

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Саратовский государственный аграрный университет  
имени Н. И. Вавилова»

*На правах рукописи*

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

**ДИССЕРТАЦИЯ**

на соискание ученой степени кандидата технических наук

Научный руководитель:  
кандидат технических наук,  
доцент Комаров Ю. В.

Саратов 2018

## СОДЕРЖАНИЕ

<b>ВВЕДЕНИЕ.....</b>	<b>6</b>
<b>1. Состояние вопроса. Цель и задачи исследований .....</b>	<b>12</b>
1.1. Агротехнические требования к посеву зерновых культур .....	12
1.2. Способы посева зерновых культур .....	15
1.3. Анализ существующих конструктивных схем зерновых сеялок и посевных агрегатов.....	22
1.4. Обзор конструкций сошников для внутрипочвенного разбросного посева.....	33
1.5. Виды распределителей, для внутрипочвенного разбросного способа посева .....	45
Выводы, цель и задачи исследования .....	48
<b>2. Теоретические исследования процесса распределения семян зерновых культур сошником для внутрипочвенного разбросного посева.....</b>	<b>50</b>
2.1. Описание конструкции и принципа работы сошника.....	50
2.2. Определение физико-механических свойств семян зерновых культур .....	51
2.2.1. Методика исследования физико-механических свойства семян зерновых культур .....	52
2.2.2. Результаты исследований по определению физико-механических свойства семян зерновых культур.....	54
2.3. Травмирование семян зерновых культур .....	57
2.4. Определение дальности полета семян после отскока от поверхности распределителя, установленного под углом к горизонту .....	58
2.4.1. Методика определения дальности полета семян после отскока от поверхности распределителя, установленного под углом к горизонту .....	59

2.4.2. Результаты лабораторных исследований по определению дальности полета семян после отскока от поверхности распределителя, установленного под углом к горизонту .....	62
2.5. Теоретические исследования процесса распределения семян после отскока от поверхности распределителя, установленного под углом к горизонту.....	64
2.6. Обоснование выбора образующей поверхности распределителя.....	72
2.7. Обоснование конструктивных параметров образующей распределителя....	75
2.8. Обоснование конструктивных параметров распределителя .....	82
2.9. Обоснование формы выходного отверстия семяпровода.....	86
2.10. Определение ширины засеваемой сошником полосы и неравномерности распределения семян по ширине засеваемой полосы .....	92
2.11. Обоснование эксцентриситета установки семяпровода относительно распределителя .....	96
Выводы.....	98
<b>3. Влияние конструктивных параметров распределителя на равномерность распределения семян в подсошниковом пространстве .....</b>	<b>100</b>
3.1. Методика лабораторных исследований по определению влияния конструктивных параметров распределителя на равномерность распределения семян в подсошниковом пространстве .....	101
3.1.1. Методика определения равномерности распределения семян по дальности в зависимости от формы поверхности распределителя .....	101
3.1.2. Описание лабораторной установки.....	104
3.1.3. Методика определения равномерности распределения семян по ширине засеваемой полосы в зависимости от формы поверхности распределителя.....	107
3.1.4. Методика проведения исследований по определению ширины засеваемой сошником полосы, в зависимости от угла распределителя, определяющего ширину распределения семян .....	109

3.1.5. Методика проведения исследований по определению максимальной дальности полета семян в зависимости от эксцентриситета установки семяпровода относительно распределителя .....	110
3.2. Результаты лабораторных исследований по определению влияния конструктивных параметров распределителя на равномерность распределения семян в подсошниковом пространстве .....	112
3.2.1. Результаты лабораторных исследований по определению равномерности распределения семян по длине в зависимости от формы поверхности распределителя.....	112
3.2.2. Результаты исследований по определению равномерности распределения семян по ширине засеваемой полосы в зависимости формы поверхности распределителя .....	113
3.2.3. Результаты проведения исследований по определению ширины засеваемой сошником полосы, в зависимости от угла распределителя, определяющего ширину распределения семян .....	115
3.2.4. Результаты проведения исследований по определению максимальной дальности полета семян, в зависимости от эксцентриситета установки семяпровода относительно распределителя .....	116
Выводы .....	119
<b>4. Проведение лабораторно-полевых исследований и определение экономической эффективности от внедрения сеялки оборудованной экспериментальными сошниками для внутрпочвенного разбросного посева .....</b>	<b>121</b>
4.1. Проведение лабораторно-полевых исследований .....	121
4.1.1. Методика проведения лабораторно-полевых исследований .....	122
4.1.2. Результаты проведения лабораторно-полевых исследований .....	123
4.2. Определение экономической эффективности от внедрения сеялки оборудованной экспериментальными сошниками для внутрпочвенного разбросного посева .....	129

4.2.1. Определение ожидаемого годового экономического эффекта.....	130
Выводы.....	133
<b>ЗАКЛЮЧЕНИЕ .....</b>	<b>134</b>
<b>СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ .....</b>	<b>137</b>
<b>ПРИЛОЖЕНИЯ .....</b>	<b>150</b>

## ВВЕДЕНИЕ

Получение высокой урожайности при любых погодных условиях является одной из самых главных задач сельхозпроизводителей. Особое внимание при возделывании зерновых культур уделяется посеву, поскольку от правильного проведения посева семян будет зависеть качество, а так же величина урожая возделываемых сельскохозяйственных культур. Одной из наиболее важных характеристик при посеве любой сельскохозяйственной культуры является равномерность размещения семян для обеспечения им оптимальной площади питания [3,30,88,110].

Современной наукой доказано, что для зерновых культур, оптимальная площадь питания каждого отдельного растения имеет форму квадрата со сторонами 5х5 см, то есть полезная площадь питания одного растения составляет 25см<sup>2</sup> [1,92]. При такой форме площади питания, растения получают все питательные вещества: солнечный свет, почвенную влагу и тепло в необходимом количестве, что способствует улучшению полевой всхожести семян, лучшему развитию растений на всех стадиях роста, и снижает засоренность поля за счет угнетения здоровыми растениями сорняков. Однако у большинства ныне существующих способов посева, форма площади питания представляет из себя вытянутый прямоугольник с соотношением сторон равным от 1:6 до 1:10. Это приводит к тому, что большая часть площади поля остается незасеянной, растения оказываются тесно сближенными в рядках относительно друг друга, попадая в условия конкуренции между собой за питательные элементы, что впоследствии приводит к ослаблению их в развитии и загущению растений в рядках, что увеличивает засоренность поля и как следствие снижает урожайность. Добиться получения оптимальной площади питания растений разместив их равномерно в почве, можно лишь при использовании внутрпочвенного разбросного способа посева зерновых культур. Поскольку 22% засеваемой площади в зоне Среднего Поволжья подвержены ветровой и водной эрозии, применение ресурсосберегающих технологий посева с использованием посевных агрегатов

для внутривспашечного разбросного способа посева зерновых и зернобобовых культур приобретает еще большую актуальность [31,57,88].

Одним из основных преимуществ внутривспашечный разбросной способ посева является то, что данный способ посева позволяет одновременно совместить несколько технологических операций, а именно: предпосевную обработку с рыхлением почвы и подрезанием сорняков, и операцию посева с распределением семян и их заделкой на необходимую глубину. В результате применения данного способа посева удается уменьшить сроки проведения посева, уменьшить потери почвенной влаги, равномерно распределить посевной материал по всей засеваемой площади поля, уменьшить количество проходов посевного агрегата по полю, а так же снизить энерго-ресурсные затраты [16,35,104].

Однако, существующие конструкции сошников для внутривспашечного разбросного посева не обеспечивают необходимую равномерность и ширину распределения семян, что приводит к тому, что семена в почве распределяются неравномерно, а незасеянных рядков на площади поля становится больше. В связи с этим, повышение равномерности внутривспашечного распределения семян зерновых культур является актуальной научно-технической задачей.

В связи с этим, данная диссертационная работа направлена на повышение равномерности внутривспашечного распределения семян зерновых культур за счет разработки и обоснования конструктивных параметров распределителя сошника стерневой сеялки.

**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 внутрипочвенного 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 внутрипочвенного 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 внутрипочвенного 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 внутрипочвенного распределения семян при посеве зерновых культур.

2. Разработать конструкцию сошника для внутрипочвенного 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 внутripочвенный 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 внутripочвенного разбросного способа посева. Применение экспериментального сошника для внутripочвенного 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 сошника для внутripочвенного 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 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.

## **1. Состояние вопроса. Цель и задачи исследований**

### **1.1. Агротехнические требования к посеву зерновых культур**

Современной наукой и передовой практикой доказано, что для достижения высоких показателей урожайности и создания всех необходимых условий для нормального роста и развития сельскохозяйственных растений, необходимо размещать не максимальное количество растений на единицу площади, а добиться оптимального по густоте и равномерности размещения растений по всей площади питания. Для этого необходимо совершенствовать существующие машины для возделывания сельскохозяйственных растений [3,46,110].

Одним из перспективных способов возделывания зерновых культур в Поволжье считается использование комбинированных агрегатов, уменьшающих количество и глубину обработок почвы и совмещающих несколько технологических операций в один процесс [3,105,102].

Качество, а также величина урожая возделываемых сельскохозяйственных культур в значительной степени зависит состояния и предпосевной подготовки почв, а также от правильного проведения посева семян [3,9,110].

Для обеспечения наилучшего развития и роста растений, необходимо подготовить почву, согласно агротехническим требованиям для почвенно-климатических условий данного района возделывания. Среди агротехнических требований к посеву, можно выделить четыре основных: равномерное распределение семян по засеваемой полосе, соблюдение нормы высева, необходимая глубина заделки и время посева семян, при соблюдении которых достигается наилучшая урожайность.

Одним из наиболее важных агротехнических требований для возделывания любой сельскохозяйственной культуры является равномерное распределение посевного материала по засеваемой площади поля. Это связано с тем, что каждому растению должна быть обеспечена определенная площадь, для получения им необходимого количества питательных веществ, солнечного света, почвенной влаги, тепла и т.д. – такой площадью называют площадь питания растения. Это площадь, занимаемая одним растением и обеспечивающая

благоприятные условия для его роста и развития. Она зависит от вида возделываемой культуры, количества растений, приходящихся на 1 м<sup>2</sup> (или на 1 га.), а также от продолжительности вегетационного периода растения, степени ветвления и кущения и увлажненности зоны возделывания. Чем меньше необходимая (оптимальная) площадь, питания каждого растения, тем больше растений можно разместить на одной и той же засеваемой площади [30,92].

Известно, что урожайность зерновых культур тем выше, чем более равномерна площадь питания для каждого отдельного растения в почве. Как писал академик И. И. Синягин, оптимальная площадь поля с соответствующей толщиной почвы и объёмом воздуха, которые приходятся на одно растение в посеве или насаждение является такая площадь, при которой достигается максимальные показатели урожайности данной культуры при наименьших энерго-ресурсных затратах. По его мнению, растения, имеющие оптимальную площадь питания и хорошую освещенность, лучше кустятся, растут быстрее, имеют прочные стебли, у таких растений колос длиннее, а зерно полноценнее, по сравнению, с растениями с недостаточной освещенностью. На практике, как правило, наиболее высокие показатели продуктивности растений достигается при площади питания, по форме близкой к квадрату, при которой создаются относительно благоприятные условия для растений: лучше усваивать питательные вещества из почвы и использовать солнечную энергию. Известно, из различных источников, что для зерновых культур, например, озимой пшеницы, считается оптимальная площадь питания в виде квадрата со сторонами 5х5 см, то есть полезная площадь питания одного растения составляет 25см<sup>2</sup> [1,92].

Количество всхожих семян в штуках или килограммах необходимых для высева на гектар засеваемой площади называется нормой высева. Если норма высева семян будет меньше рекомендованной, то вследствие этого уменьшится количество растений, что приведет к снижению урожайности. Увеличение нормы высева также приводит к нерациональному расходу посевного материала, излишней густоте растений, что ведет к снижению площади питания каждого отдельно взятого растения, вследствие чего растения начинают конкурировать

между собой за получение питательных веществ, что также влечет за собой снижение урожайности и всхожести растений. Поэтому на каждом гектаре земли необходимо высеять оптимальное количество семян для достижения максимальной всхожести семян возделываемой культуры для данного района, однако, необходимо учитывать, что урожайность зависит не только от числа растений на засеваемой площади, но и от продуктивности каждого отдельного растения [37,97].

В связи с этим к распределению семян и норме высева предъявляются следующие требования:

- средняя неравномерность высева между отдельно взятыми высевающими аппаратами не должна превышать 3 % для зерновых культур и 4 % для бобовых;
- отклонение общего высева семян от заданной нормы не должно превышать 3 %;
- количество семян в каждом рядке должно быть одинаковым и соответствовать установленным нормам, отклонение общего высева от нормы допускается не более  $\pm 3$ ;
- колебание ширины междурядий должно быть не более: у основных  $\pm 1$  см, смежных сеялок  $\pm 2$  см, смежных проходов  $\pm 5$  см.

Глубина посева – расстояние от поверхности почвы до нижней части посаженного зерна. Глубина посева, при которой обеспечивается наибольшая полнота всходов, считается оптимальной. В зависимости от особенности высеваемой культуры, размеров семян, а также от почвенно-климатических условий в районе возделывания глубина посева может меняться. Средняя глубина заделки озимых зерновых составляет от 4 до 6 см., яровых зерновых 5–7 см. Уменьшение глубины посева может привести к вымерзанию всходов озимых и не дружным всходам яровых. Избыточная глубина заделки приводит к ослаблению и гибели всходов. Также семена необходимо заделывать на заданную глубину во влажную почву и обеспечивать семенам хороший контакт с почвой [37,97].

К глубине заделки семян предъявляются следующие требования:

– отклонение от заданной глубины заделки не должно превышать более 15 %, при глубине посева 3...4, 4...5 и 6...8 см. соответственно  $\pm 0,5$ ;  $\pm 0,7$  и  $\pm 1,0$  см;

– сошники должны создавать слегка уплотненное дно борозды, глубина борозд должна быть одинакова;

– не допускаются не заделанные семена на поверхности поля;

– недопустимо появление между почвой и семенами воздушной прослойки.

Также не маловажную роль на развитие растений влияет и время посева. Посев должен проводиться строго в агротехнически установленные сроки для данного района возделывания. Оптимальные сроки для проведения посева определяют по наличию в почве всех необходимых условий для прорастания семян таких как: тепло, влага, воздуха и др. Основным показателем оптимального срока посева каждой культуры, высеваемой весной, являются температура почвы, при которой прорастают семена. Поздний посев, как правило, ведет за собой значительное снижение урожайности. Сроки сева обычно составляет 5...7 дней [37,97,110].

## **1.2. Способы посева зерновых культур**

Размещение семян в почве, площадь питания каждого растения, ее форма на практике определяются выбранным способом и нормами посева. Выбор рационального способа посева для конкретного района возделывания, позволяет добиться наиболее интенсивного формирования урожая при минимальных производственных затратах.

В практике сельскохозяйственного производства нашли применение следующие способы посева зерновых культур (рисунок 1.1).



Рисунок 1.1 – Классификация способов посева семян зерновых культур

Рядовой посев (рисунок 1.2) – на сегодняшний день является самым распространенным способом посева зерновых, овощных, технических и прочих культур используемый в сельском хозяйстве нашей страны. Семена высевают с расстоянием между рядами (междурядьями) 12...15 см, а глубину заделки семян выбирают в зависимости от вида высеваемой культуры, а также от почвенных и климатических условий. Глубина заделки варьируется 1...10 см, поскольку именно на данную глубину заделки семян приспособлены рабочие органы (сошники) бороздооткрывающих сеялок. В зависимости от засеваемых культуры и нормы высева семян на гектар также изменяется расстояние между растениями. В районах, которые подвержены ветровой и водной эрозии, семена высевают с междурядьями 23 см. Семена в рядках располагаются не равномерно, но среднее значение расстояния между семенами не превышает установленные пределы 1,5...2,0 см друг от друга. Этим способом посева высевают семена сельскохозяйственных культур, которые дают хороший урожай при небольшой площади питания каждого растения (около 30 см<sup>2</sup>). К этим культурам относятся зерновые, горох, гречиха, однолетние и многолетние травы и др. [9,37,110].



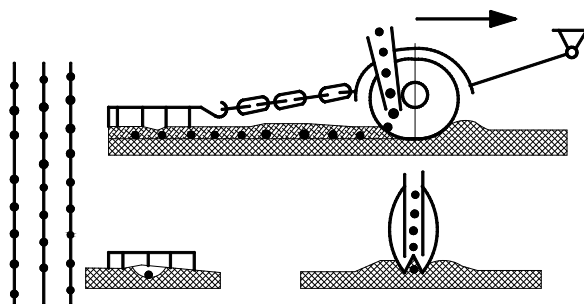


Рисунок 1.2 – Схема рядового способа посева

Недостатком рядового способа посева, производимом сеялками с междурядьями в 12...15 см, является недостижимость равномерного распределения семян в рядках.

Растения в рядках оказываются тесно сближенными относительно друг друга, попадая в условия жесточайшей конкуренции между собой, что впоследствии приводит к ослаблению в развитии и появлению подгона на фазе кущения, а также к выпадам растений. Между рядками имеются значительные промежутки, в которых появляются всходы сорняков; на первых порах всходы культурных растений недостаточно угнетают всходы сорняков, что приводит к засорению поля и снижению развития растений.

Площади питания каждого растения при рядовом посеве имеет форму вытянутого прямоугольника, соотношение сторон которого изменяется от 1:6 до 1:10. Такая форма площади питания растений приводит к снижению продуктивности, поскольку недоиспользованная площадь растения достигает 30 %, что настолько же снижает урожайность [15,30,67,97].

Совершенствование рядового посева с целью получения более равномерных по площади питания способов посева привело к появлению перекрестного и узкорядного посевов.

Узкорядный посев (рисунок 1.3) – производят с междурядьем 7 см при той же нормы высева, что и у рядового посева. При данном способе посева расстояние между семенами находящимися в рядах снижается в 2 раза по сравнению с рядовым посевом. Площадь питания при узкорядном посеве приближается к прямоугольнику со сторонами 7,5x1,3см, что способствует

улучшению развития растений и снижает засоренность полей [3,10,37]. Незасеянная площадь поля при использовании данного способа посева достигает 30 % [10].

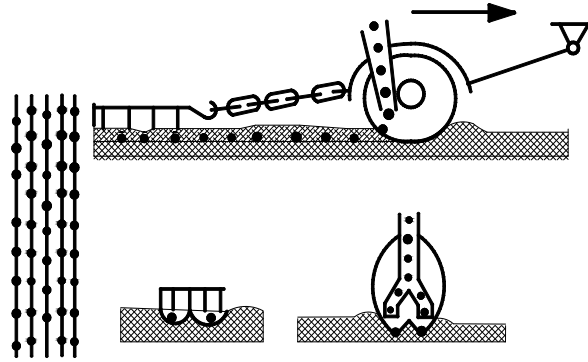


Рисунок 1.3 – Схема узкорядного способа посева

При узкорядном посеве плодородие почвы и притекающая к растениям солнечная энергия используются значительно полнее вследствие чего, возрастает урожайность. Ещё 50 лет назад П.А. Костычев указывал на повышение урожайности при уменьшении междурядий.

Целесообразность узких междурядий для зерновых культур была доказана полевыми опытами ряда исследователей (В.В. Винера, П.И. Лисицына, П.А. Некрасова и др.) [97].

До применения узкорядных сеялок для посева зерновых, практика передовых колхозов в стремлении устранить недостатки обычного рядового сева разработала новый агротехнический приём – перекрёстный посев (рисунок 1.4).

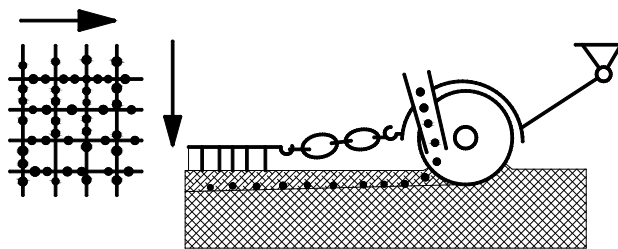


Рисунок 1.4 – Схема перекрестного способа посева

Перекрестный посев – выполняют за два прохода в двух взаимно перпендикулярных направлениях с шириной междурядий 12...15см. При проходе сеялки в каждом направлении высевают половинную норму высева на 1 га. Это приводит к тому, что расстояние между семенами в ряду увеличивается в 2 раза по сравнению с рядовым посевом, размещение семян по площади происходит более равномерно, что значительно повышает урожай, улучшая условия роста отдельных растений и способствуя угнетению сорняков. Площадь, занимаемая растениями при данном способе посева, составляет около 50 % [37,97,110].

Основным недостатком перекрёстного посева является то, что двукратная операция повышает количество времени посева, труда, производственных затрат энергии и горючесмазочных материалов. Однако практика показала, что в связи со значительным повышением урожая на 15–20 % перекрёстный посев зерновых оказывается экономически выгодным. А дополнительные затраты могут быть уменьшены при правильной организации перекрёстного посева (перекрёстно-диагональный посев при беспетлевом движении агрегата) [6,97].

Поскольку для достижения наилучших условий развития и роста каждого отдельного растения можно добиться лишь при равномерном распределении растений по засеваемой полосе и обеспечении для каждого растения площади питания, приближающейся к квадрату, совершенствование существующую технологию возделывания растений позволило разработать агрегаты для применения внутрпочвенного разбросного способа посева зерновых культур.

Рабочий орган этих машин выполнен в виде на основе стрелчатой лапы культиватора, который за один проход позволит выполнить несколько рабочих операций по обработке почвы перед посевом, а именно: рыхление почвы и подрезание сорняков, а так же посев семян. В результате применения такого способа посева удастся достичь снижения времени посева, потерь испарения влаги в почве и также добиться равномерного размещения растений по засеваемой площади, что в результате приведет к повышению урожайности [3,4,7,48,49,50,100,111].

Разбросной посев это самый древний, но в то же время самый эффективный из существующих на сегодняшний день способов посева [94].

Разбросной посев можно подразделить на поверхностно-разбросной, внутривспашечный полосовой и внутривспашечный сплошной посев.

Поверхностно-разбросной способ посева (рисунок 1.5) заключается в том, что семена по поверхности поля разбрасываются специальными разбрасывателями, либо вручную, а затем бороной заделываются в почву.

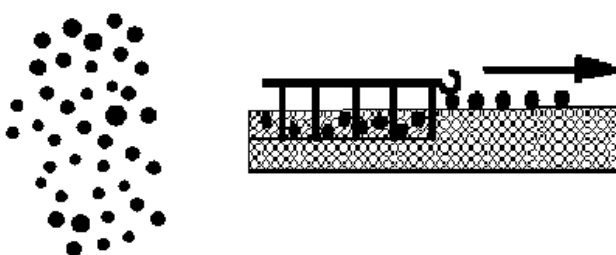


Рисунок 1.5 – Схема поверхностно-разбросного способа посева

Недостатком данного способа посева является то, что семена заделываются не равномерно, на различную глубину, а часть семян остается не заделанной на поверхности поля, вследствие этого всходы появляются не одновременно, что затрудняет борьбу возделываемых растений с сорняками. Семена же, заделанные слишком глубоко или оставшиеся не заделанными, совсем не дают всходов. В связи с этим, в настоящее время данный способ посева используется только для посева семян трав на пастбищах и лугах. Также разбросной способ посева применяется на избыточно увлажненных почвах и в других специфических условиях для посева гречки и риса, когда нельзя пользоваться наземными посевными агрегатами. Эффективность аэропосева считается достаточной в таких условиях, поскольку рассеянные самолетом семена обычно не заделываются в почву [97,98,110].

