции, составит 211,16 тыс. руб. Ожидаемый срок окупаемости дополнительных капитальных вложений на совершенствование конструкции сеялки составит 0,94 года.

Рекомендации и предложения производству

В сельскохозяйственных предприятиях, ориентированных на выращивании зерновых культур, рекомендуется внедрять разработанные сошники для внутрипочвенного разбросного посева и применять технологию нулевой обработки почвы. Для соблюдения агротехнических требований предъявляемых к посеву зерновых культур необходимо использовать при посеве семена зерновых культур с влажностью в пределах 14–15 %. Для обеспечения равномерного распределения посевного материала, необходимо проверять положение семяпровода относительно распределителя при проведении ежесменного технического обслуживания машинно-тракторного агрегата.

Перспектива дальнейшей разработки темы исследований

Планируется продолжить работу в направлении совершенствования конструкции, предлагаемого сошника, для посева зерновых культур с одновременным внесением минеральных удобрений, а также посева зернобобовых культур. Провести исследования возможности использования конструкции предлагаемого сошника в посевных агрегатах с пневматической подачей посевного материала.

Основные положения диссертации опубликованы в следующих работах:

Публикации в изданиях, рекомендованных ВАК

1. Тимофеев С. В. Зависимость дальности полета зерна от конструктивных параметров отражателя при внутрипочвенном разбросном посеве / Ю. В. Комаров, С. В. Тимофеев //

Международный научно-исследовательский журнал. – 2017. – № 06 (60). Ч. 2. – С. 144–147.

2. Тимофеев С. В. Определение конструктивных размеров распределителя посевной массы применительно к зерновой пневматической сеялке / Ю. В. Комаров, С. А. Романчиков, С. В. Тимофеев // Научное обозрение. – 2017. – № 18. – С. 57–60.

3. Тимофеев С. В. Влияние формы отражательного элемента на равномерность распределения семян по ширине засеваемой сошником полосы / С. В. Тимофеев, Ю. В. Комаров // Аграрный научный журнал. – 2018. – № 06. – С. 57–59.

Патенты

4. Пат. 155560 Российская Федерация, МПК А01С 7/20 (2006.01). Сошник для разбросного посева / Тимофеев С. В., Романчиков С. А., Комаров Ю. В. – № 2014153280/10; заявл. 28.01.2015; опубл. 10.10.2015, Бюл. № 28. – 3 с.

Публикации в других изданиях

5. Тимофеев С. В. Теоретическое обоснование параметров отражателя семян при внутрпочвенном способе посева семян / Ю. В. Комаров, С. А. Романчиков, С. В. Тимофеев // Актуальные проблемы научного прогресса в АПК : Материалы XI Международной науч.-практ. конф., посвящ. 65-летию факультета механизации сельского хозяйства, в рамках XVII Международной агропромышленной выставки "Агроуниверсал-2015". 2015. – «Аргус», 2015. С. 23–27.

6. Тимофеев С. В. Анализ конструкций для подпочвенного разбросного посева семян / Ю. В. Комаров, С. А. Романчиков, С. В. Тимофеев // Научная мысль. – 2015. – №3. – С. 96–101.

7. Тимофеев С. В. Анализ конструкций распределителей семян пневматических сеялок для подпочвенного разбросного посева / Ю.В. Комаров, С. А. Романчиков, С. В. Тимофеев // Научная мысль. – 2016. – №5. – С. 66 – 69.

8. Тимофеев С. В. Способы посева зерновых культур / Ю.В. Комаров, С. А. Романчиков, С. В. Тимофеев // Материалы Международной науч.-практ. конф., посвящ. 80-летию со дня рож. проф. Рыбалко А. Г. / под общ. ред. Е. Е. Демина. – ООО «Центр социальных агроинноваций СГАУ» – Саратов, 2016. – С. 29–31.

9. Тимофеев С. В. Обоснование дальности полета зерна при ударе об отражатель применительно к внутрпочвенному разбросному посеву / Ю. В. Комаров, С. А. Романчиков, С. В. Тимофеев // Проблемы экономичности и эксплуатации автотракторной техники : Материалы 30-го междунар. семинара им. В.В. Михайлова. – Саратов, 2017. – С. 62–64.