Внутривспашечный полосовой посев (рисунок 1.6) заключается в том, что семена при таком способе посева распределяются полосами различной ширины.

Недостатком данного способа посева является то, что, как и в случае с рядовым способом посева, семена в засеваемых полосах распределяются не равномерно, а часть засеваемой площади поля остается незасеянной [38,40,56,117]. В последнее время данный способ посева вытеснил внутрипочвенный разбросной посев.

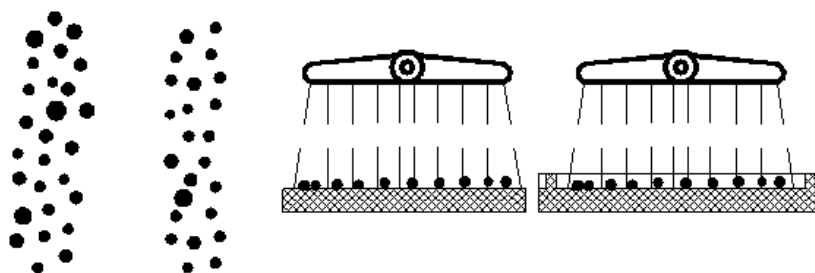


Рисунок 1.6 – Схема внутрипочвенного полосового способа посева

Внутрипочвенный разбросной способ посева (рисунок 1.7) отличается от вышеперечисленных способов тем, что при его использовании семена возделываемых культур распределяются в почве равномерно, по всей ширине посевного агрегата без незасеянных промежутков. При таком размещении семян их конкуренция сведена к минимуму, а каждому растению обеспечивается оптимальная площадь питания, что приводит к улучшению полевой всхожести семян, значительно лучшему общему развитию растений, увеличению диаметра и высоты стебля увеличению количества семян в колосе и веса отдельно взятого зерна. Также уменьшается гибель растений в период вегетации и снижается засоренность поля за счет угнетения здоровыми растениями сорняков. По сравнению с узкорядным способом данный способ посева дает прибавку в урожайности от 10% до 30 % [16,25,28,35,41,119].

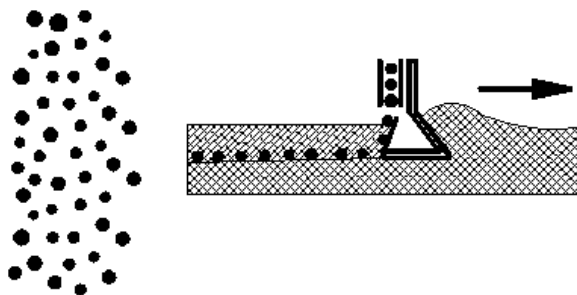


Рисунок 1.7 – Схема внутрпочвенного разбросного способа посева

Улучшение конфигурации площади питания при внутрпочвенном разбросном посеве значительно снижает процент незасеянной площади поля. То есть при использовании данного способа посева можно без риска увеличивать норму высева, что приведет к получению еще больших показателей урожайности [36,54,64,91,104,121].

Из вышесказанного можно сделать следующий вывод. Среди существующих на сегодняшний день способов посева, наиболее перспективным является внутрпочвенный разбросной, поскольку он обеспечивает оптимальную площадь питания для каждого отдельно взятого растения, повышает равномерность распределения семян, что в конечном итоге приводит к увеличению урожайности, при минимальных энерго–ресурсных затратах.

### **1.3. Анализ существующих конструктивных схем зерновых сеялок и посевных агрегатов**

Среди существующих в настоящее время агрегатов для проведения посева зерновых культур, наибольшее распространение получили сеялки для рядового посева [101].

Основными моделями зерновых сеялок для рядового посева, выпускаемых отечественными производителями, являются зерновые сеялки семейства СЗ-3,6.

Сеялка СЗ-3,6 (рисунок 1.8) – это гидрофицированная, универсальная, прицепная, зернотуковая сеялка, предназначена для рядового посева семян зерновых и зернобобовых культур с возможностью одновременного внесения

минеральных удобрений. Агрегатируется с тракторами тягового класса 1,4 т. в односеялочных и 3...5 т. в многосеялочных агрегатах со сцепками СП-11А, СП-16 [58,99].



Рисунок 1.8 – Общий вид зернотуковой сеялки СЗ-3,6А

При посеве без удобрений оба отделения заполняются семенами. При этом закрывают заслонки туковысевающих аппаратов и открывают заслонки в перегородках.

При проведении посева привод катушек высеваящих аппаратов, по средствам звездочек, осуществляется от колес сеялки,

Модификациями сеялки СЗ-3,6 являются: СЗП-3,6; СЗУ-3,6; СЗТ-3,6; СЗЛ-3,6; СЗ-3,6А; СЗ-5,4 и другие. Сеялка СТЗ-3,6А предназначена для посева травосмесей, однако, она может также применяться и для посева зерновых культур с внесением гранулированных минеральных удобрений. Узкорядная сеялка СЗУ-3,6 снабжена дисковыми двухстрочными сошниками. Сеялка СЗЛ-3,6 предназначена для посева льна, оборудована двухстрочными килевидными сошниками. Сеялки СЗ-3,6А отличаются от сеялок семейства СЗ-3,6 тем, что они оборудованы приспособлением для устройства технологической колеи и другого типа редуктором для установки частоты вращения высеваящих аппаратов.

Достоинством сеялок данного семейства является простота, надежность и безотказность их конструкций. Сеялки данного типа зарекомендовали себя, как агрегаты с высокой проходимостью посевом семян на не подготовленных посевных площадях. Наличие прикатывающих катков позволяет совместить за один проход посев с прикатыванием, что снижает эксплуатационные затраты.

Основным недостатком этого сеялок данного семейства является то, что применяемые в их конструкции двухдисковые сошники, не отвечают в полной мере новым агротехническим требованиям, предъявляемым к глубине заделки семян. Также данные сошники довольно сложны в изготовлении и эксплуатации, а сами сеялки способны осуществлять лишь рядовой посев, а как было отмечено выше, при рядовом посеве происходит нерациональное использование посевных площадей [31,54,66,90].

Следующим направлением в развития конструкций зерновых сеялок стало внедрение и применение пневматических систем в сеялки, и посевные комплексы.

Сеялка СЗПЦ-12 (рисунок 1.9) зернотуковая широкозахватная с централизованным дозированием и пневматическим транспортированием посевного материала в сошники, предназначена для рядового посева семян зерновых и зернобобовых культур с возможностью одновременного внесения в минеральных удобрений.



Рисунок 1.9 – Общий вид сеялки СЗПЦ-12



Ширина захвата сеялки – 12 метров, рабочая скорость при посеве составляет от 10 до 12 км/час. В данной сеялке используются дисковые или килевидные сошники с глубиной заделки семян соответственно: 30...80 мм, и 30...60 мм. Сеялка СЗПЦ-12 агрегируется с тракторами тягового класса 3 т.

По сравнению с посевным агрегатом из трех сеялок СЗ-3,6 сеялка СЗПЦ-12 обеспечивает:

- повышение эксплуатационной производительности на 40 %;
- сокращение времени технологического обслуживания на заправку до 40 %;
- сокращение времени перевода из транспортного положения в рабочее и наоборот в десять раз;
- снижение удельной материалоемкости технологического процесса на 16 %;
- уменьшение количества дозирующих элементов с 160 до 4 (при одинаковой ширине захвата);

Недостатками данной сеялки является осуществление рядового способа посева, внедрение пневматической системы которая, повышает травмирование посевного материала, за счет соударения семян при их пневмотранспортировке к сошниковой группе, усложняет конструкцию и затраты на производство агрегата [114,120].

Среди различных зарубежных фирм производящих сеялки и посевные агрегаты, наибольшее распространение среди фермеров получили механические сеялки, поскольку они универсальны и имеют большую ширину захвата, к тому же существует возможность работы данных сеялок со сцепным транспортным устройством. Одной из таких моделей зарубежных сеялок является сеялка MEGA 600 производства итальянской фирмы Maschio Gaspardo SpA (рисунок 1.10). Ширина захвата данной сеялки составляет 6 и 12 метров с шириной междурядья 13,6 см. Рабочая скорость сеялки достигает до 15 км/ч.



Рисунок 1.10 – Общий вид навесной зерновой сеялки  
Maschio Gaspardo MEGA 600

Двухдисковые сошники, предназначенные для минимально обработанных почв, а также почв с большим количеством растительных остатков на поверхности. Легко углубляются в твердую почву, могут оснащаться специальными прикочувальными колесиками для улучшения контакта семян с почвой и прорастания семян.

Имеется возможность высева пшеницы, различных круп, люцерны, сои и других рядовых культур на предварительно подготовленную почву с одновременным внесением удобрений.

Простота и надежность настройки нормы высева семян и удобрений, легкость и доступность настройки глубины заделки, позволяют выполнить сев максимально качественно и в оптимальные сроки. Система догрузки каждого сошника позволяет не только надрезать культиваторную подошву, и положить семя чуть ниже глубины культивации в гарантированную влагу, но также, при грамотных настройках, дает возможность выдерживать заданную глубину высева по следу тракторов и культиваторов, оставшемуся от предыдущих обработок.

Новые телескопические семяпроводы дают возможность прекрасно работать с любыми мелкосемянными культурами.

Основные преимущества навесной зерновой сеялки Maschio Gaspardo MEGA 600 заключаются в следующем:

- Наличие S – образных стоек на раме сеялки, установленных по следу трактора позволяет заделывать колею, а установленные за сошниками пружинные боронки прекрасно справляются с ролью загортачей, оставляя за сеялками ровный фон без борозд.
- Норма высева сеялки регулируется плавным изменением скорости вращения высевающих катушек, что позволяет выполнить посев различных культур.
- Одновременное внесение минеральных удобрений позволяет поддерживать растения на начальных стадиях развития и повысить урожайность.
- Минимальное расстояние падения зерна от катушки до сошника, позволяет получить точное дозирование и равномерное распределение зерна по площади.
- Двухдисковые сошники оснащены пружинами давления, которые позволяют копировать рельеф почвы и выполнять посев на заданную глубину. Даже при высокой скорости работы соблюдения заданной глубины двухдисковым сошником остается идеальным
- Установленная за сошниками двухрядная пружинная борона для зарабатывания зерна в почву и создание на поверхности мелко грудочкуватой структуры, предотвращает испарение влаги из почвы. [68,74].

К недостаткам данной сеялки можно отнести использование рядового посева, что приводит к неравномерному использованию засеваемой площади поля, конкуренции между растениями и как следствие снижение урожайности и полевой всхожести семян. Также к недостаткам данного агрегата можно отнести

сложность конструкции сеялки ее высокую стоимость, а также высокую стоимость ее обслуживания.

Совершенствование существующих технологий возделывания растений привело к внедрению в сеялки рабочего органа в виде сошника на основе культиваторной лапы, который позволяет выполнять одновременно посев и рыхление почвы с подрезанием сорняков.

Производственная компания «Агромастер» выпускает широкозахватные пневматические посевные комплексы культиваторного типа "AGRATOR" (рисунок 1.11) с шириной захвата от 6,6 до 16 м предназначены для широкополосного посева в 12–15 см. по ресурсосберегающим технологиям возделывания зерновых культур.

Данный посевной комплекс за один проход производит обработку и подготовку почвы, посев семян, боронование и прикатывание посевов [73].



Рисунок 1.11 – Общий вид посевного комплекса "AGRATOR – 14 600"

Недостаткам данного комплекса является сложность и большая металлоемкость конструкции, осуществление широкополосного посева и неравномерность распределения семян по сошникам. А также травмирование семян из-за внедрения пневматического способа транспортировки посевного материала.

Сеялка-культиватор СЗС-2,1Л (рисунок 1.12) предназначена для полосового способа посева зерновых, мелко и среднесеменных бобовых культур с одновременным сплошным рыхлением поверхности поля, полным подрезанием сорняков, внесением гранулированных минеральных удобрений и прикатыванием почвы засеянных полос на стерневых фонах в районах, подверженных ветровой эрозии и с недостаточным увлажнением почвы. Сеялка имеет ширину захвата – 2,05 м, производительность сеялки составляет 15 гектар за одну смену, рабочая скорость при проведении посева составляет 9 км/ч. В зависимости от поставленных задач и агроклиматических условий района возделывания, агрегируется с тракторами при использовании одного агрегата 1,4 т; при использовании многосеялочного агрегата – от 2 до 5 т. Сеялка СЗС–2,1Л обеспечивает качественный посев на почвах, имеющих различный механический состав относительная влажность которых не превышает 20 %.



Рисунок 1.12 – Общий вид сеялки культиватор СЗС-2,1Л

Сеялка оборудована сошниками культиваторного типа на подпружиненной стойке, установленными в три ряда с междурядьем 22,8 см. Для обеспечения широкополосного способа посева от 12 до 16 см, сошники оборудуются распределителями семян, устанавливаемыми в подлаповом пространстве. За счет увеличения полосы высева равной 16 см по сравнению с сеялкой СЗС–2,1 снижения ширины междурядья до 11 см, что ведет к повышению урожайности.

Прикатывающие устройства сеялки выполнены в виде резиновых колес для придания равномерного слоя почвы над посевами. Так же сеялка может доукомплектовываться клиновидными катками и кольчато-шпоровыми катками [54,58].

Недостатком данной сеялки является невозможность осуществления сплошного внутрипочвенного разбросного способа посева.

Компанией ООО «Омсельмаш» специализирующейся на производстве сельскохозяйственной техники выпускаются различные модификации сеялки СКП-2,1 «Омичка», и посевные комплексы на ее базе [72].

Зернотуковая сеялка-культиватор СКП-2,1 (рисунок 1.13) является базовой модификацией, она предназначена для внутрипочвенного полосового посева семян зерновых культур полосой от 18 до 20 см, с возможностью одновременного проведения предпосевной культивацией, внесения минеральных и прикатыванием посевов.



Рисунок 1.13 – Общий вид сеялки-культиватора СКП–2,1 «Омичка»

Также на базе сеялки СКП-2,1 выпускается посевной комплекс КСКП-2,1х3 «Омич» состоящий из трех сеялок СКП-2,1 которые соединяются сцепкой или соединительным устройством.

Данная сеялка применяется преимущественно в районах подверженных воздействием ветровой и водной эрозии.

СКП-2,1 обеспечивает качественное проведение посева при относительной влажности почвы не более 25 % с ее твердостью до 20 кг/см<sup>2</sup>. Сеялка гидрофицирована, агрегируется с тракторами тягового класса 1,4 т при использовании одного агрегата и тракторами класса от 2 до 5 т при использовании многосеялочного агрегата. [71].

Недостатками данной сеялки является полосовой способ посева, сложная конструкция сошников, а также невысокая емкость зерновых бункеров.

Компания ООО «Сызраньсельмаш» производит многофункциональный агрегат АУП-18.05 предназначенный для ресурсосберегающих технологий посева зерновых сельскохозяйственных культур.

Агрегат универсальный посевной плоскорежущий АУП-18.05 (рисунок 1.14) предназначен для сплошного, внутрпочвенного разбросного посева семян и внесения минеральных удобрений. За один проход агрегат осуществляет культивацию перед проведением посева с внесением удобрений и прикатывание посевов.



Рисунок 1.14 – Общий вид посевного плоскорежущего агрегата АУП-18.05

Ширина захвата агрегата 4,5 м, сеялка, агрегируется с трактором тягового класса 3 т.

Применение данного агрегата позволяет совмещать несколько технологических операций за один проход.

Преимуществом данной сеялки является, возможность осуществлять сплошной, внутрипочвенный разбросной посев, что приводит к экономии семян, за счет уменьшения нормы высева в среднем от 10 % до 15 % [69].

К недостаткам данного агрегата можно отнести неравномерное распределение семян в подсошниковом пространстве из-за применения клиновидного отражательного элемента, сложность конструкции и высокое удельное тяговое сопротивление агрегата, а также его высокую стоимость.

Анализ существующих конструкций сеялок и посевных агрегатов, применяемых, для посева зерновых культур показал, что основным направлением в развитии посевных агрегатов является создание посевных машин с рабочими органами в виде стрелчатой лапы для безрядкового, сплошного посева, работающих по ресурсосберегающим технологиям возделывания зерновых культур, позволяющих производить за один проход несколько технологических операций. Однако существующие сеялки и посевные агрегаты используют рядовой или полосовой способы посева зерновых культур, которые приводят к нерациональному использованию засеваемой площади. В связи с этим необходимо разработать конструкцию сошника стерневой зерновой сеялки для осуществления сплошного внутрипочвенного разбросного посева зерновых культур. Поскольку сеялка СЗС-2,1 в настоящее время получила широкое распространение, как в небольших фермерских хозяйствах, так и в крупных сельскохозяйственных предприятиях, и на ее базе выпускаются сеялки СЗУ-21; СКП-2,1 «Омичка» и СКС-2, а также принимая то, что рабочий орган данной сеялки в виде стрелчатой лапы отвечает требованиям современных ресурсосберегающих технологий, использование сеялки СЗС-2,1 в качестве объекта для совершенствования конструкции ее сошника приобретает большую актуальность.



#### **1.4. Обзор конструкций сошников для внутрипочвенного разбросного посева**

В настоящее время для внутрипочвенного разбросного посева семян используются распределители посевного материала различных конструкций, в которых распределения посевного материала в подсошниковом пространстве происходит лишь за счет геометрической формы распределителя. В реальных, производственных условиях большинство разработанных конструкций сошников для внутрипочвенного разбросного способа посева не обеспечивают необходимую ширину распределения семян в подсошниковом пространстве [43].

Попытки создания первого сошника для внутрипочвенного разбросного посева семян зерновых культур предпринимались в начале 30-х годов профессором К.Н. Васильевым. В нем в качестве наральника использовалась плоскорежущая культиваторная лапа, с расположенным под ней разбрасывателем семян. Впоследствии научными исследованиями и разработками конструкций сошников для внутрипочвенного разбросного посева занимались Ф.В. Грищенко, П.П. Карпуша, А.Ф. Владимиров, Н.П. Радугин, А.И. Владычанский, П.Г. Гурницкий, В.Я. Копель. [88].

Однако данные сошники не получили широкого распространения, поскольку лапы с большой шириной захвата увеличивали тяговое сопротивление посевного агрегата и ухудшали его проходимость.

В связи с этим, в настоящее время продолжается работа по созданию рабочих органов для внутрипочвенного разбросного посева, которые будут отвечать современным агротехническим требованиям к посеву.

Рассмотрим современные конструкции рабочих органов для осуществления внутрипочвенного разбросного способа посева.

Сошник для внутрипочвенного разбросного посева (рисунок 1.15) разработанный И.И. Максимовым, А.А. Петровым, С.А. Васильевым и В.И. Максимовым [82]

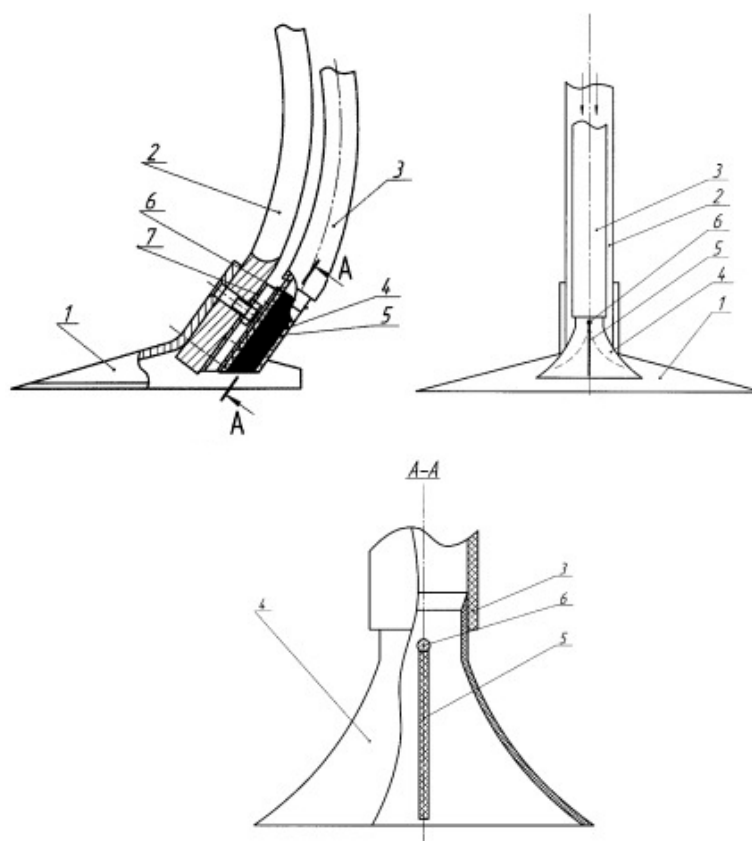


Рисунок 1.15 – Сошник для внутривспашного разбросного посева:

- 1 – стрельчатая лапа; 2 – стойка; 3 – семявоздухопровод;  
 4 – распределитель семян; 5 – эластичный рассекаатель;  
 6 – ось; 7 – держатель

Работа данного сошника осуществляется следующим образом: посевной материал поступает из высевающего аппарата в семяпровод, где подхватываясь потоком воздуха подается в распределитель семян, где под воздействием воздушного потока эластичный рассекаатель приводится в колебательное движение тем самым производя распределение посевного материала в подсошниковом пространстве стрельчатой лапы.

Однако данной конструкции сошника присущи следующие недостатки. Применение выбранной конструкции распределителя способствует распределению посевного материала по краям стрельчатой лапы, вследствие чего середина засеваемой сошником полосы остается не засеянной, что приведет к неравномерному распределению посевного материала на засеваемой площади поля; применение распределения семян воздушным потоком неизбежно приведет

к травмированию посевного материала; дороговизна изготовления конструкции сошника.

Сошник для разбросного посева (рисунок 1.16) разработанный А.П. Голощачовым, С.А. Показаньевым, И.И. Манило, Ю.А. Менщиковым и В.Г. Ерофеевым [81] состоящий из распределителя семян 2, выполненного в виде штока, имеющего форму тела вращения, верхняя часть которого представляет собой конус 3 с прямолинейной образующей. Средняя часть – цилиндр 9 с рассекателями потока семян в виде продольных ребер по всей его длине, расположенных относительно друг друга на угол 100-130°. Нижняя – усеченный конус 4 с криволинейной образующей, находящейся в зоне разброса семян, дальность полета после отскока, которых от нее регулируется путем подъема или опускания рассекателя 2 и фиксации с помощью болтов.

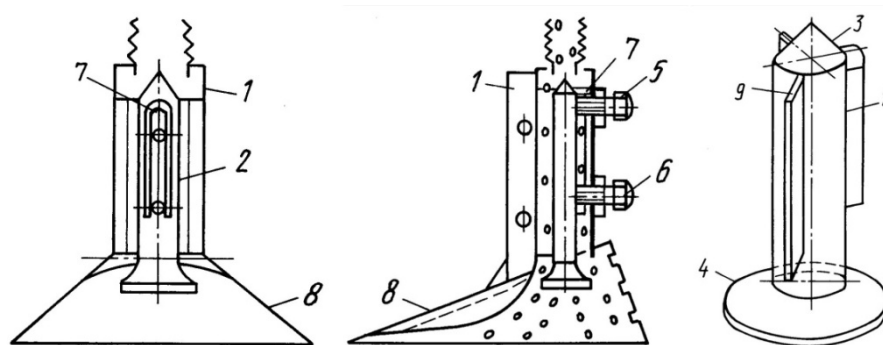


Рисунок 1.16 – Сошник для разбросного посева: 1 – стойка-семяпровод; 2 – шток; 3 – конусная часть штока с прямолинейной образующей; 4 – криволинейная образующая штока; 5,6 – регулировочные болты; 7 – отражатель; 8 – стрельчатая лапа; 9 – рассекатели семян

Сошник работает следующим образом: поступающие в сошник семена, находящиеся в состоянии свободного падения внутри подводящего семяпровода, первоначально в верхней части полой стойки-семяпровода 1 попадают на верхнюю конусную часть 3 штока, где осуществляется первый этап их равномерного распределения в семяпроводе. Поток семян посредством рассекателей 9 распределяется по трем продольным направляющим каналам. Три рассредоточенных потока семян попадают на нижнюю часть штока 2 с

криволинейной образующей 4, после отскока, от которой равномерно распределяются в борозде по всей ширине захвата лапы. Часть семян, попавшая после отскока от верхней конусной части 3 штока на отражатель 7, распределяется на левую и правую части заднего канала. Дальность полета семян после отскока их от криволинейной образующей 4 штока регулируется путем его подъема или опускания с помощью болтов 5, 6.

Недостаток данного сошника заключается в том, что при прохождении нескольких степеней распределения, семена теряют свою кинетическую энергию, вследствие чего максимальная дальность отскока снижается. Также к недостаткам можно отнести сложность в изготовлении распределителя, его регулировку и склонность распределителя к забиванию семенами.

ОАО «Алтайский научно-исследовательский институт технологии машиностроения» предлагает конструкцию сошника (рисунок 1.17.) для подпочвенного разбросного посева [80].

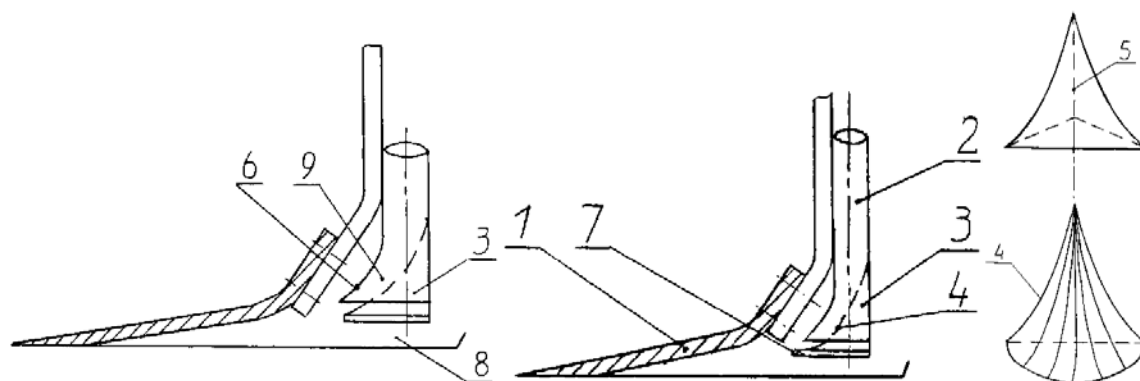


Рисунок 1.17 – Сошник Алтайского научно-исследовательского института технологии машиностроения: 1 – стрелчатая лапа; 2 – семяпровод;  
3 – распределитель; 4 – пирамида с профилированными вогнутыми гранями;  
5 – трехгранная пирамида; 6 – нижняя часть трубы; 7 – днище;  
8 – зазор для равномерного распределения семян в почве;  
9 – зазор, обеспечивающий свободный проход семян и удобрений

Сошник работает следующим образом: из бункера семена поступают в семяпровод, двигаясь по нему, семена поступают на профилированные грани распределителя, соскальзывая с поверхности распределителя, семена попадают на

дно борозды. Равномерность распределения семян в данной конструкции сошника обеспечивается за счет граней распределителя.

Недостатком данного сошника является распределение семена не по всей ширине захвата, поскольку семена, скатывающиеся с распределителя, попадают в переднюю, часть подлапового пространства сошника в сторону противоположную движению посевного агрегата, в связи с чем, возникает неравномерность распределения посевного материала по длине засеваемой полосы. Также к недостаткам можно отнести сложность в изготовлении распределителей применяемых в данном сошнике.

Всероссийский научно-исследовательский и проектно-технологический институт по использованию техники и нефтепродуктов в сельском хозяйстве предлагает сошник (рисунок 1.18) для разбросного высева семян и удобрений [82].

Сошник состоит из стрелчатой лапы 1 прикрепленной к стойке 2, к которой через кронштейн 3 и хомут 4 крепится семяпровод 5. Семяпроводом служит труба, нижняя часть которой овального сечения. В подсошниковом пространстве лапы установлен пассивный распределитель семян, закрепленный к стойке 2, состоящий из рассекателя 6 и отражателя 7, жестко соединенных между собой. Рассекатель 6 представляет собой трехгранную пирамиду. Задняя грань рассекателя равнобедренный треугольник с углом при вершине  $60^\circ$  расположена перпендикулярно оси симметрии лапы 1. Две другие грани имеют угол при вершине равный  $125^\circ$ . Отражатель 7 представляет собой цилиндрическую поверхность, образованную вращением продолжения нижней стороны задней грани рассекателя 6 относительно ее вершины до пересечения с третьим ребром рассекателя 6. Верхняя часть отражателя имеет конфигурацию свода подсошникового пространства и приварена к пластине удлинителю 8 лапы 1 так, что задняя кромка пластины-удлинителя перекрывает нижнюю кромку отражателя на 20 мм, которая приварена к защитной пластине 9. Нижняя точка выходного окна семяпровода находится на расстоянии 16 мм от вершины рассекателя по горизонтали, параллельной оси симметрии лапы сошника.

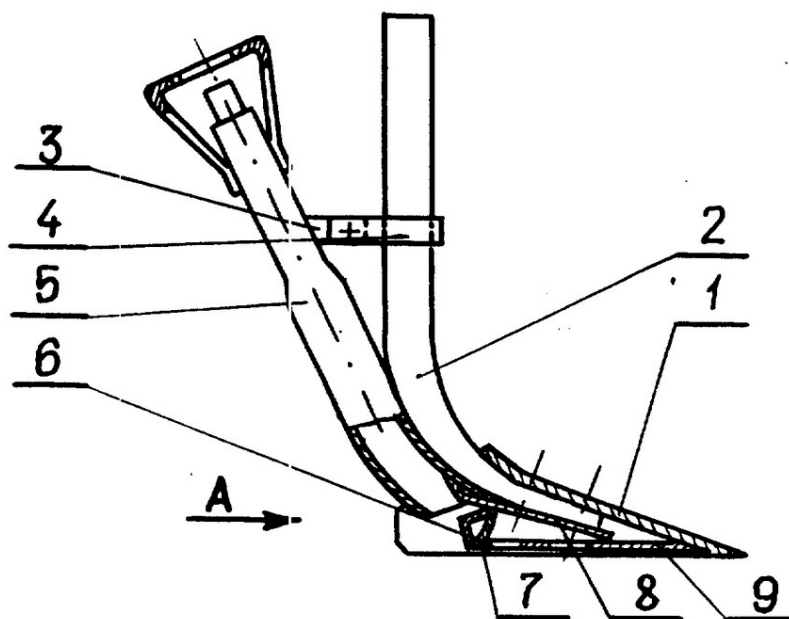


Рисунок 1.18 – Сошник для разбросного высева семян и удобрений:

- 1 – стрельчатая лапа; 2 – стойка; 3 – кронштейн; 4 – хомут;  
 5 – семяпровод; 6 – рассекатель; 7 – отражатель; 8 – удлинитель;  
 9 – защитная пластина

Сошник работает следующим образом: семена, попадая из высевающего аппарата в семяпровод 5, движутся по нему, образуя в нижней части его поток, направленный на вершину рассекателя 6, где распределяются на три потока. Поток, отраженный от задней грани рассекателя 6, распределяется в средней части дна борозды, а два других потока, отражаясь от боковых граней рассекателя 6, поступают на крылья отражателя 7 и, скользя по ним, сходят на дно борозды по всей ширине захвата сошника, а сходящая с лапы почва закрывает их. Это приводит к образованию посевов с равномерным распределением растений по всей площади посева.

Недостатком данного сошника является недостаточная ширина распределения семян засеваемой полосы, а также распределение семян по краям стрельчатой лапы из-за применения клиновидного рассекателя посевного материала.

ФГБОУ ВПО "Пензенская государственная сельскохозяйственная академия"; предлагает конструкцию сошника [83] разработанного; Н.П. Ларюшиным, В.А. Мачневым, М.А. Лариным, А.В. Мачневым и В.В. Шумаевым (рисунок 1.19).

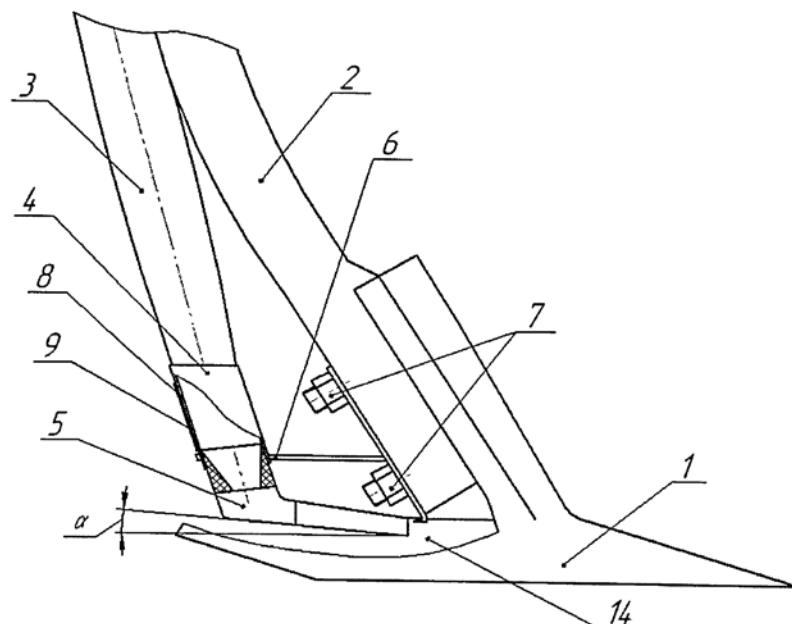


Рисунок 1.19 – Сошник Пензенской ГСХА

Сошник работает следующим образом. семена под действием воздушного потока поступают по семяпроводу к наконечнику, где направитель-распределитель семян который формирует направленный поток семян, равномерно распределяя их в почву.

К недостатком данной конструкции сошника можно отнести использование отражательного элемента при пневматической системе подачи семян, что в свою очередь неизбежно приведет к травмированию посевного материала, которое не благоприятно скажется на росте и развитии растений и в итоге приведет к снижению урожайности засеваемых культур.

Также, для подпочвенного разброса семян используются сошники имеющий активный разбрасывающий диск.

По такому принципу работает сошник для внутривспашечного разбросного посева (рисунок 1.20), разработанный А.А. Лужбиным, Л.М. Максимовым, П.Л. Максимовым, И.А. Дерюшевым [87].

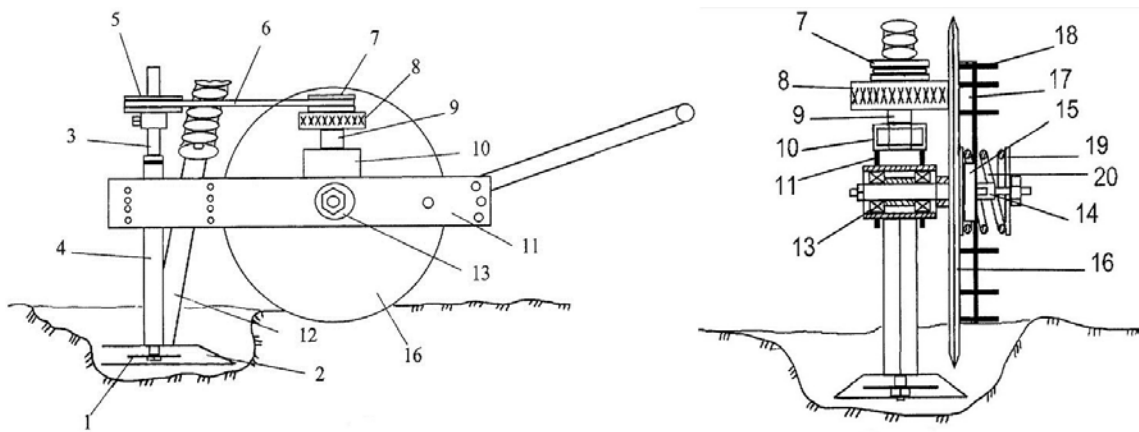


Рисунок 1.20 – Сошник для внутривспашечного разбросного посева:

- 1 – разбрасывающий диск; 2 – нож; 3 – вертикальный вал; 4 – полая стойка;  
 5 – ведомый шкив; 6 – клиновидный ремень; 7 – ведущий шкив 8 – каток;  
 9 – ось; 10 – трубы; 11 – пластинчатые поводки; 12 – трубчатый семяпровод;  
 13 – корпус; 14 – валик; 15 – ступица; 16 – приводной диск;  
 17 – ограничительное кольцо; 18 – почвозацеп; 19 – шайба;  
 20 – спиральная пружина

Распределение семян в данной конструкции сошника происходит за счет применения активного распределителя, который приводится в движение посредством ременной передачи от приводного диска сеялки

Основным недостатком данной конструкции является ее большая металлоемкость, а также сложность в ее изготовлении и сборки. Также из-за проскальзывания разбрасывающего ножа при износе фрикционного материала обода повышается травмирование семян.

Сошник (рисунок 1.21) разработанный Гужином И.Н. [31] работает по принципу схождения посевного материала с криволинейной поверхности распределителя.



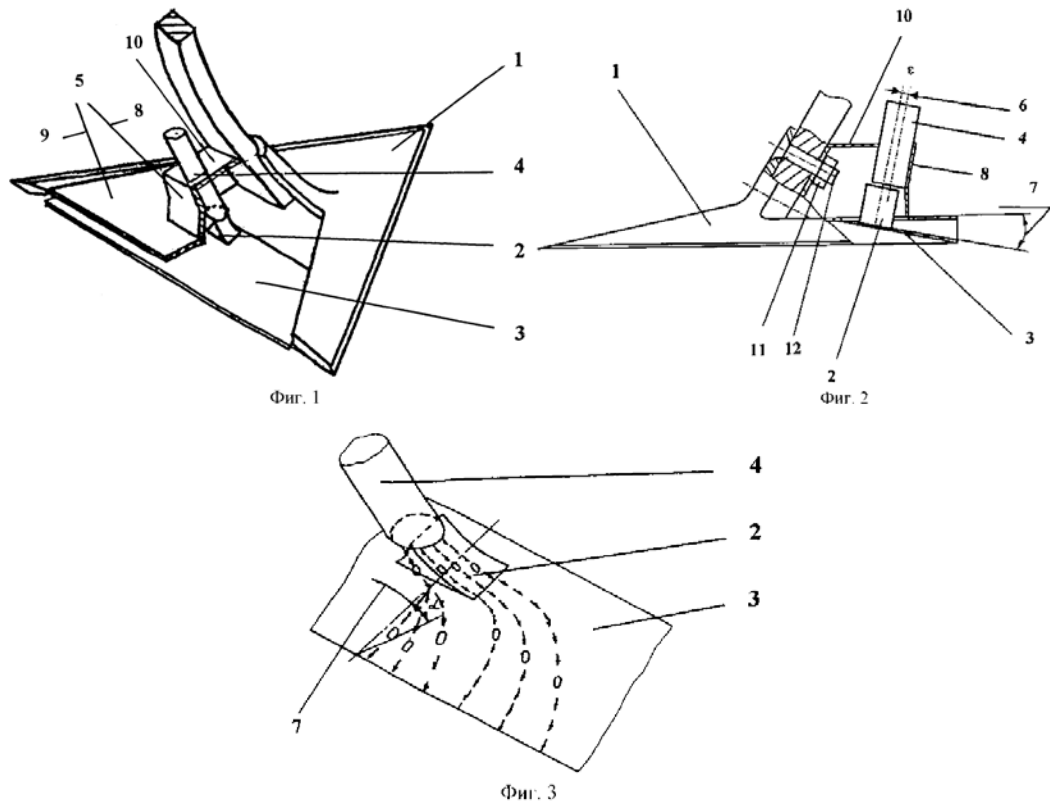


Рисунок 1.21 – Сошник для безрядкового посева семян зерновых культур:

- 1 – нарыльник; 2 – распределитель семян; 3 – наклонная платформа;  
 4 – семяпровод; 5 – почвозащитное устройство; 6 – величина эксцентриситета;  
 7 – угол отклонения наклонной платформы; 8 – короб; 9 – площадка;  
 10 – крышка; 11 – винт; 12 – гайка

Принцип работы сошника заключается в следующем: семена поступающие из семяпровода на криволинейную поверхность распределителя, при движении по поверхности распределителя, семена плавно изменяют направление своего движения и поступают на наклонную платформу которая равномерно распределяет семена по ширине захвата сошника, после схода семян с наклонной платформы они падают на дно борозды.

Недостатком данного сошника является сложность в изготовлении и высокая точность установки распределителя и наклонной плоскости. Также возможно ухудшение распределения семян из-за неравномерного движения посевного агрегата в процессе посева.

ГБОУ СПО Курганский государственный колледж разработал сошник (рисунок 1.22) для разбросного посева [85] работающий по вибрационному способу распределения семян.

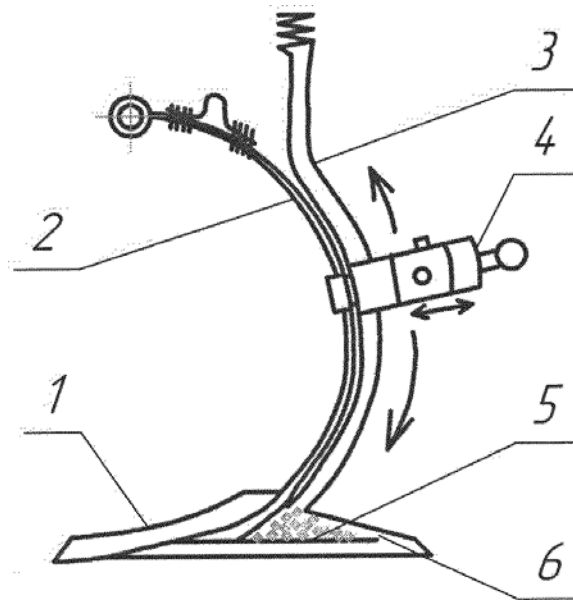


Рисунок 1.22 – Сошник Курганского государственного колледжа:

1 – стрелчатая лапа; 2 – пружинная стойка; 3 – семяпровод;  
4 – вибратор; 5 – распределитель семян; 6 – распределительное пространство

Сошник для разбросного посева имеет стрелчатую культиваторную лапу 1, пружинистую стойку 2, семяпровод 3, вибратор 4. К лапе снизу жестко прикреплен распределитель семян 5, выполненный в виде треугольного поддона, образующего замкнутое пространство под лапой, открытое в виде щели в задней ее части 6. Основание треугольного поддона равно ширине захвата лапы за минусом перекрытия лап. Вибратор установлен на пружинистой стойке с возможностью перемещения вдоль ее образующей.

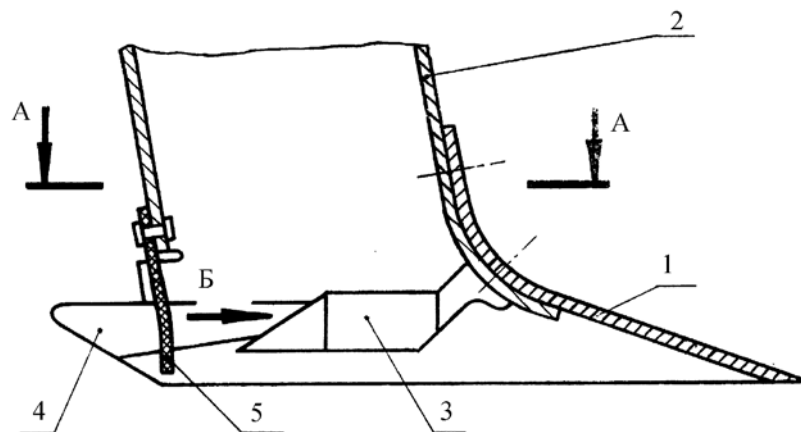
Сошник работает следующим образом. Семена при вибрации лапы 1, пружинистой стойки 2 проходят в щель между лапой и основанием треугольного поддона на всей его ширине основания и поступают на семенное ложе. Поскольку распределитель семян жестко соединен с лапой, а при вибрации они совершают совместные синхронные колебания, то это обеспечивает следующие преимущества: 1 – упрощается конструкция распределителя семян;

2 – устраняется нежелательное забивание почвы между лапой и распределителем;  
3 – вибрация лапы способствует снижению сопротивления ее в процессе движения под слоем почвы при посеве семян. Норма высева семян регулируется изменением частоты и амплитуды колебаний распределителя с лапой перемещением вибратора вдоль дугообразной образующей пружинистой стойки.

К недостаткам конструкции можно отнести внедрение вибрационного механизма, который усложняет конструкцию.

Сибирский научно–исследовательский институт сельского хозяйства предложил следующую конструкцию сошника (рисунок 1.23) для подпочвенного разбросного посева [86].

Сошник работает следующим образом: семена подаваемые высевальными аппаратами, по стойке-семяпроводу направляются на рабочую поверхность распределителя. Отражаясь от боковых и задних граней распределителя семена распределяются в подлаповом пространстве сошника по всей его ширине



Фиг.1

Рисунок 1.23 – Сошник Сибирского научно–исследовательского института сельского хозяйства: 1 – стрельчатая лапа; 2 – семяпровод; 3 – распределитель семян; 4 – сводообразующие косынки; 5 – эластичная стенка

Недостатками данного сошника является недостаточная дальность распределения посевного материала из-за применения эластичной стенки,

наличие незасеянных участков посередине сошника из-за клиновидного типа распределителя семян.

Сошник для разбросного посева [84], разработанный Ю.В. Комаровым, и А.П. Зизевским (рисунок 1.24), включающий в себя полую стойку, экстирпаторную лапу с рассеивателем высеваемого материала, отличающимся тем, что в полую стойку установлен конусовидный отражатель для равномерного распределения высеваемого материала по поверхности рассеивателя, причем рабочая поверхность рассеивателя выполнена в виде линейчатой поверхности с переменным углом наклона образующей ко дну борозды.

Сошник работает следующим образом. Высеваемый материал через полую стойку 1 с отражателем 4 поступает на рассеиватель 3 и разбрасывается под крылья экстирпаторной лапы 2.

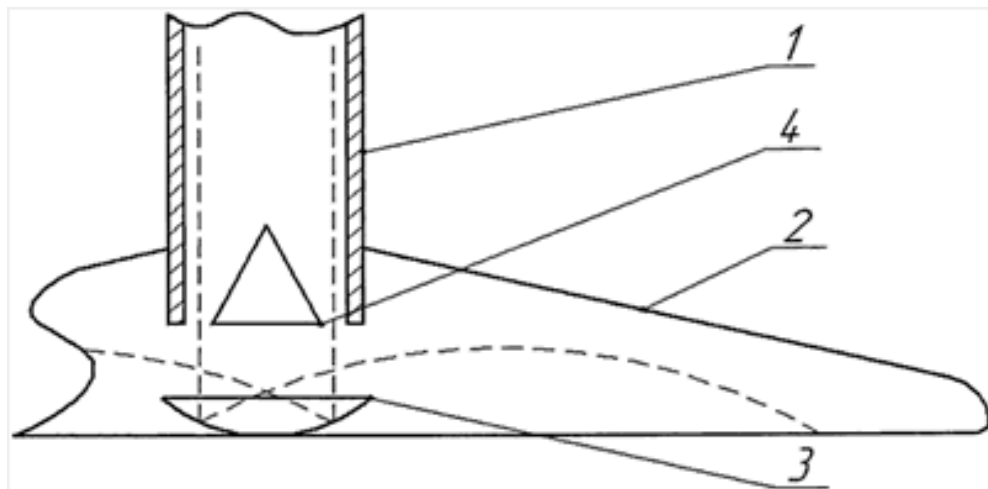


Рисунок 1.24 – Сошник для разбросного посева:

1 – полая стойка; 2 – экстирпаторная лапа;

3 – рассеиватель; 4 – отражатель

Однако конструкция данного сошника имеет ряд недостатков: Вогнутая форма рассеивателя собирательного характера, будет постепенно накапливать в себе посевной материал, что приведет к полному ее заполнению и потере работоспособности. Неравномерный разброс семян по ширине засеваемой полосы. Отсутствие универсальности при высеивании других сельскохозяйственных

культур из-за малого зазора между краями конусовидного отражателя и поллой стойки.

### **1.5. Виды распределителей, для внутрпочвенного разбросного способа посева**

В настоящее время для использования внутрпочвенного сплошного разбросного способа посева применяются сошники, выполненные по подобию культиваторных стрелчатых лап, с установленными внутри распределителями посевного материала имеющих различную конструкцию и принцип работы [30,54,63,93].

На основе проведенного анализа, нами была составлена классификация сошников и распределителей для внутрпочвенного разбросного способа посева, представленная на рисунке 1.25.

Анализ существующих рабочих органов для разбросного посева показал, что можно выделить следующие основные способы осуществления распределения посевного материала:

1. за счёт применения активных распределителей;
2. за счёт использования энергии воздушного потока;
3. за счёт использования энергии свободного падения.

Активные распределители работают по принципу вращательного движения распределителя находящегося в подсошниковом пространстве [83], либо за счет вибраций осуществляемых специальным устройством, установленным на стойке сошника [85]. Применение данных распределителей позволяет добиться наилучшего распределения семян, однако распределители такого типа характеризуются конструктивной сложностью, поскольку требуют наличия дополнительных устройств и приводных механизмов, которые дороги в изготовлении и значительно снижают эксплуатационную надежность конструкции всей сеялки.

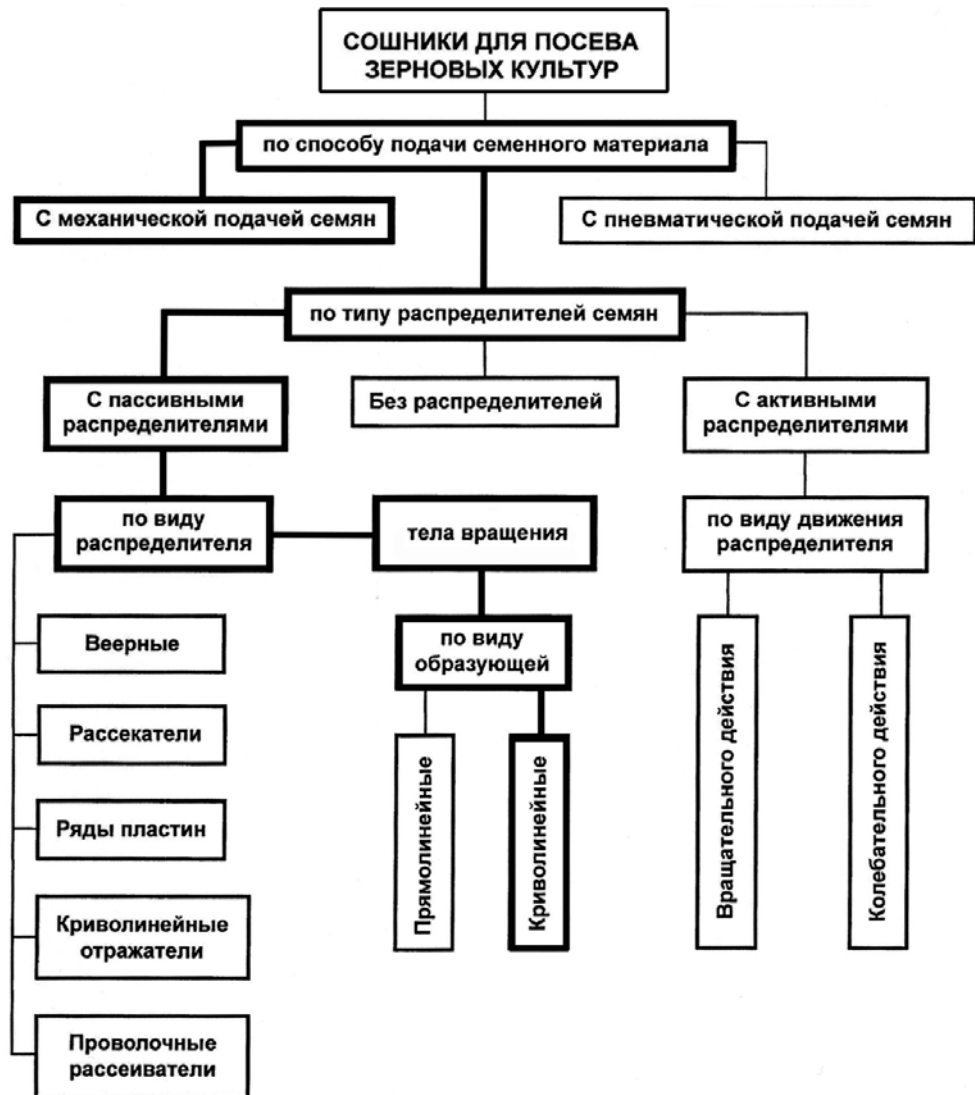


Рисунок 1.25 – Классификация сошников и распределителей для внутривспашечного разбросного способа посева

Использование пневматических систем транспортирования семян в сошниках для внутривспашечного разбросного посева зачастую обусловлено применением широких стрелчатых лап для увеличения ширины засеваемой полосы. Поскольку применением пассивных распределителей не всегда удастся добиться необходимой дальности распределения семян по ширине, благодаря применению пневматических систем семена получают дополнительную скорость за счет энергии воздушной струи, что увеличивает дальность распределения посевного. Однако у данного способа распределения семян существуют следующие недостатки, травмирование посевного материала при движении по

семяпроводу и ударе об отражающую поверхность распределителя семян, для применения пневматического распределения необходим дополнительный компрессор, поэтому распределение семян таким способом оправданно лишь при использовании в посевных агрегатах с использованием пневматической системы транспортировки посевного материала [2,53,118].

В связи с недостатками вышеизложенных способов распределения семян и стремлением обеспечения надежной работы и простоты эксплуатации посевных агрегатов обусловлено то, что большинство разработанных и предложенных конструкций сошников для разбросного посева основаны на применении пассивных распределителей, в которых семена распределяются в подсошниковом пространстве за счет собственного веса.

При использовании распределителей пассивного типа, равномерность распределения семян по засеваемой ширине сошника будет определяться рациональным подбором системы «высевающий аппарат – семяпровод – сошник – распределитель» [109,122].

Распределители семян пассивного действия отличаются простотой своей конструкции, легкостью изготовления и монтаже к сошнику, и высокой надежностью в применении. [2,29,56,109].

По принципу действия распределители пассивного действия можно разделить на распределители, работающие за счет отскока семян от их поверхности и работающие по принципу соскальзывания семян с их поверхности.

В свою очередь поверхность распределителей семян пассивного действия может быть с прямолинейной образующей (пластины, конусы, призмы) и криволинейной образующей (в виде парабол, окружностей, полиномов и брахистохрон) [29,38,40,41].

Равномерность распределения семян по засеваемой сошником полосы достигается за счет геометрической формы образующей поверхности распределителя, а также за счет параметров его установки в подсошниковом пространстве.

Рассмотрев конструкции существующих сошников и применяемых в них распределительных устройств, можно сделать вывод, что наиболее оптимальным типом распределителей семян являются распределители пассивного действия, поскольку они просты в конструкции и изготовлении, а также обеспечивают высокую равномерность распределения семян по засеваемой площади поля. В свою очередь равномерность распределения посевного материала при использовании распределителей пассивного действия обусловлена их геометрической формой, следовательно, необходимо выбрать такую форму образующей распределителя, которая обеспечит наиболее равномерное распределение посевного материала по всей ширине засеваемой сошником полосы.

### **Выводы, цель и задачи исследования**

На основании, проведенного нами анализа способов посева зерновых культур и существующих посевных комплексов и агрегатов с различными конструкциями сошников, можно сделать следующие выводы:

1. Для обеспечения каждого отдельного растения оптимальной площадью питания и снижения конкуренции между растениями, наиболее перспективным способом посева зерновых культур является внутрисочвенный разбросной. При его использовании улучшается полевая всхожесть семян, значительно лучше происходит рост и развитие растений, уменьшается их гибель в период вегетации. В результате чего, достигаются более высокие показатели урожайности.

2. Проведенный анализ имеющихся конструкций сошников для внутрисочвенного разбросного посева показал, что большинство предложенных конструкций сошников выполнены в виде закрытых стрелчатых лап с распределителями пассивного действия, поскольку такие типы распределителей отличаются простотой конструкции, легкостью в их изготовлении и креплении к сошнику. Однако недостатком конструкций сошников с данным видом распределителей является недостаточная дальность и равномерность распределения посевного материала по ширине захвата сошника.



В связи с этим целью настоящих исследований является повышение равномерности внутрипочвенного распределения семян зерновых культур за счет разработки и обоснования конструктивных параметров распределителя сошника стерневой сеялки.

Для решения поставленной цели нам необходимо решить следующие задачи:

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

2. Разработать конструкцию сошника для внутрипочвенного 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.

## **2. Теоретические исследования процесса распределения семян зерновых культур сошником для внутрпочвенного разбросного посева**

В технологическом процессе распределения семян в подсошниковом пространстве решающую роль будут играть конструктивные особенности распределительного устройства, упругие свойства семян, скорость удара зерна об распределительное устройство.

Произведенный в пунктах 1.4-1.5 патентный анализ сошников и приспособлений для распределения семян в почву показал, что наиболее подходящим устройством для распределения семян при внутрпочвенном посеве семян является патент №125016 [84]. Основываясь на конструкции данного патента, нами был разработан патент на полезную модель №155560 (Приложение А), техническим результатом полезной модели является повышение качества посева при одновременном расширении технологических возможностей за счет обеспечения возможности посева различных культур.

### **2.1. Описание конструкции и принципа работы сошника**

Сошник для разбросного посева (рисунок 2.1) состоит из имеющей сплюсненную форму в поперечном сечении полую стойку 1, имеющего форму полусферы распределителя 2, позволяющего распределять семена по всей ширине засеваемой полосы, экстирпаторной лапы 3.

Сошник работает следующим образом. Высеваемый материал через полую стойку 1, имеющую неправильную форму в сечении, поступает на распределительный элемент, который разбрасывает посевной материал под крылья экстирпаторной лапы на всю ее ширину.

Изменение конструкции сошника позволяет высевать различные виды зернобобовых культур, а также распределять семена по площади поля без незасеянных промежутков между ними, что способствует эффективному росту и развитию растений.

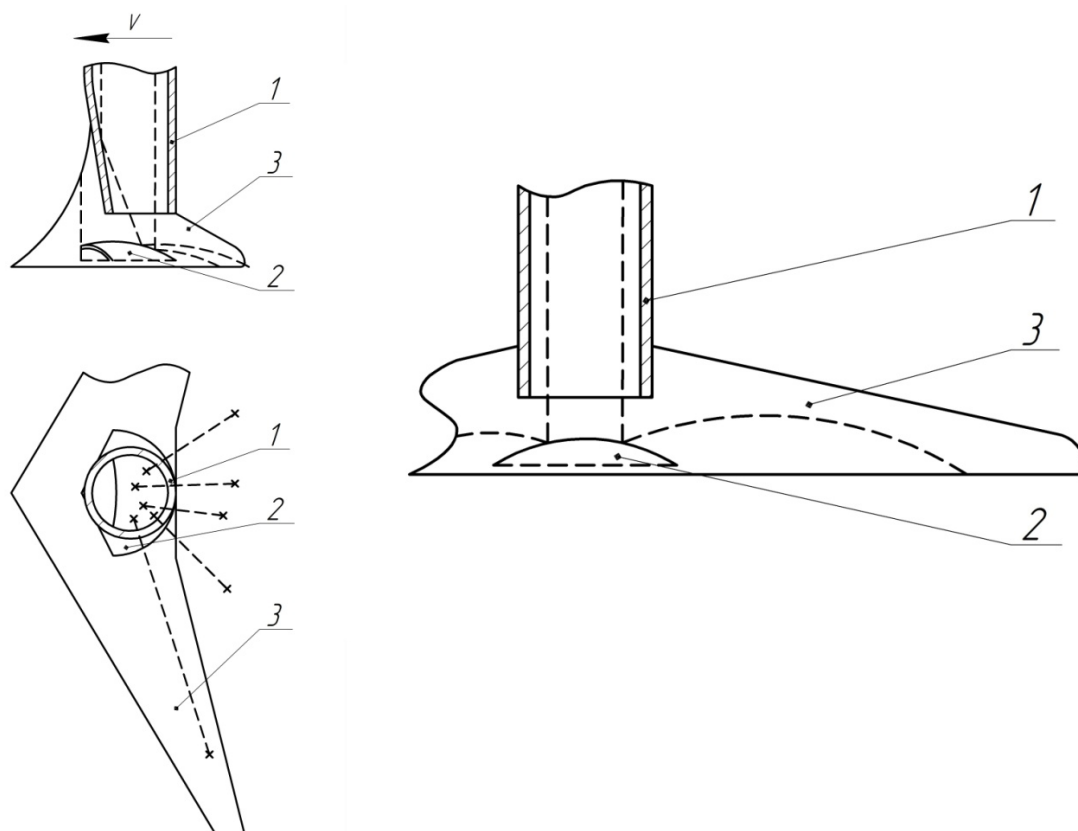


Рисунок 2.1 – Схема конструкции сошника для разбросного посева:  
 1 – семяпровод; 2 – распределительный элемент; 3 – экстирпаторная лапа

## 2.2. Определение физико-механических свойств семян зерновых культур

Физико-механические свойства семян зерновых культур оказывают непосредственное влияние на процесс высева и распределения семян в подсошниковом пространстве сошника [44,88]. В связи с этим, для дальнейших теоретических расчетов процесса распределения семян в подсошниковом пространстве, и обоснования конструктивных параметров образующей поверхности распределителя, необходимо подробнее рассмотреть физико-механические свойства посевного материала используемого при внутривспашечном разбросном посеве зерновых культур.

### **2.2.1. Методика исследования физико-механических свойства семян зерновых культур**

Для исследования физико-механических свойств семян зерновых культур были использованы следующие методики [14,32,55,59,96,113].

Данные полученных в ходе проведения исследований по определению физико-механических свойства семян зерновых культур, подвергались статистической обработке по методикам [11,112] с последующим вычислением средних значений показателей, а также их среднеквадратического отклонение, и коэффициента вариации.

Отбор проб посевного материала для проведения исследований производился по следующим стандартам:

- 1) ГОСТ 13586.3-2015 «Зерно. Правила приёмки и методы отбора проб» [19].
- 2) ГОСТ 13586.5-2015 «Зерно. Методы определения влажности» [20].
- 3) ГОСТ 12042-80 «Семена сельскохозяйственных культур. Методы определения массы 1000 семян» [18].

Для проведения экспериментов в качестве исследуемого посевного материала, были использованы следующие сорта зерновых культур: озимая пшеница «Саратовская 17»; ячмень «Медикум 269»; овес «Рысак» урожая 2014-2015 гг.

Нами было предположено, что на процесс распределения семян после отскока от поверхности распределителя будут влиять следующие свойства посевного материала.

1. Форма зерна и его размеры.
2. Удельная масса 1000 семян в граммах.
3. Коэффициент восстановления зерна.

Форма и размеры семян определялись с помощью электронного штангенциркуля ШЦЦ-I-150 0,01 ГОСТ 166-89 «Штангенциркуль цифровой» [21] путем замера линейных размеров по 100 штук из партий. Результаты измерений

сводились в таблицу Б.1 (Приложение Б), после проведения статистической обработки сравнивались с табличными значениями размеров семян [62,106].

Удельная масса 1000 семян определялась взвешиванием семян разных сортов в количестве 1000 штук с пятикратной повторностью на электронных весах ВК-1500 ГОСТ 24104-2001 [27].

На дальность полета зерна после удара об распределительный элемент в значительной степени влияет коэффициент восстановления, поскольку на практике мы имеем дело не с идеально упругими телами и не идеально гладкими поверхностями. По Ньютону, отношение численных величин нормальных составляющих скоростей зерна есть физическая константа, характеризующая природу соударяющихся тел, которая называется коэффициентом восстановления  $k$ . Численное ее значение заключается между 0 и 1 ( $0 \leq k \leq 1$ ). [79] Коэффициент восстановления  $k$  определяется по формуле:

$$k = \frac{v_{от}}{v_y}. \quad (2.1)$$

Экспериментально значения коэффициента  $k$  можно определить по формуле:

$$v_y = \sqrt{2gH}, \text{ а } v_{от} = \sqrt{2gh}. \quad (2.2)$$

тогда,

$$k = \frac{v_{от}}{v_y} = \sqrt{\frac{h}{H}}, \quad (2.3)$$

где  $H$  – высота падения зерна, м;

$h$  – высота отскока зерна, м.

При проведении экспериментов по определению коэффициентов восстановления (рисунок 2.2) для семян исследуемых культур нами применялись следующие приборы и оборудование: стальная поверхность, измерительная линейка с миллиметровыми делениями ГОСТ 427-75 «Линейки измерительные металлические» [25], цифровая фотокамера для скоростной съемки. Испытаниям подвергались кондиционные семена, подготовленные для посева основных

культур, рекомендуемых для внутрипочвенного разбросного посева: пшеница, ячмень, овес.

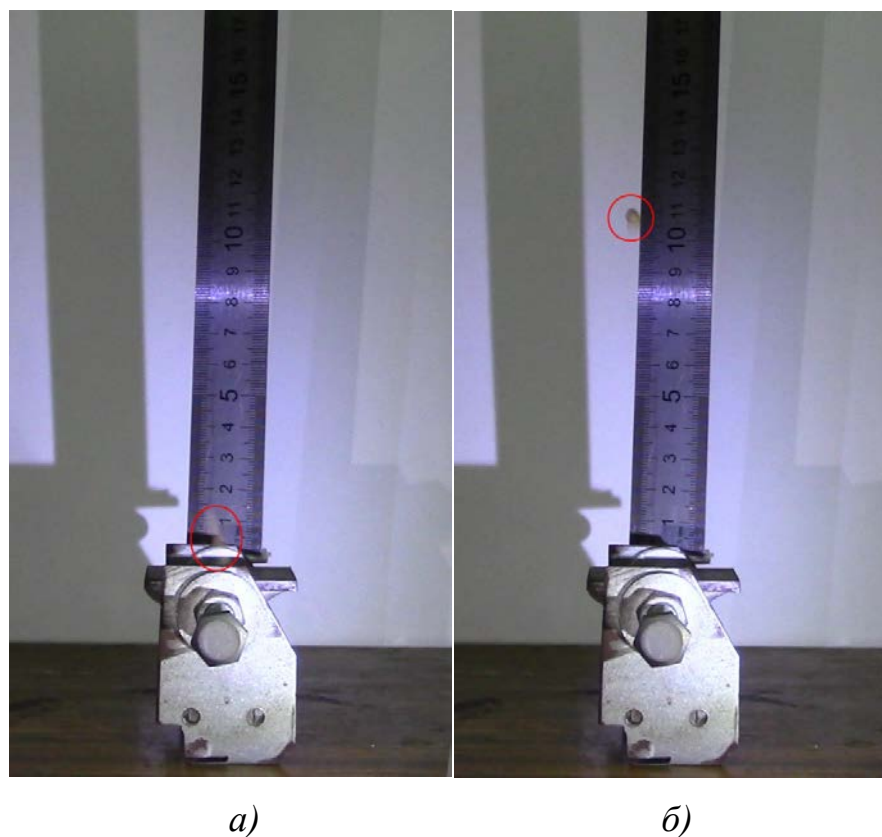


Рисунок 2.2 – Эксперимент по определению коэффициента восстановления зерна: *а)* – момент удара зерна о поверхность; *б)* – максимальная высота отскока зерна после удара

Эксперимент проводился в следующем порядке:

Семена сбрасывались с заданной высоты  $H$ . В это время производилась съемка скоростной видеокамерой, на которой и была зафиксирована величина отскока зерна  $h$ . Полученные результаты сводились в таблицу (Таблица Б.2 Приложение Б) и подвергались статистической обработке.

### **2.2.2. Результаты исследований по определению физико-механических свойства семян зерновых культур**

При проведении исследований по определению основных физико-механических свойств семян зерновых культур, в качестве исследуемых образцов

были использованы следующие сорта: озимая пшеница «Саратовская 17»; ячмень «Медикум 269»; овес «Рысак».

Согласно ГОСТ 13586.3-2015 «Зерно. Правила приёмки и методы отбора проб» [19] были произведены отборы исследуемых зерновых культур для проведения лабораторных испытаний, а также согласно ГОСТ 13586.5-2015 «Зерно. Методы определения влажности» [20] была определена влажность семян всех исследуемых культур, полученные результаты по определению влажности представлены в таблице 2.1.

Далее проводились исследования по определению основных геометрических характеристик посевного материала, а именно длина, ширина и толщина зерна, которые также представлены в таблице 2.1.

Расчет эквивалентного диаметра проводился по формуле:

$$d_{\text{ЭКВ}} = \sqrt[3]{l_3 a_3 b_3}, \quad (2.4)$$

где  $l_3$  – длина зерна, м;

$a_3$  – ширина зерна, м;

$b_3$  – толщина зерна, м.

Анализ полученных результатов геометрических характеристик посевного материала показал, что образцы исследуемых нами культур полностью соответствуют табличным [62,106] значениям геометрических размеров зерна для данных культур. Средний эквивалентный диаметр семян исследуемых культур колеблется в пределах 4,5...4,7 мм, исходя из этого, для проведения теоретических расчетов мы принимаем величину эквивалентного диаметра семян равной  $d_{\text{ЭКВ}} = 0,0045$  м. Полученные значения влажности исследуемых культур соответствуют значениям влажности семян при проведении посева.

В соответствии с ГОСТ 12042-80 «Семена сельскохозяйственных культур. Методы определения массы 1000 семян» [18], были получены значения удельной массы 1000 семян исследуемых зерновых культур. Результаты по определению удельной массы 1000 семян также представлены в таблице 2.1.

Результаты исследований по определению коэффициента восстановления зерна после удара о материал, из которого изготовлен распределитель, представлены в таблице 2.2.

Таблица 2.1 – Основные показатели посевного материала, использованного при проведении лабораторных исследований

Показатели	Зерновые		
	пшеница	ячмень	овес
	Саратовская 17	Медикум 269	Рысак
Чистота семян, %	99,5	99,3	99,4
Влажность семян, %	14,4	15,1	14,5
Масса 1000 штук семян, г	40,16	41	32,25
Средний размер зерна, мм:			
длина	7,592	9,893	13,166
ширина	3,529	3,803	2,915
толщина	3,237	2,863	2,414
$d_{\text{ЭКВ}}$ , мм	4,526	4,785	4,525

Таблица 2.2 – Коэффициенты восстановления зерна

	Зерновые		
	пшеница	ячмень	овес
	Саратовская 17	Медикум 269	Рысак
$k$	0,31	0,29	0,34

В результате проведенных исследований, можно сделать вывод о том, что, физико-механические свойства исследуемых нами культур отличаются друг от друга незначительно, а также соответствуют табличным значениям для этих культур. Следовательно, для проведения дальнейших лабораторных исследований



мы будем рассматривать семена озимой пшеницы сорта «Саратовская 17», поскольку данный сорт зерновой культуры является наиболее распространенным.

### 2.3. Травмирование семян зерновых культур

В связи с применением машин на всех этапах посадки обработки, и уборки семян зерновых культур вопрос травмирования семян приобрел особо острую актуальность. Поэтому, вопрос о травмировании зерна при ударе его о поверхность распределителя, поскольку нами был рассмотрен нами подробнее [52].

По данным профессора И. Г. Строны из института растениеводства им. В.Я. Юрьева, травмирование семян пшеницы с учетом всех микро и макротравм составляет 80...85% для твердой пшеницы и 45...50% для мягкой пшеницы [95]. Повреждение семян отрицательно сказывается на последующем развитии растения, ведет к снижению его урожайности и как следствие наносит значительные убытки сельхозпроизводителям.

Согласно исследованиям, проведенным М.М. Тухватулиным по влиянию удара семян, на их механические повреждения показали, что существенное травмирование семян пшеницы наступает уже при ударе со скоростью 6 м/с [108]. Следовательно, для предотвращения травмирования, скорость удара зерна о поверхность распределителя при высеве не должна превышать скорость в 6 м/с.

Опираясь на ранее проведенные исследования А.А. Кирова, средняя скорость семян зерновых культур на выходе из семяпровода составляет 3,4...4,5 м/с [38]. Для подтверждения данных значений скорости проведем теоретический расчет скорости зерна при его соударении с поверхностью распределителя.

Для этого воспользуемся формулой:

$$v_{\text{уд}} = \sqrt{2gh}, \quad (2.5)$$

где  $v_{\text{уд}}$  – скорость зерна в момент удара о поверхность распределителя, м/с;

$g$  – ускорение свободного падения, м/с<sup>2</sup>;

$h$  – высота падения зерна, м.

Подставив в формулу (2.5) коэффициент внутреннего трения семян  $f_{\text{вн.тр.}}$  мы получим формулу для определения скорости зерна в момент удара о поверхность распределителя [51,62].

$$v_{\text{уд}} = f_{\text{вн.тр.}} \sqrt{2gh}. \quad (2.6)$$

Согласно конструктивным размерам сеялки СЗС-2,1 принимаем высоту падения зерна от высевающей катушки до конца семяпровода равной 1,5 м.

Подставив в формулу (2.6) высоту падения зерна, а также минимальное и максимальное значение коэффициента внутреннего трения семян получим значение скорости зерна в момент удара о поверхность распределителя  $v_{\text{уд}} = 3,5 \dots 4,1$  м/с.

Из полученного интервала значения скорости можно сделать вывод о том, что скорость зерна в момент удара о поверхность распределителя не превышает скорость в 6 м/с, следовательно, травмирования зерна при его взаимодействии с поверхностью распределителя не произойдет.

#### **2.4. Определение дальности полета семян после отскока от поверхности распределителя, установленного под углом к горизонту**

При использовании внутрипочвенного разбросного посева, большое применение нашли конструкции рабочих органов с использованием распределителя. Однако зачастую такие конструкции не позволяют добиться распределения семян по всей ширине засеваемой полосы. Это связано с тем, что при внутрипочвенном разбросном способе посева дальность полета семян после удара о поверхность распределителя ограничена подсошниковым пространством, которое, зависит от размеров и конструктивных параметров стрельчатой лапы.

В связи с этим при конструировании распределителей необходимо обеспечить такие конструктивные параметры распределителя, что бы обеспечить оптимальную дальность полета семян после удара о поверхность распределителя. В противном случае, превышение дальности полета семян приведет к неравномерному распределению семян, уменьшению площади питания каждого

отдельного растения, что в итоге приведет к конкуренции растений за питательные вещества, увеличению гибели растений в период вегетации и как следствие, к снижению полевой всхожести и ухудшению урожайности. Недостаточная дальность полета семян, также приведет к неравномерному распределению семян по всей ширине засеваемой полосы, что также приведет к снижению урожайности и ухудшению всхожести семян.

#### **2.4.1. Методика определения дальности полета семян после отскока от поверхности распределителя, установленного под углом к горизонту**

Целью проведения лабораторных исследований по определению дальности полета семян после отскока от поверхности плоского распределителя, установленного под углом к горизонту, было определения оптимальных конструированных параметров распределительных элементов при использовании сошника для внутривспашечного разбросного способа посева зерновых культур.

Для проведения данных экспериментов, нами была разработана и изготовлена лабораторная установка (рисунок 2.3–2.5).

Лабораторная установка состоит из основания 7, на которое крепиться штатива 4, на нем с помощью креплений 3 зафиксирован семяпровод 2 с установленным на нем, механизмом подачи семян 1. Под семяпроводом установлен плоский стальной распределительный элемент 5 с возможностью регулировки угла наклона к горизонту. Для измерения дальности полета семян использовалась измерительная рамка 6 с размерами 0,6 x 0,5 м, имеющая поперечные перегородками через каждые 0,02 м. Для фиксации зерен после отскока использовалась прозрачная пленка, смазанная клейким материалом, и закрепленная поверх измерительной рамки. [27,25]

Эксперимент проводился по следующей методике. Плоский стальной распределительный элемент (изготовленный из стали марки ст3) при помощи угломера [26] устанавливался и фиксировался на заданный угол наклона к горизонту. Затем в механизм подачи семян загружалось заданное количество образцов семян озимой пшеницы «Саратовская 17». После чего производился

высев семян. Значения дальности полета семян зафиксированных на прозрачной пленке замерялась линейкой с миллиметровыми делениями ГОСТ 427-75 «Линейки измерительные металлические». [25]

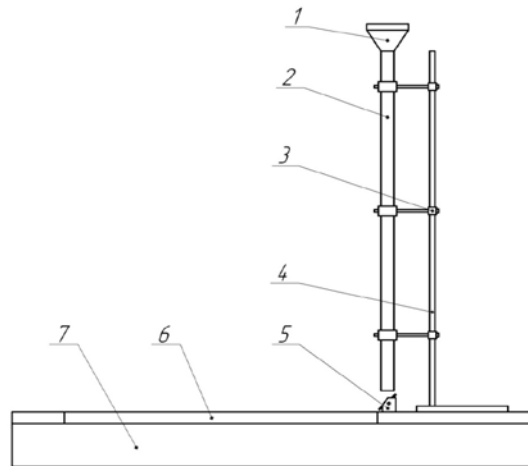


Рисунок 2.3 – Схема лабораторной установки для определения дальности полета семян после отскока от поверхности распределителя, установленного под углом к горизонту: 1 – механизм подачи семян; 2 – семяпровод; 3 – крепления; 4 – штатив; 5 – распределительный элемент; 6 – измерительная рамка; 7 – основание.

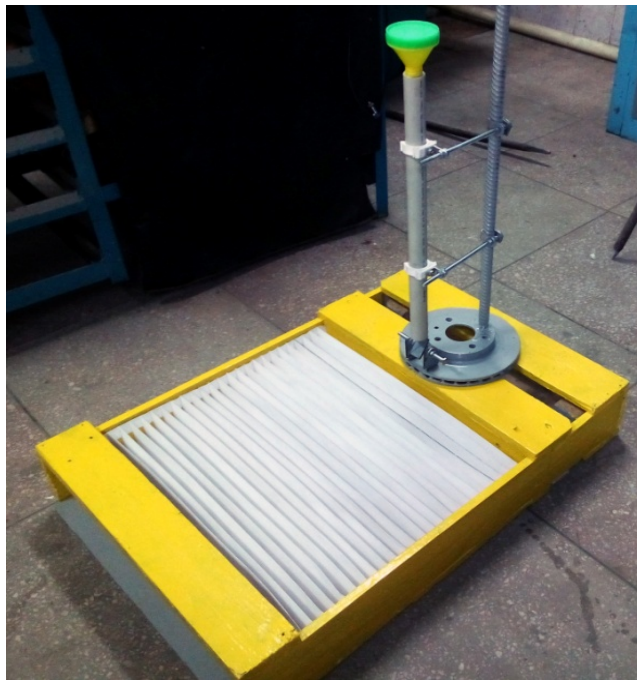


Рисунок 2.4 – Общий вид установки для определения дальности полета семян после отскока от поверхности распределителя, установленного под углом к горизонту

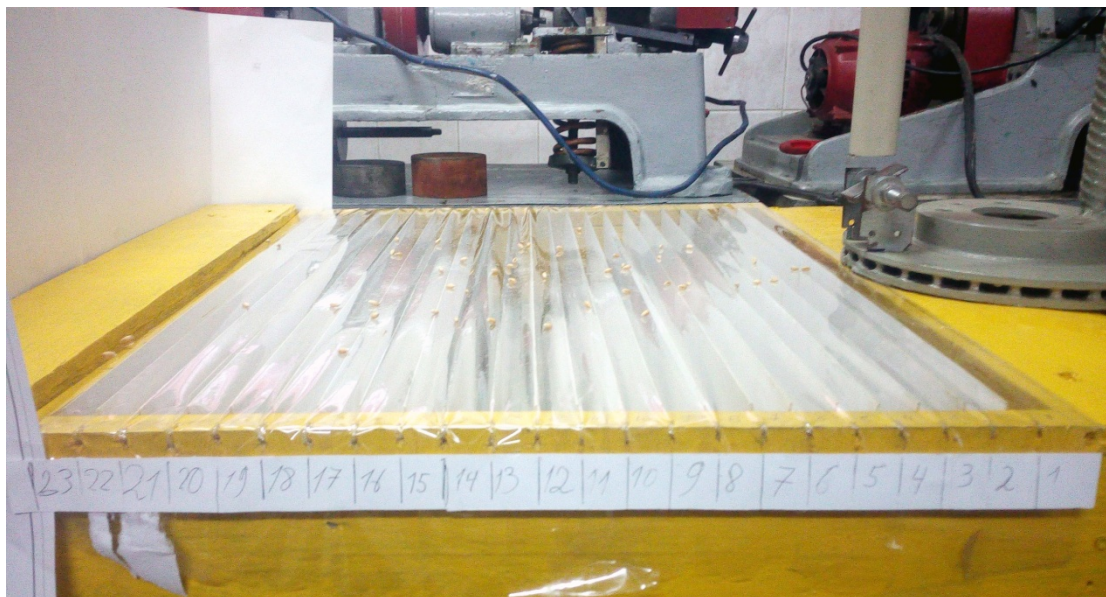


Рисунок 2.5 – Исследования по определению дальности полета семян после отскока от поверхности распределителя, установленного под углом к горизонту

При проведении лабораторных испытаний производились два вида эксперимента.

- Высев по одному зерну.
- Высев небольшими навесками, из расчета нормы высева под площадь измерительной рамки.

Такие способы высева обусловлены тем, что при теоретическом обосновании конструктивных параметров распределительных элементов зачастую рассматривается единичный удар зерна о поверхность распределителя, с последующим описанием траектории падения зерна [31]. Однако на практике процесс высева характеризуется не единичным высевом зерна, а высевом постоянным потоком, при котором, предположительно, происходит взаимодействие семян друг с другом, поэтому дальность полета семян при высеве потоком, будет отличаться от дальности полета при единичном высеве зерна.

Обработка экспериментальных данных производилась по методу статистической обработки, с нахождением математического ожидания и коэффициента вариации (Таблица Б.3-Б.4, Приложение Б), после чего строились

графические зависимости дальности отскока семян в зависимости от различных углов установки распределителя.

#### 2.4.2. Результаты лабораторных исследований по определению дальности полета семян после отскока от поверхности распределителя, установленного под углом к горизонту

Исследования по определению дальности полета семян после отскока от поверхности распределителя, установленного под углом к горизонту, проводились с использованием плоского распределителя установленного под различными углами наклона к горизонту, которые изменялись от 30 до 70 градусов.

После проведения эксперимента, подсчитывалось количество семян выпавших в каждую ячейку измерительной рамки, а также замерялась значения дальности отскока каждого зерна линейкой с миллиметровыми делениями и проводилась статистическая обработка. По результатам проведения исследований строилась графическая зависимость дальности полета зерна после отскока от поверхности распределителя, установленного под углом к горизонту, представленная на рисунке 2.6.

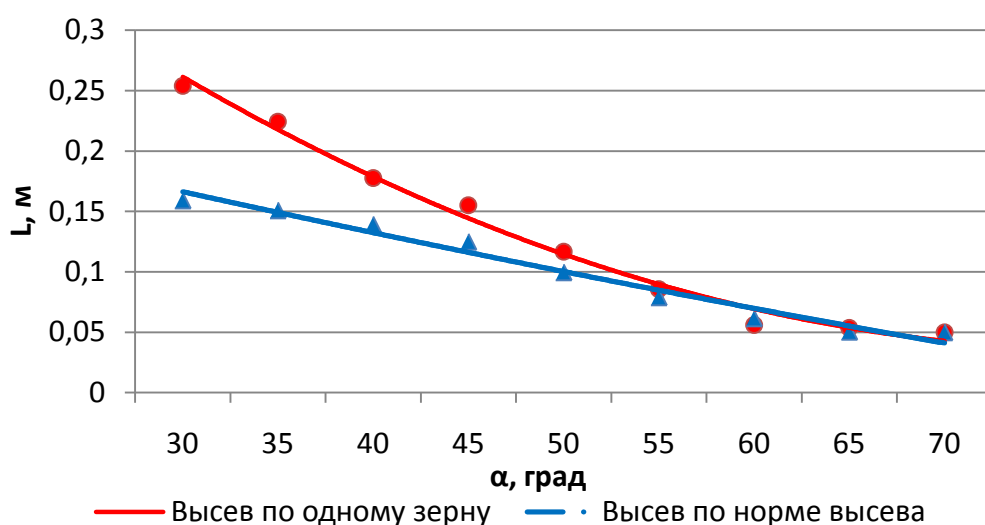


Рисунок 2.6 – График зависимости дальности полета семян пшеницы, сорта «Саратовская 17», после отскока от поверхности распределителя, установленного под углом  $\alpha$  к горизонту

Анализ графика 2.6 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. Такие различия объясняется взаимодействием семян при их высева постоянным потоком, что можно описать коэффициентом высева семян постоянным потоком, который будет определяться по формуле:

$$\zeta_{\alpha} = \frac{L_{на\alpha}}{L_{о\alpha}}, \quad (2.7)$$

где  $L_{на}$  – дальность полета семян, при высева по норме высева, от поверхности распределителя установленного под углом к горизонту  $\alpha$ , м;

$L_{о\alpha}$  – дальность полета семян, при высева по одному зерну, от поверхности распределителя установленного под углом к горизонту  $\alpha$ , м.

Значения коэффициента высева семян постоянным потоком для различных углов установки распределителя к горизонту отображены в таблице 2.3.

Таблица 2.3 – Коэффициент высева семян постоянным потоком

Углы, град	30	35	40	45	50	55	60	65	70
$\zeta$	0,63	0,68	0,74	0,8	0,87	0,94	0,99	1	1

Однако данный коэффициент справедлив лишь при постоянной высоте установки распределителя по вертикали, используемой при проведении лабораторных исследований. Разработанный нами распределитель имеет сферическую поверхность, вследствие чего высота падения и отскока семян от его поверхности будет изменяться в зависимости от координаты падения зерна на поверхность распределителя, поэтому, нам необходимо провести теоретические исследования по определению дальности полета семян после отскока от поверхности распределителя.

## 2.5. Теоретические исследования процесса распределения семян после отскока от поверхности распределителя, установленного под углом к горизонту

При описании процесса движения семян при их высеве из семяпровода примем следующие допущения: семена в семяпроводе ориентируются в одном направлении и при взаимодействии с поверхностью распределителя ведут себя одинаково, в связи с этим при проведении расчетов семена будут рассматриваться как материальные точки.

Рассмотрим движение зерна по прямолинейной траектории на участке выхода из семяпровода (рисунок 2.7).

Начальная скорость зерна на выходе из семяпровода  $\overline{v}_0$ , для получения максимальной дальности полета зерна, после отскока от поверхности распределителя, принимается равной 4,1 м/с (пункт 2.3)

–  $\overline{v}_b$  – конечная скорость зерна перед ударом об поверхность распределителя в точке  $b$ .

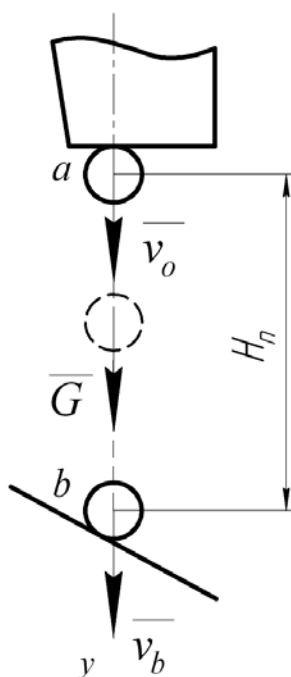


Рисунок 2.7 – Схема прямолинейного движения зерна:

$\overline{v}_0$  – начальная скорость зерна;  $\overline{v}_b$  – конечная скорость зерна перед ударом о поверхность распределителя;  $H_n$  – высота установки семяпровода относительно распределителя



Свободное падение тел это равноускоренное движение [107], тогда, для определения конечной скорости зерна перед ударом об поверхность плоского распределителя воспользуемся формулами равноускоренного движения для определения координаты тела и скорости (2.8) и (2.9).

$$v_y = v_0 + gt_{\Pi}, \quad (2.8)$$

$$y = v_0 t_{\Pi} + g \frac{t_{\Pi}^2}{2}. \quad (2.9)$$

В момент падения зерна на поверхность плоского распределителя  $y=H_{\Pi}$

Выразим время полета зерна из уравнения (2.9)

$$t_{\Pi} = \frac{-v_0 \pm \sqrt{v_0^2 + 2gH_{\Pi}}}{g}. \quad (2.10)$$

Подставив полученное значение времени в уравнение (2.8), определим конечную скорость зерна перед ударом об поверхность плоского распределителя:

$$v_b = \sqrt{v_0^2 + 2gH_{\Pi}}. \quad (2.11)$$

При дальнейшем движении зерна происходит его удар о поверхность распределителя, рассмотрим данный процесс подробнее.

Процесс удара можно разбить на две фазы. В первой фазе происходит сближение тел по линии общей нормали, вследствие чего проекция на нормаль относительной скорости точки контакта тел уменьшается до нуля. Затем наступает вторая фаза удара, в которой тела удаляются друг от друга, а величина относительной скорости соприкосновения тел, изменив знак, возрастает, но не достигает своего значения в начале удара. Отношение между нормальной составляющей относительной скорости точки контакта тела после удара к его значению до удара есть физическая величина, характеризующая физические свойства соударяющихся тел, называемая коэффициентом восстановления  $k$ .

Удар зерна о поверхность распределителя происходит под углом  $\alpha$  к поверхности распределителя, который в теории удара называется косым ударом (рисунок 2.8).

Из теории удара [44] известно, что при косом ударе коэффициент восстановления связан с модулем нормальных проекций скоростей по следующей зависимости:

$$k = \frac{v'_b \cos \beta}{v_b \cos \alpha} = \frac{\operatorname{tg} \alpha}{\operatorname{tg} \beta} \quad (2.12)$$

где:  $\alpha$  – угол падения зерна, град;

$\beta$  – угол отражения зерна, град.

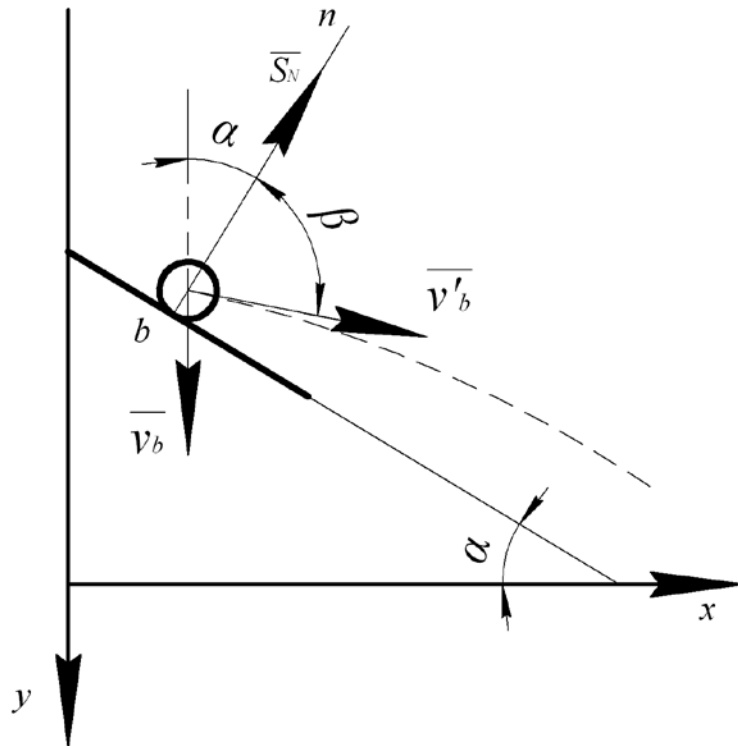


Рисунок 2.8 – Схема удара зерна о поверхность плоского распределителя

Из (2.12) можно сделать следующие выводы: во-первых, угол отражения  $\beta$  будет всегда больше угла падения  $\alpha$ , поскольку  $k < 1$ ; во-вторых, задаваясь известным нам значением угла падения, который равен углу наклона плоского распределителя к горизонту, а также зная численно значение коэффициента восстановления, можно определить значение угла отражения зерна.

Вторым важным фактором при ударе зерна о поверхность распределителя является скорость отскока  $v'_b$ , которая при косом ударе связана со скоростью падения  $v_b$  и углом падения  $\alpha$ .

Выразив из (2.12) угол отражения  $\beta$ , и скорость отскока зерна  $v'_b$  получим:

$$\beta = \arctg\left(\frac{tg\alpha}{k}\right). \quad (2.13)$$

$$v'_b = v_b \sin\alpha \sqrt{1 + k^2 ctg^2\alpha}. \quad (2.14)$$

Таким образом мы нашли необходимые нам составляющие для расчета дальнейшего движения зерна, которое после отскока от поверхности плоского распределителя падает вниз, под углом к горизонту  $\gamma$ , по криволинейной траектории на дно измерительной рамки (рисунок 2.9). Данное движение представляет собой движение пикирующего тела.

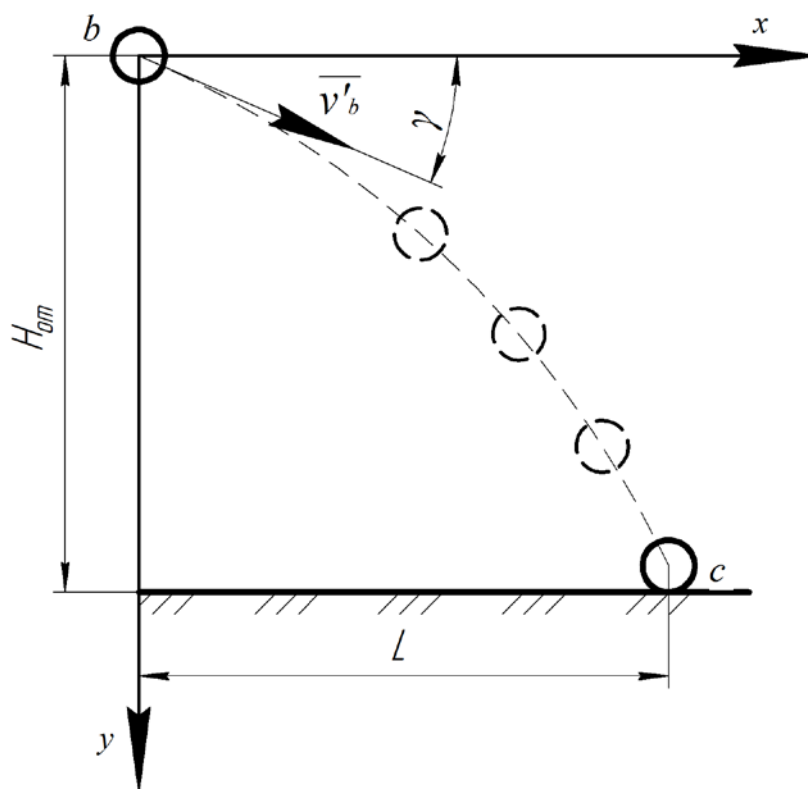


Рисунок 2.9 – Схема движения зерна после отскока от поверхности плоского распределителя:  $\gamma$  – угол падения зерна после отскока;

$H_{om}$  – высота падения зерна после отскока;  $L$  – дальность полета зерна

Угол падения зерна после отскока  $\gamma$  можно определить по следующему выражению:

$$\gamma = (\alpha + \beta) - 90. \quad (2.15)$$

Для определения дальности полета зерна после отскока от поверхности плоского распределителя запишем уравнение движения зерна в координатах  $x, y$ :

$$x = v'_b \cos \gamma t, \quad (2.16)$$

$$y = v'_b \sin \gamma t + \frac{gt^2}{2} - H_{om}. \quad (2.17)$$

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

Выразив из (2.17) время полета зерна, получим:

$$t = \frac{\sqrt{v'^2_b \sin^2 \gamma + 2gH_{om}} - 2v'_b \sin \gamma}{g}. \quad (2.18)$$

Подставив (2.18) в (2.16), мы найдем дальность полета зерна  $L$  после отскока от поверхности распределителя:

$$L = v'_b \cos \gamma \frac{\sqrt{v'^2_b \sin^2 \gamma + 2gH_{om}} - 2v'_b \sin \gamma}{g}. \quad (2.19)$$

По результатам проведения теоретические расчеты по определению дальности полета зерна после отскока от поверхности плоского распределителя, (Таблица Б.5. Приложение Б), была построена графическая зависимость (рисунок 2.10), которую мы сравнили с данными полученными при проведении лабораторных исследований.

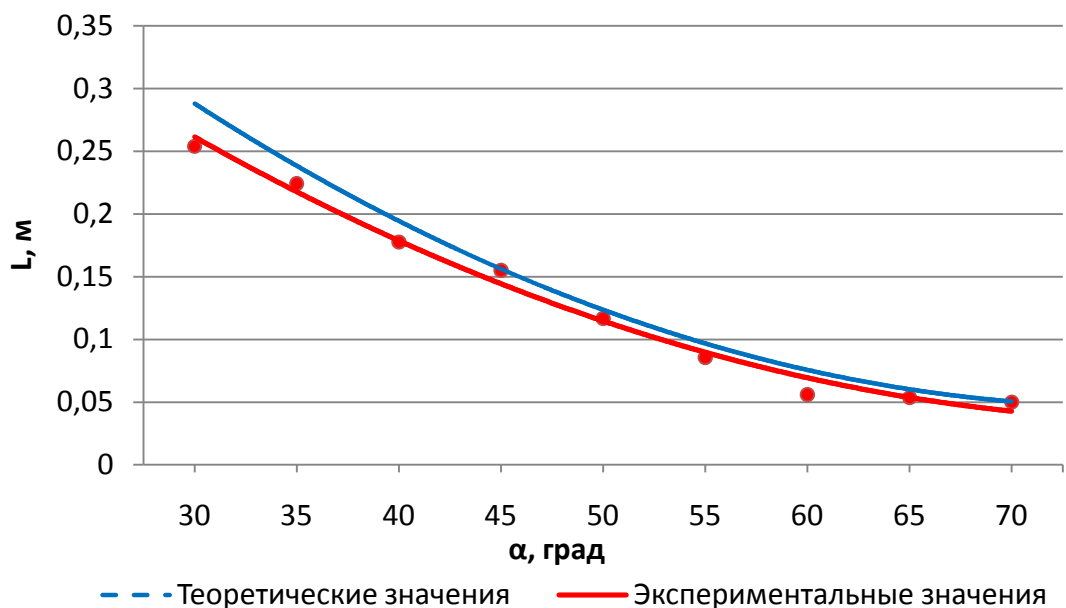


Рисунок 2.10 – График дальности полета семян в зависимости от углов наклона к горизонту плоского распределителя

Как видно из графика 2.10 зависимость, полученная по результатам теоретических расчетов, полностью подтверждается результатами, полученными при проведении лабораторных испытаний.

Однако поскольку на практике высева семян происходит постоянным потоком, с учетом требуемой нормы высева, дальность полета навески семян после отскока от поверхности распределителя будет меньше дальности полета одного зерна. Для определения дальности полета семян, с учетом нормы высева дополним формулу (2.19) коэффициентом высева семян постоянным потоком:

$$L_q = L\zeta_\alpha, \quad (2.20)$$

Полученную по формуле (2.20) графическую зависимость, сравним с результатами, полученными в ходе проведения лабораторных исследований (рисунок 2.11).

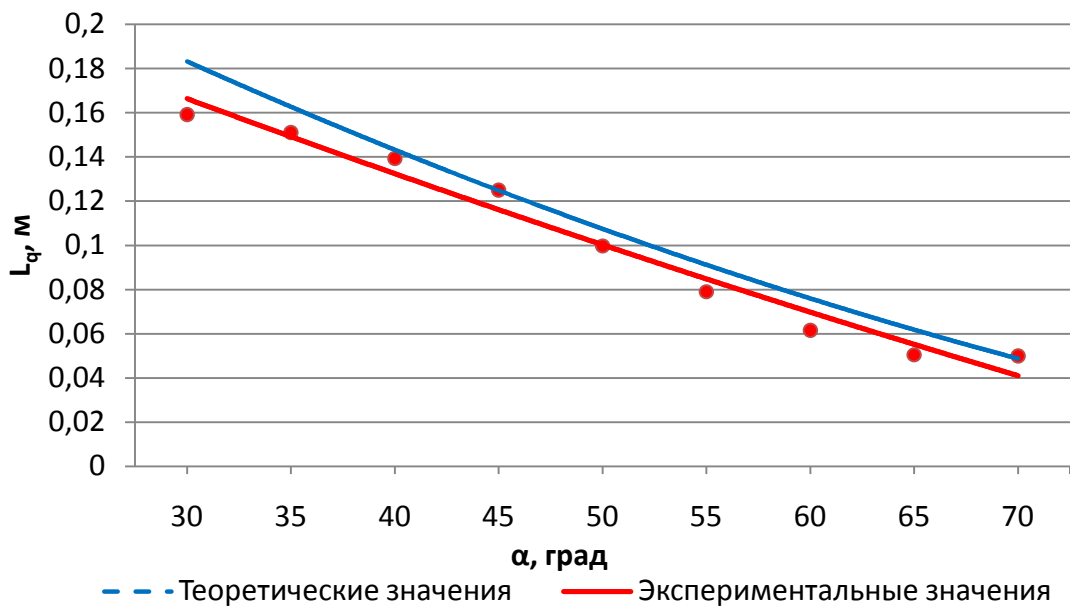


Рисунок 2.11 – График дальности полета семян в зависимости от углов наклона к горизонту плоского распределителя, с учетом коэффициентом высева семян постоянным потоком

Как видно из графика 2.11. теоретическая зависимость дальности полета семян после отскока от образующей поверхности распределителя, подтверждает

экспериментальную зависимость, полученную при проведении лабораторных испытаний по определению дальности полета семян после отскока от поверхности распределителя, установленного под углом к горизонту с учетом нормы высева.

Однако, как было описано в пункте 2.4.2 использование коэффициента высева семян постоянным потоком возможно лишь при неизменной высоте установки распределителя по вертикали, используемой при проведении лабораторных исследований. Для определения дальности полета зерна при изменении высоты падения и отскока семян нам необходимо определить скорость отскока семян от поверхности плоского распределителя при единичном высеве семян и высеве семян постоянным потоком, для этого выразим из формулы (2.19) скорость отскока зерна:

$$v' = \frac{\sqrt{gL}\sqrt{sec\gamma}}{\sqrt{2Lsin\gamma - 2H_{om}cos\gamma}}. \quad (2.21)$$

Подставив в формулу (2.21) известные нам значения дальностей полета зерна, при единичном высеве и высеве постоянным потоком.

Отношение скорости отскока семян при их высеве с учетом нормы высева к скорости отскока при высеве одного зерна (2.22) будет представлять собой коэффициент приращения скорости семян при их высеве постоянным потоком:

$$\zeta = \frac{v'_{н\alpha}}{v'_{о\alpha}}, \quad (2.22)$$

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

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

Значения коэффициента приращения скорости семян при их высеве постоянным потоком при различных углах установки плоского распределителя к горизонту отображены в таблице 2.4.

Таблица 2.4 – Коэффициент приращения скорости семян при их высеве постоянным потоком

Углы, град	30	35	40	45	50	55	60	65	70
$\zeta$	0,62	0,6	0,59	0,58	0,63	0,75	0,9	1	1

Данный коэффициент позволит нам определять дальность полета семян после их отскока от поверхности распределителя, с учетом нормы высева, не зависимо от высоты падения и отскока семян.

Тогда, с учетом коэффициента приращения скорости семян при их высеве постоянным потоком скорость отскока семян после удара о поверхность плоского распределителя будет производиться по формуле:

$$v''_b = v_b \zeta_\alpha \sin \alpha \sqrt{1 + k^2 ct g^2 \alpha}. \quad (2.23)$$

А расчет дальности полета семян по формуле:

$$L_q = v''_b \cos \gamma \frac{\sqrt{v''_b^2 \sin^2 \gamma + 2gH_{om}} - 2v''_b \sin \gamma}{g}. \quad (2.24)$$

При проведении дальнейших экспериментов и полевых испытаний мы будем использовать стандартный сошник сеялки СЗС-2,1 имеющий ширину захвата 27 см. Максимальная дальностью полета семян после отскока от поверхности распределителя, ограниченная подлаповым пространством сошника, не должна превышать половины ширины захвата сошника, то есть 13,5 см. Учитывая расстановку и перекрытие стрелчатых лап на сеялке при посеве, дальность отскока семян ограниченная подлаповым пространством будет составлять 12 см. Это значение не будет превышено, если углы наклона образующей распределителя к горизонту будут находиться в пределах от 45 до 60 градусов.

Поскольку, при использовании стрелчатых лап с различной шириной захвата, а также при высеве различных сортов зерновых культур, для достижения необходимой дальности полета семян и равномерности их распределения, нам потребуется, провозвести регулировку установки семяпровода относительно

распределителя. Этого можно добиться, увеличив углы наклона к горизонту у образующей распределителя на 5 градусов в каждую сторону, тогда углы наклона образующей распределителя к горизонту будут равны от 40 до 65 градусов. Использование требуемых углов для равномерного распределения посевного материала в подсошниковом пространстве, можно добиться лишь в том случае, если распределительный элемент будет иметь образующую его поверхности с плавным изменением углов ее наклона к горизонту в необходимых пределах.

## **2.6. Обоснование выбора образующей поверхности распределителя**

Проведенный нами патентный анализ конструкций сошников для разбросного посева зерновых культур и применяемых в них распределительных устройств рассмотренных в пункте 1.5, показал, что наиболее распространенным типом распределителей семян являются распределители пассивного действия.

Анализирую поверхности распределителей семян пассивного действия, применяемых в конструкциях сошников для разбросного посева, можно сделать вывод о том, что в конструкциях применяются распределители с различными формами образующей поверхности. Образующие поверхностей распределительных устройств, можно подразделить на два вида: прямолинейные образующие (пластины, конусы, призмы) (рисунок 2.11) и криволинейные образующие (в виде парабол, полиномов и брахистохрон) (рисунок 2.12). Также, следует отметить, что конструкции распределителей с прямолинейной образующей работают по принципу отскока зерна от его поверхности, а конструкции с криволинейной образующей получили распространение при работе по принципу соскальзывания зерна с поверхности распределителя.

Распределители, работающие по принципу соскальзывания зерна с его поверхности, имеют образующую, которая плавно изменяет направления движения зерна для минимальной потери кинетической энергии зерна. Недостатком данных распределителей является параметры образующей поверхности распределителя, которые не позволяют разместить распределитель в подсошниковое пространство, для распределения семян против движения



посевного агрегата, поэтому распределители данного типа рационально использовать при распределении семян в подсошниковое пространство по ходу движения посевного агрегата.

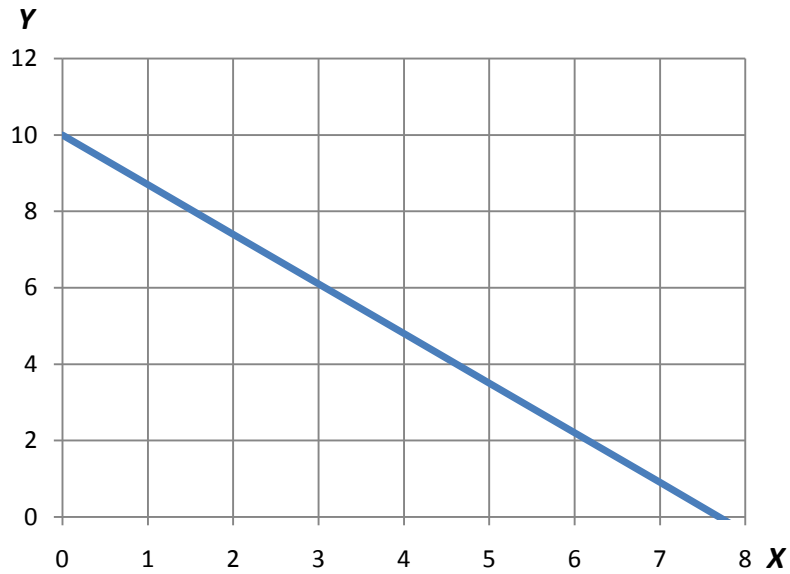


Рисунок 2.12 – Прямолинейная образующая распределителя семян

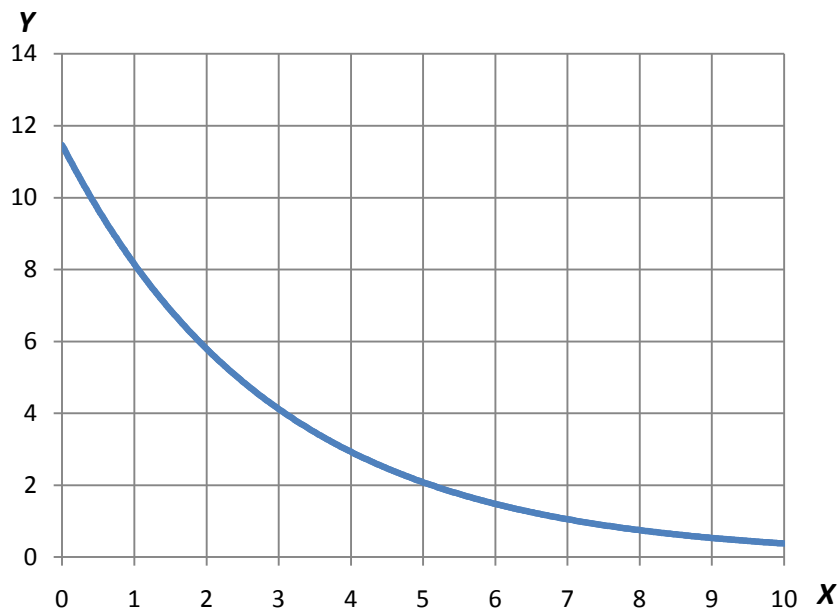


Рисунок 2.13 – Криволинейная образующая распределителя семян

Главным недостатком распределителей семян с прямолинейной образующей является то, что данные распределительные элементы имеют

фиксированное значение угла наклона рабочей поверхности распределителя к горизонту. Как показали проведенные нами эксперименты (пункт 2.4.2), при использовании распределителя с фиксированными значениями угла наклона распределителя к горизонту, можно добиться необходимой дальности распределения семян, но при использовании данного распределителя наблюдается неравномерность распределения семян по длине.

Для достижения необходимой дальности распределения семян, а также равномерности распределения семян необходимо, чтобы образующая поверхности распределителя имела плавное изменение углов наклона к горизонту в необходимых пределах. Наиболее простой функцией с плавным изменением углов является кривая второго порядка: парабола (рисунок 2.14) заданная уравнением:

$$y = -ax^2 - bx + C. \quad (2.25)$$

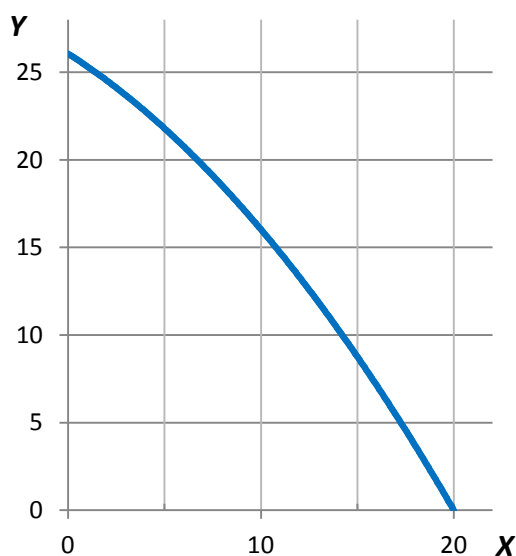


Рисунок 2.14 – Криволинейная образующая распределителя семян второго порядка

При использовании данной кривой в виде образующей распределителя семян, можно добиться плавного изменения углов наклона поверхности

образующей к горизонту в заданных пределах, добившись необходимой дальности и равномерности распределения семян.

## **2.7. Обоснование конструктивных параметров образующей распределителя**

Конструктивные параметры образующей поверхности распределителя оказывают решающее влияние на качество и равномерность распределения семян зерновых культур в подсошниковом пространстве при использовании внутрипочвенного разбросного посева.

Среди основных конструктивных параметров образующей распределителя можно ее длину  $l$  и высоту  $h$  (рисунок 2.15), которые с одной стороны должны быть минимальными, а с другой стороны обеспечивать равномерное распределение семян в подсошниковом пространстве. Длина образующей распределителя должна иметь такое значение, которое обеспечит производить регулировку установки эксцентриситета семяпровода относительно поверхности распределителя (при высеве зерновых культур различного сорта или при применении сошников с другими конструктивными параметрами). Также длина образующей распределителя должна исключать попадание зерна при высеве за пределы рабочей поверхности образующей распределителя при возникновении неравномерного поступательного движения посевного агрегата. Высота образующей распределителя должна быть наименьшей и не превышать высоту свода сошника, в противном случае, семена, отскочившие от поверхности распределителя, будут накрываться почвенным пластом, не достигнув дна борозды, что приведет к неравномерному распределению семян в подсошниковом пространстве.

Также образующая поверхности распределителя должна включать в себя необходимые углы ее наклона к горизонту, которые обеспечат равномерное распределение семян по длине сошника на необходимую дальность распределения, которая в свою очередь ограничена подсошниковым пространством, зависящим от размеров и конструктивных параметров сошника.

Данные параметры связаны между собой, поскольку при наличии необходимых углов наклона образующей к горизонту, длина и высота распределителя может изменяться.

Для определения значений длины и высоты образующей распределителя, определим и зададимся пределами данных значений.

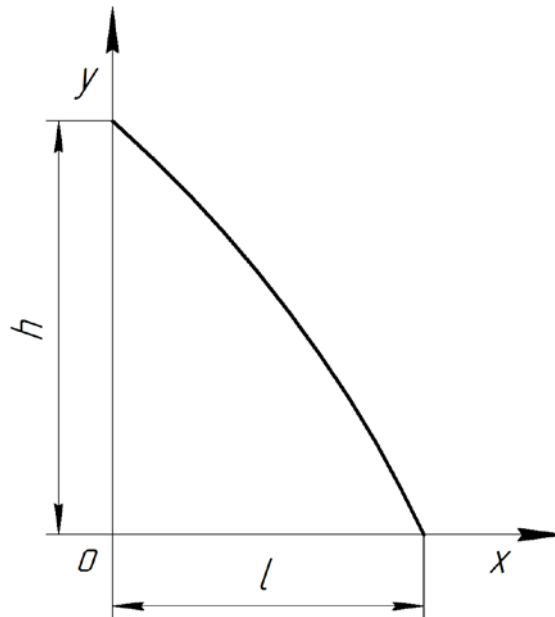


Рисунок 2.15 – Геометрические параметры образующей распределителя:  
 $l$  – длина образующей распределителя;  $h$  – высота образующей распределителя

Согласно ранее проведенным исследованиям известно [88,103], что высота подъема сошником почвенного пласта будет определяться в зависимости от глубины зарыхления сошника, и будет составлять  $H_C = 0,042...0,065$  м (рисунок 2.16), то есть это максимальная высота, при котором семена будут беспрепятственно распределяться в подлаповом пространстве сошника.

Однако, при установке распределителя и определения его максимально возможной высоты –  $h_0$ , нам необходимо учесть следующие высоты:  $h_c$  – высота установки распределителя относительно нижней точки сошника и  $h_y$  – высота установки семяпровода относительно распределителя, тогда высота подъема сошником почвенного пласта определяется по формуле:

$$H_C = h_c + h_0 + h_y. \quad (2.26)$$

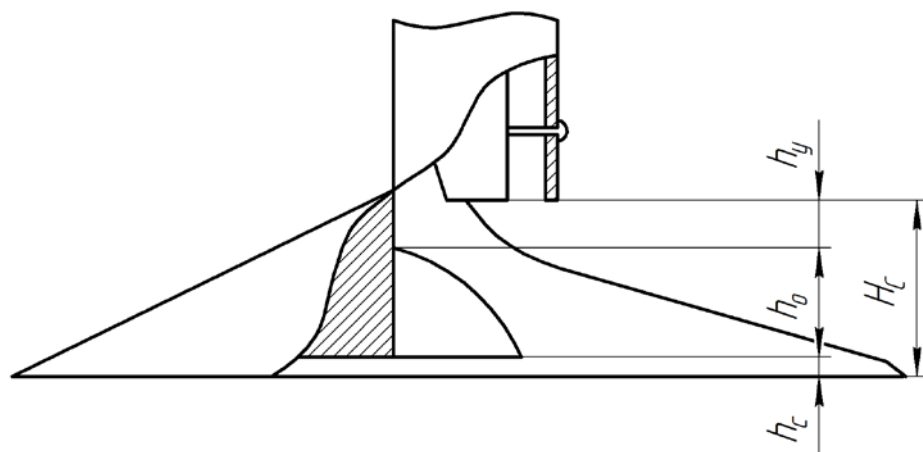


Рисунок 2.16 – Схема установки распределителя в подсошниковом пространстве:

$H_C$  – высота подъема сошником почвенного пласта;

$h_c$  – высота установки распределителя относительно нижней точки сошника;

$h_o$  – высота распределителя;  $h_y$  – высота установки семяпровода относительно распределителя

Высота установки распределителя относительно нижней точки сошника обусловлена геометрическими параметрами сошника и необходима для того, чтобы предотвратить забивание распределителя землей, а также попадание в распределительный элемент камней, данная высота определена конструктивными параметрами стрелчатой лапы, которая в нашем случае равна  $h_c = 0,005$  м.

Высота установки семяпровода относительно распределителя выбранная нами при проведении экспериментальных исследований в пункте 2.2.2. составляет  $h_y = 0,010$  м.

Зная высоту установки распределителя относительно нижней точки сошника и высоту установки семяпровода относительно распределителя, из (2.26) мы можем вычислить максимально возможную высоту распределителя по следующему выражению:

$$h_o = H_C - (h_c + h_y), \quad (2.27)$$

где  $H$  – высота подъема сошником почвенного пласта, м;

$h_c$  – высота установки распределителя относительно нижней точки сошника, м;

$h_o$  – высота распределителя, м;

$h_y$  – высота установки семяпровода относительно распределителя, м.

Подставив в (2.27) интервал значений высот подъема сошником почвенного пласта и уже известные нам значения  $h_c$  и  $h_y$ , получим  $h_0 = 0,027...0,050$  м.

Длина образующей распределителя составила  $l_0 = 0,02$  м, поскольку данная длина образующей распределителя позволит производить регулировку эксцентриситета установки семяпровода относительно распределителя при высевах зерновых культур различного сорта, а также при использовании сошников с другими конструктивными параметрами.

Учитывая все вышеописанные предельные значения геометрических параметров образующей распределителя, более полно в них вписывается кривая второго порядка, заданная уравнением:

$$h = -0,029l^2 - 0,73x + 26. \quad (2.28)$$

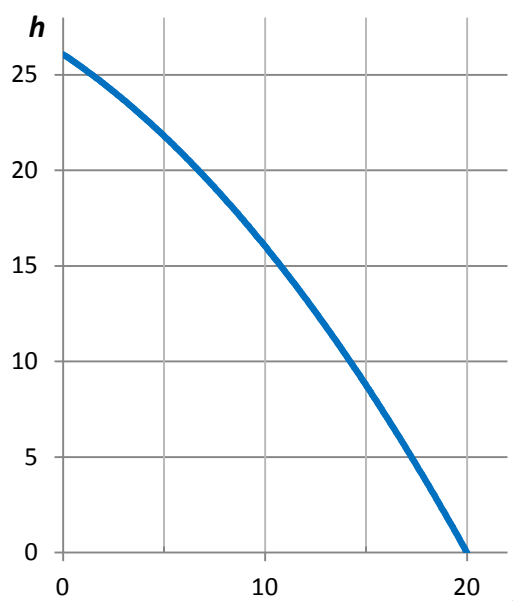


Рисунок 2.17 – График образующей распределителя

Как видно из графика 2.17. высота образующей распределителя составляет 0,26 м, а длина образующей распределителя составляет 0,02 м, что не превышает вышеописанные предельные размеры образующей распределителя.

Поскольку образующая распределителя должна включать в себя определенные углы наклона ее поверхности к горизонту, которые обеспечат равномерное распределение семян в подлаповом пространстве сошника, нам

необходимо проверить значение данных углов у образующей распределителя, заданной уравнением (2.28).

Для определения углов наклона поверхности образующей распределителя к горизонту воспользуемся производной, поскольку геометрический смысл производной заключается в том, что производная в точке  $l_i$  равна угловому коэффициенту  $k$  касательной к графику функции  $h=f(l)$  в этой точке [89].

Согласно ранее проведенным нами исследованиям (пункт 2.4.2) образующая поверхности распределителя должна включать в себя плавное изменение углов ее наклона к горизонту от 40 до 65 градусов. Для определения данных углов разделим длину образующей распределителя на несколько равных участков и найдем производные в точках на границах этих участков, после чего зная значение производной в каждой точке, по таблице Брадиса [91] найдем значение угла касательной к графику функции. Полученные значения представлены в таблице 2.5.

Таблица 2.5 – Результаты расчета угла наклона касательной к графику функции образующей распределителя

Показатели	координаты точек на образующей						
	$l_i$	0	4	8	12	16	20
	$h_i$	26	22.82	18.5	13.26	7.1	0
$k$		0.839	1	1.191	1.428	1.732	2.144
$\alpha$ , град		40	45	50	55	60	65

Как видно из таблицы 2.5. поверхность образующей распределителя, заданная уравнением (2.28), имеет плавное изменение углов отражения семян от 40 до 65 градусов.

Для подтверждения того что выбранная нами образующая поверхности распределителя обеспечивает распределение семян на необходимую нам дальность, проведем расчет дальности полета семян от выбранной образующей.

В зависимости от координаты падения зерна на образующую поверхности распределителя  $l_i$  будут изменяться: угол падения зерна, высота падения зерна и высота отскока зерна (рисунок 2.18). Исходя из этого, нам необходимо составить уравнения, которые позволят, задаваясь значением координаты падения зерна на образующую  $l_i$ , определить необходимые параметры для расчета дальности полета зерна.

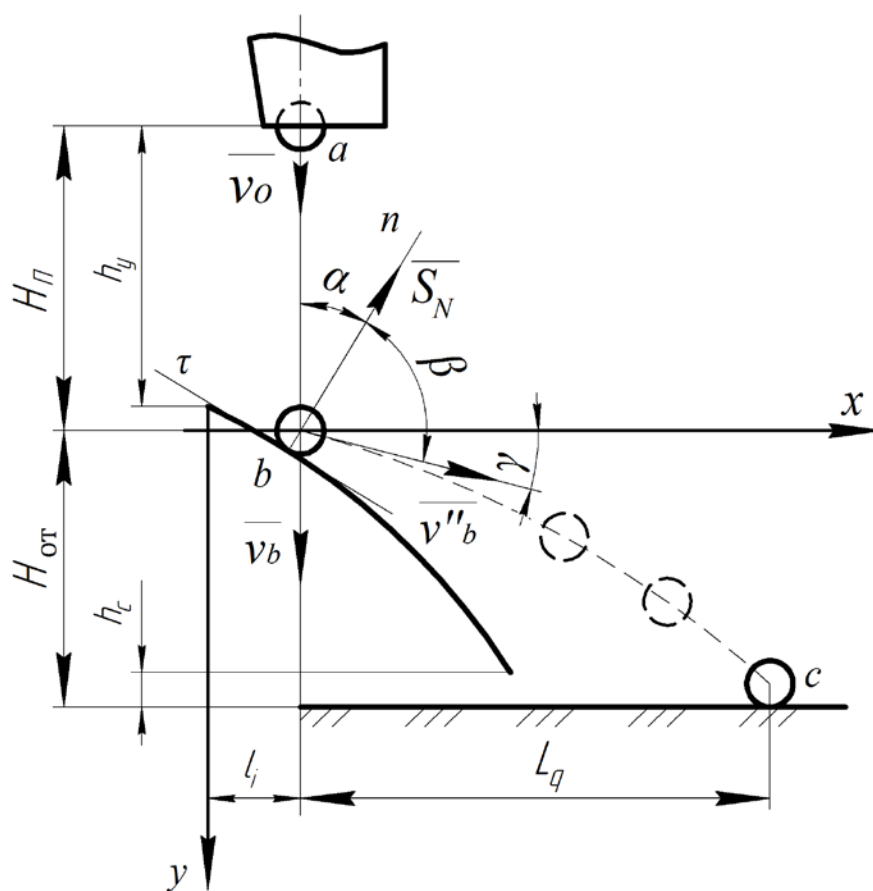


Рисунок 2.18 – Схема определения дальности полета семян от образующей поверхности распределителя, заданной уравнением второго порядка

Из таблицы 2.5, запишем уравнение, позволяющее определить угол падения семян в зависимости от координаты падения зерна на образующую распределителя:

$$\alpha = 1,25l_i + 40. \quad (2.29)$$

Уравнение позволяющее определить высоту падения зерна на поверхность образующей распределителя от координаты падения зерна:



$$H_{\Pi} = 0,029l_i^2 + 0,73l_i + h_y. \quad (2.30)$$

И уравнение, позволяющее определить высоту падения зерна после отскока от образующей распределителя в зависимости от координаты падения зерна:

$$H_{от} = -0,029l_i^2 - 0,73l_i + 26 + h_c. \quad (2.31)$$

Данные уравнения позволят нам определить необходимые параметры для расчета дальности полета зерна после его отскока от поверхности образующей распределителя заданной уравнением второго порядка.

Дальнейший расчет дальности полета будет производиться по формуле (2.24). Полученные по результатам расчетов, значения дальностей полета семян после отскока от образующей поверхности распределителя, заданной уравнением второго порядка сравним с результатами, полученными при расчете дальности полета зерна от поверхности плоского распределителя, установленного под углом к горизонту (рисунок 2.19).

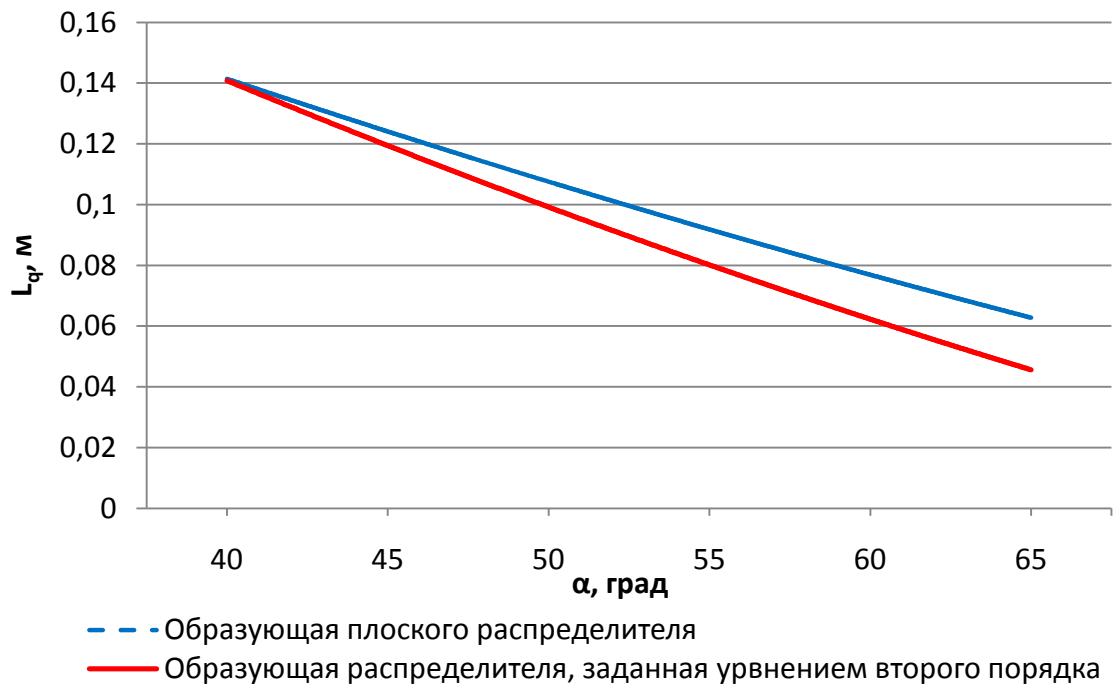


Рисунок 2.19 – График дальности полета семян в зависимости от угла падения на поверхность образующей плоского распределителя и образующей распределителя, заданной уравнением второго порядка

Как видно из рисунка 2.19 с увеличением угла падения дальность полета семян от образующей распределителя заданной уравнением второго порядка ниже дальности полета семян от образующей плоского распределителя. Это объясняется тем, что с увеличением угла падения зерна на образующую поверхности распределителя, заданную уравнением второго порядка, уменьшается высоты отскока семян от образующей. Однако, не смотря на это, образующая поверхности распределителя, заданная уравнением второго порядка, обеспечивает необходимую нам дальность распределения семян равную 0,012м, которая не превышает размеры подсошникового пространства.

## 2.8. Обоснование конструктивных параметров распределителя

Среди конструктивных параметров распределителя можно выделить угол распределителя, определяющий ширину распределения семян и величину смещения оси вращения образующей распределителя, для определения данных параметров нам необходимо определить положение распределителя в подсошниковом пространстве, при котором будет обеспечиваться распределение посевного материала на всю ширину захвата сошника. Для этого, исходя из конструктивных размеров сошника, нам необходимо определить крайние положения образующей поверхности распределителя, при которых будет обеспечиваться распределение семян на всю ширину стрелчатой лапы.

Зная длину образующей распределителя  $l$ , необходимую нам ширину распределения зерна  $B = 0,24$  м и дальность полета семян от поверхности образующей распределителя, мы можем определить угол распределителя, определяющий ширину распределения семян и величину смещения оси вращения образующей распределителя, которые как видно из рисунка 2.20 составили соответственно  $\alpha_p = 55^\circ$  градусов и  $r_{см} = 0,022$  м. Однако, для исключения попадания зерна за пределы поверхности распределителя, при его выходе из семяпровода, необходимо увеличить угол распределителя, определяющего ширину распределения семян на 5 градусов, тогда  $\alpha_p = 60^\circ$ .

Поскольку подсошниковое пространство ограничено радиусом образованным лезвием стрелчатой лапы  $R_l$ , дальность полета зерна по всей ширине не должна превышать размеры подсошникового пространства, в противном случае семена будут распределяться неравномерно. Для этого, как показано на рисунке 2.21 зная дальность полета семян от поверхности распределителя при различных углах установки распределителя к горизонту, мы можем найти на центральной оси сошника точку удара зерна о поверхность распределителя, от которой дальность полета не будет превышать размеры подсошникового пространства. Аппроксимируя крайние и центральную точки, мы получим две линии: линию удара семян о поверхность распределителя  $l_{уд}$  и линию распределения семян  $l_p$  после удара о поверхность распределителя по линии удара.

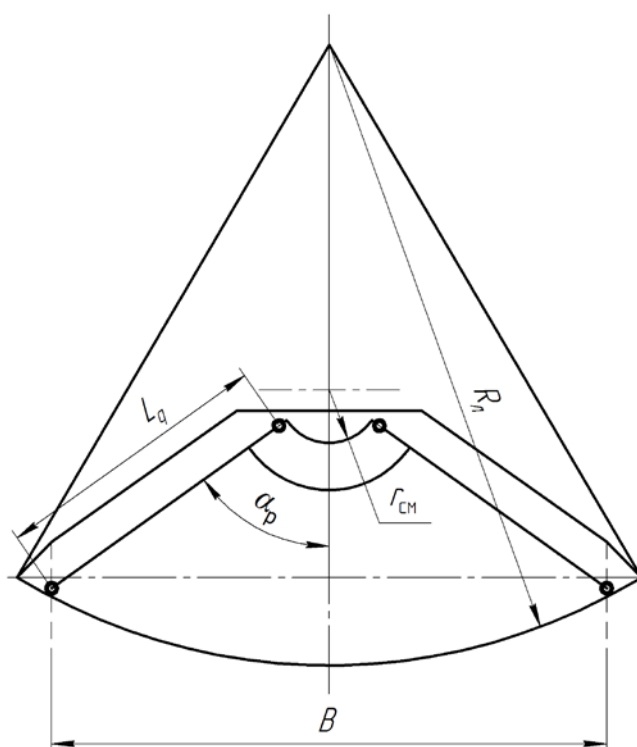


Рисунок 2.20 – Схема определения конструктивных параметров распределителя

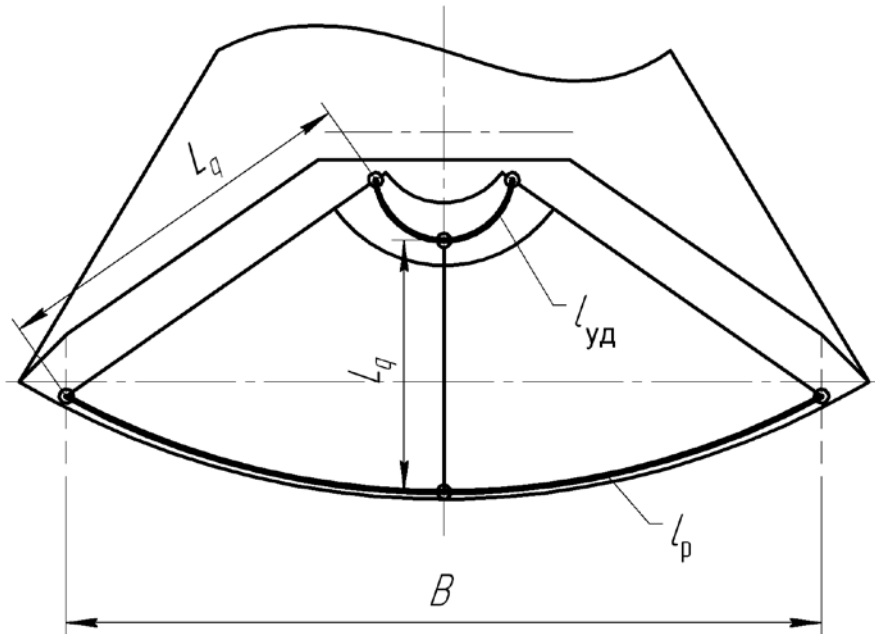


Рисунок 2.21 – Схема определения линии удара семян о поверхность распределителя и линии распределения семян

Поскольку образующая поверхности распределителя представляет собой кривую второго порядка, и имеет смещение оси ее вращения, для описания поверхности распределителя, сместим образующую поверхности на значение  $r_{см}$  и продлим ее таким образом, что бы ее вершина находилась в начале координат (рисунок 2.19), тогда образующая поверхности распределителя будет описываться уравнением (2.32)

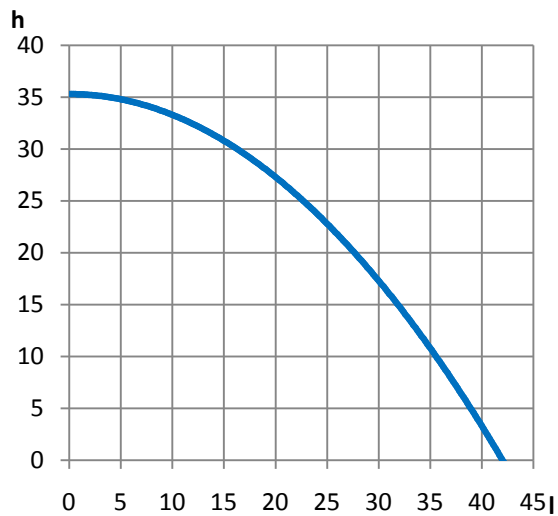


Рисунок 2.22 – График образующей распределителя с учетом оси смещения оси вращения образующей

$$h = -0,02l^2 + 35,3. \quad (2.32)$$

Тогда, исходя из формулы (2.32) поверхность распределителя будет представлять собой тело вращения, описываемое уравнением параболоида вращения:

$$z = \frac{x^2 + y^2}{a}. \quad (2.33)$$

С учетом конструктивных параметров образующей распределителя, величины смещения оси вращения образующей распределителя и угла распределителя, определяющего ширину засеваемой сошником полосы, поверхность распределителя будет представлять собой усеченный параболоид вращения с областью определения по осям  $x$ ,  $y$  и  $z$ .

По высоте (оси  $z$ ) поверхность распределителя будет ограничена высотой образующей, которая равняется  $h_0 = 0,026$  м и определяться соответственно  $z = [0; 26]$

Что бы найти область определения по осям  $x$  и  $y$  примем ось смещения вращения поверхности распределителя  $r_{см}$  за начала координат рисунок (2.23)

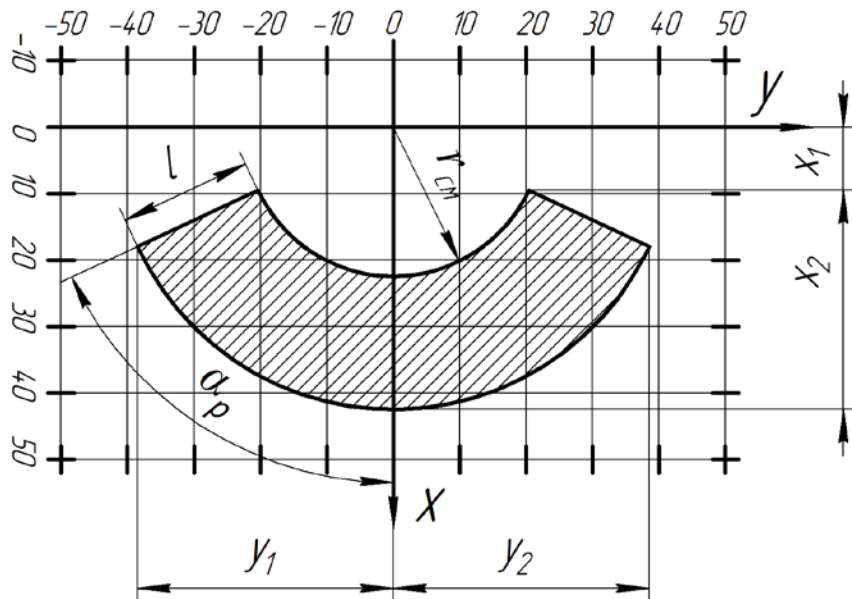


Рисунок 2.23 – Схема нахождения области определения поверхности распределителя

Измерив, границы поверхности распределителя, показанные на рисунке 2.23, получим следующие значения областей определения: по оси  $x = [9:42]$  а, по оси  $y = [-38:38]$ . Тогда, поверхность распределителя (рисунок 2.24) будет задаваться уравнением:

$$z = 35,3 - \left(\frac{x^2+y^2}{42}\right) \quad (2.34)$$

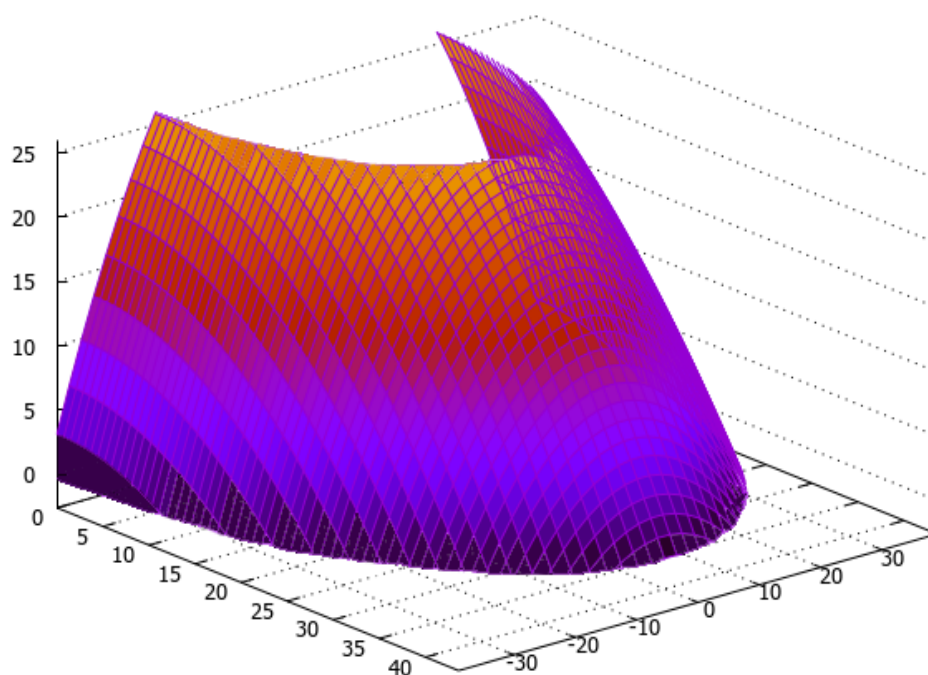


Рисунок 2.24 – Поверхность распределителя, образованная кривой второго порядка

## 2.9. Обоснование формы выходного отверстия семяпровода

Для достижения равномерного распределения семян в подсошниковом пространстве, необходимо, что бы семена, поступающие из семяпровода, подпали на определенную область распределителя [29,34,88,109]. Равномерность потока семян поступающего из семяпровода на распределительный элемент, обеспечивается за счет равномерного поступления семян из высевающей катушки в семяпровод. Поскольку привод высевающей катушки осуществляется от прикатывающих катков сеялки, то можно сделать вывод о том, что на равномерность потока семян поступающего на поверхность распределителя будет влиять равномерное движение посевного агрегата по полю. Под направленным

потоком семян подразумевается такой поток семян, при котором семена поступают на строго определенную часть распределителя, этого можно добиться за счет изменения формы выходного отверстия семяпровода.

Также следует отметить, что одной из причин, вызывающей не равномерность поступления потока семян на поверхность распределителя, является изменение положения семяпровода в пространстве относительно распределителя в процессе высева семян, что в свою очередь приводит к неравномерному распределению семян в подсошниковом пространстве [31,40,54,88]. Исходя из этого, одним из условий обеспечения равномерного поступления потока семян на поверхность распределителя является необходимость в жестком закреплении семяпровода к сошнику относительно распределителя.

Основным условием для изменения формы выходного отверстия семяпровода является неизменность площади сечения и пропускной способности семяпровода, в противном случае, изменении этих параметров может привести к ухудшению прохождения потока семян через семяпровод, что в свою очередь приведет к забиванию семяпровода.

Поскольку семяпровода имеет круглое сечение для нахождения его площади, воспользуемся формулой для определения площади круга:

$$S_c = \frac{\pi D_c^2}{4}, \quad (2.35)$$

где  $D_c$  – внутренний диаметр семяпровода, м.

Исходя из того, что при проведении лабораторных исследований нами был выбран семяпровод с внутренним диаметром 0,03 м, поскольку семяпроводы с таким диаметром применяются в сеялках СЗС-2,1. [70], тогда поставив значение внутреннего диаметра семяпровода в формулу 2.27, получим, что площадь сечения используемого нами семяпровода будет равной  $S_c = 0,706 \cdot 10^{-3} \text{ м}^2$ .

Далее нам необходимо определить пропускную способность семяпровода, исходя из определения, пропускная способность – метрическая характеристика, показывающая соотношение предельного количества проходящих единиц

(информации, предметов, объёма) в единицу времени через канал, систему, узел [115]. В нашем случае пропускной способностью семяпровода будет являться максимальное количество семян, которые могут одновременно пройти через семяпровод.

При проведении исследований по определению линейных характеристик посевного материала для проведения теоретических расчетов в пункте 2.2.3 мы приняли величину эквивалентного диаметра семян –  $d_{\text{экв}} = 0,0045$  м. Зная эквивалентный диаметр семян и диаметр семяпровода, мы можем определить отношение диаметра семяпровода к диаметру зерна, которое в нашем случае будет равным 20:3. Согласно задаче по упаковке кругов в круг [116], при соотношении вмещаемых кругов к вмещающей окружности 20:3, в такую окружность можно вместить не более 33 единичных кругов, т.е. максимальная пропускная способность семяпровода внутренним диаметром 0,03 м, составит 33 семян с эквивалентным диаметром 0,0045 м (рисунок 2.25).

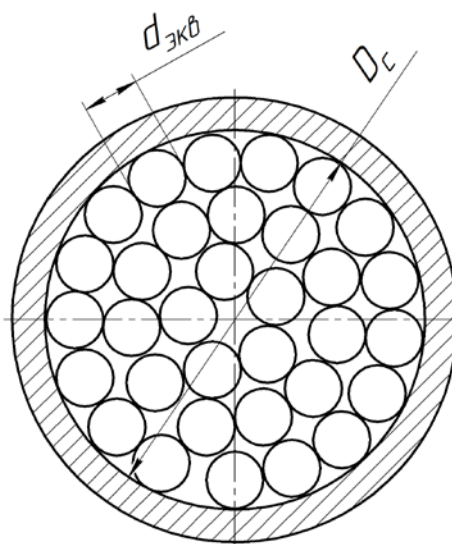


Рисунок 2.25 – Схема размещения семян в семяпроводе при максимальной пропускной способности семяпровода:  $D_c$  – внутренний диаметр семяпровода;

$d_{\text{экв}}$  – эквивалентный диаметр семян

Для создания направленного потока семян на поверхность распределителя нам необходимо изменить форму выходного отверстия семяпровода таким



образом, что бы семена, направлялись на поверхность распределителя, по линии удара семян  $l_{уд}$ , что гарантированно обеспечит равномерное распределения посевного материала в подсошниковом пространстве.

Для этого разместив семена в два ряда, таким образом, что бы верхний ряд семян проходил по линии удара семян о поверхность распределителя  $l_{уд}$  (рисунок 2.26), а нижний ряд семян расположим максимально близко к первому. Расположив семена, таким образом, опишем вокруг них сложную фигуру, которая будет иметь внешний и внутренний радиусы, образованные от одного центра (рисунок 2.27).

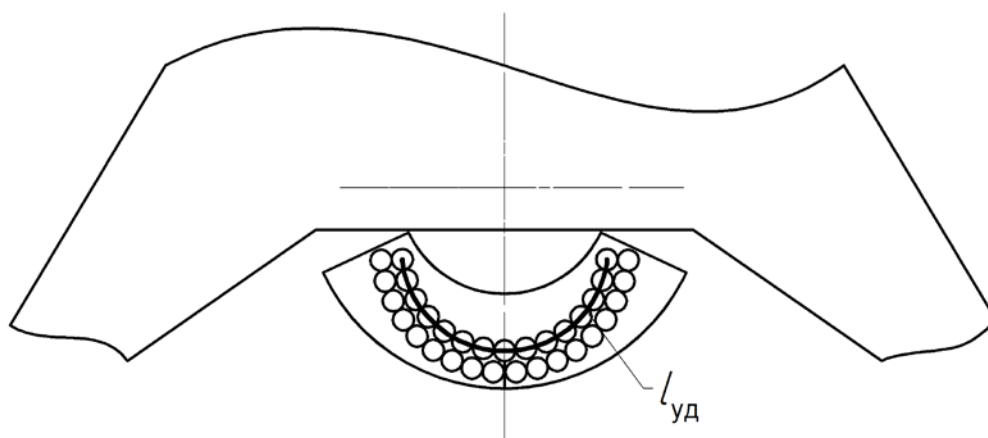


Рисунок 2.26 – Схема расположения семян по линии удара семян о поверхность распределителя

В результате чего мы получили сложную фигуру со следующими параметрами: внутренний радиус выходного отверстия семяпровода –  $R_{вн} = 0,019$  м; внешний радиус выходного отверстия семяпровода –  $R_{внеш} = 0,028$  м. Перенеся в систему автоматизированного проектирования «Компас–3D v12» получившуюся фигуру и воспользовавшись функцией измерения площади, мы определили площадь предложенной нами формы выходного отверстия семяпровода, которая составила  $S_{вых} = 0,706 \cdot 10^{-3}$  м<sup>2</sup>, данная площадь равна площади семяпровода с круглым сечением из чего можно сделать вывод о том, что условие о неизменности площади сечения семяпровода при изменении формы его выходного отверстия было соблюдено.

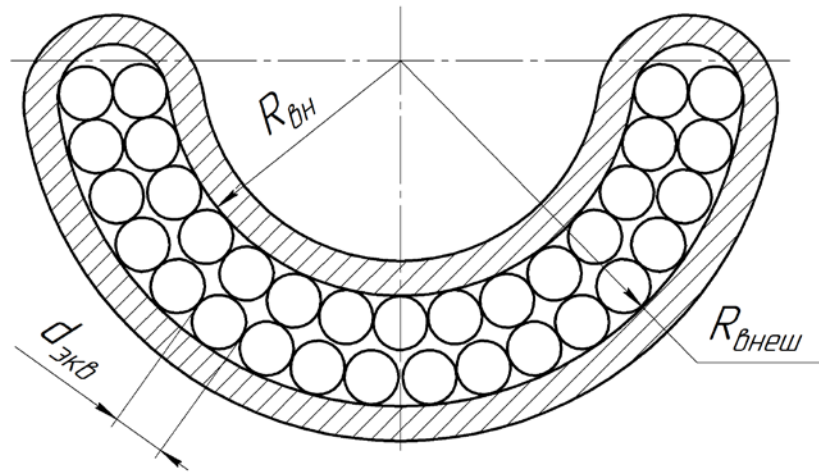


Рисунок 2.27 – Форма выходного отверстия семяпровода:

$d_{эв}$  – эквивалентный диаметр семян;  $R_{вн}$  – внутренний радиус выходного отверстия семяпровода;  $R_{внеш}$  – внешний радиус выходного отверстия семяпровода

Не маловажным условием равномерного прохождения потока семян через выходное отверстие семяпровода является движение семян по семяпроводу без их соударений об участок перехода семяпровода из круглого сечения, в сечение выходного отверстия (рисунок 2.28).

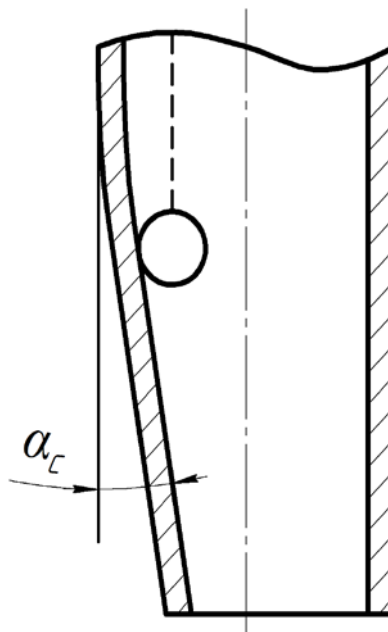


Рисунок 2.28 – Угол встречи семян с поверхностью семяпровода на участке перехода семяпровода из круглого сечения в сечение выходного отверстия

При угле встречи семян с поверхностью семяпровода  $\alpha_c = 10^\circ$ , наблюдается минимальный отскок [56], поэтому, участок перехода семяпровода из круглого сечения, в сечение выходного отверстия должен находиться в данных пределах, что и принимается при проектировании выходного отверстия семяпровода.

В итоге, по вышеописанным параметрам выходного отверстия семяпровода нами была изготовлена модель наконечника семяпровода (рисунок 2.29) которую мы будем использовать в дальнейшем при проведении лабораторных исследований.

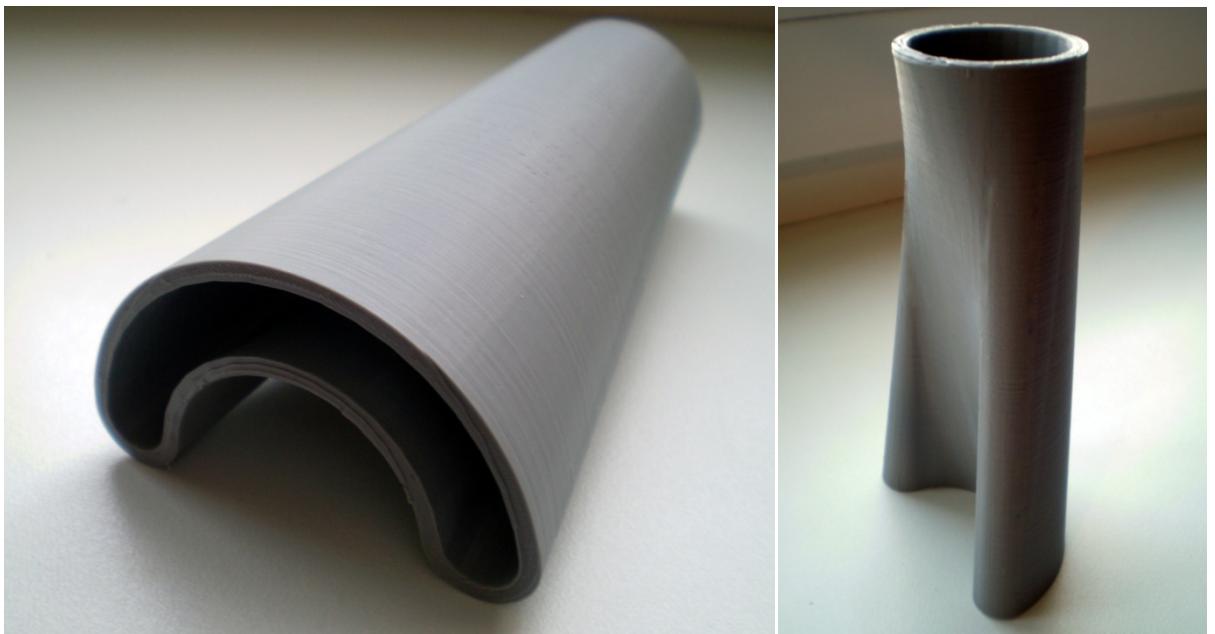


Рисунок 2.29 – Модель наконечника семяпровода с измененным выходным отверстием

На рисунке 2.30 представлена трехмерная модель распределения семян в подсошниковом пространстве при их высеве через измененное выходное отверстие семяпровода.

Проведенное изменение выходного отверстия семяпровода позволит создать направленный поток семян на поверхность распределителя образованного, кривой второй порядка, в результате чего, как показано на рисунке 2.30, семена будут распределяться равномерно в подсошниковом пространстве, на всю ширину засеваемой сошником полосы.

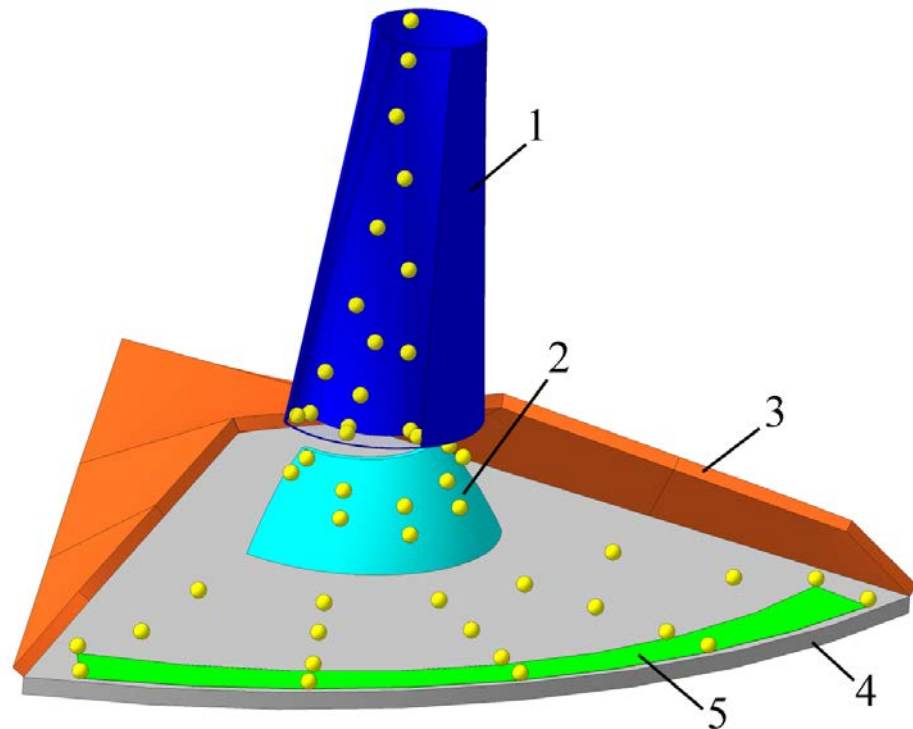


Рисунок 2.30 – 3D модель распределения семян в подсошниковом пространстве:  
 1 – семяпровод с измененным выходным отверстием; 2 – распределительный элемент, образованный кривой второго порядка; 3 – сошник; 4 – подсошниковое пространство; 5 – расчетная зона распределения семян

### 2.10. Определение ширины засеваемой сошником полосы и неравномерности распределения семян по ширине засеваемой полосы

Ширина засеваемой сошником полосы зависит от конструктивных параметров сошника, а именно от ширины захвата сошника, а также и от параметров установки сошников на посевном агрегате и величины перекрытия между сошниками. На рисунке 2.31 представлена схема определения ширины засеваемой сошником полосы, которая определяется по формуле:

$$B = 2(r_{\text{см}} + l_i + L_q) \sin \alpha_p, \quad (2.36)$$

где  $\alpha_p$  – угол распределителя, определяющий ширину распределения семян, град.

После проведения расчета теоретической ширины засеваемой полосы по формуле (2.36) результаты которого представлены в таблице Б.6 (Приложение Б), была построена теоретическая зависимость ширины засеваемой сошником

полосы от угла распределителя, определяющего ширину распределения семян, которая представлена на рисунке 2.32.

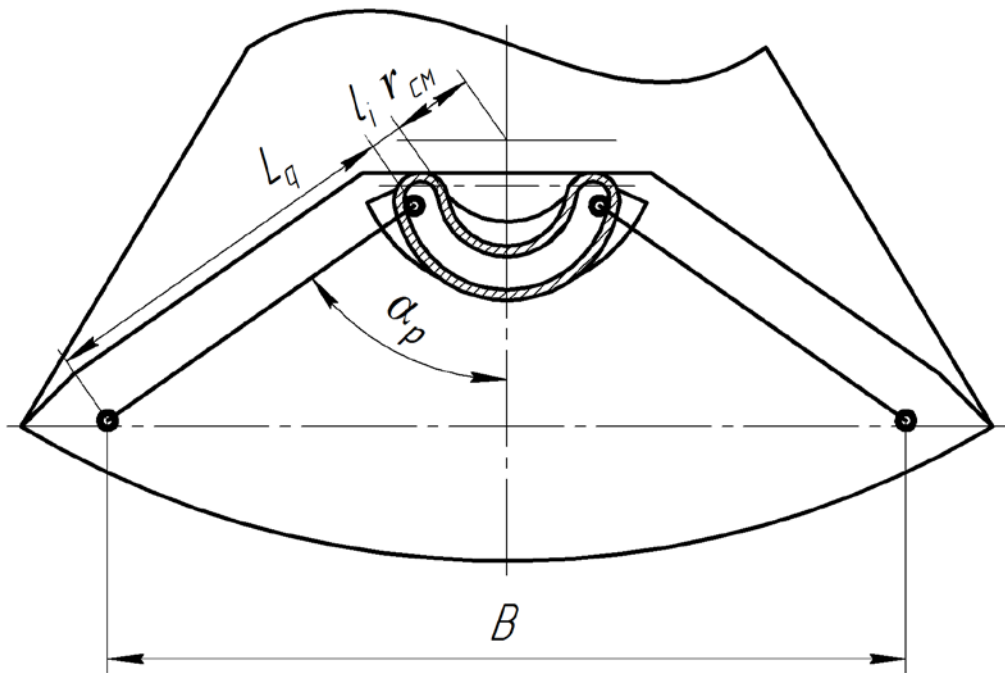


Рисунок 2.31 – Схема определения ширины засеваемой сошником полосы

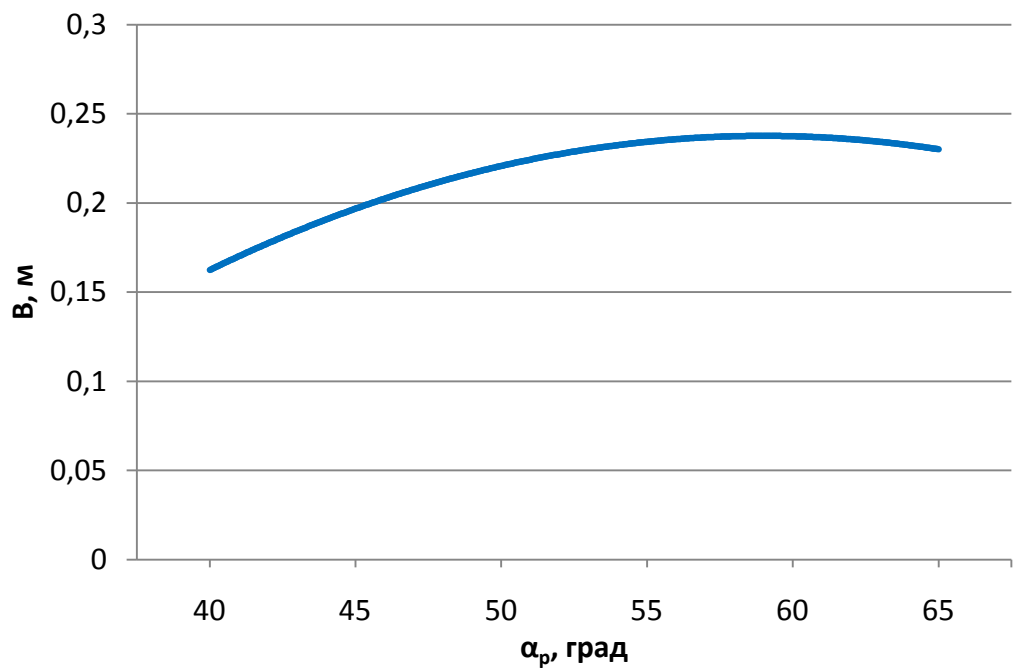


Рисунок 2.32 – Теоретическая зависимость ширины засеваемой сошником полосы от угла распределителя, определяющего ширину распределения семян

Как видно из рисунка 2.32 необходимая нам ширина засеваемой сошником полосы равная  $B=0,24$  м достигается при значении угла распределителя, определяющего ширину распределения семян равного 60 градусам.

Равномерность распределения семян по ширине засеваемой полосы определяется путем разбития ширины засеваемой сошником полосы на равные интервалы и подсчетом количества высеянных сошником семян в каждом интервале.

Определить количество высеянных сошником семян в каждом интервале можно по выражению:

$$n_c = \frac{q_c}{i}, \quad (2.37)$$

где  $q$  – количество семян высеянных сошником на заданном участке, шт;  
 $i$  – количество интервалов, шт.

Количество семян, высеянных одним сошником, на заданном участке будет определяться по формуле:

$$q_N = q_c N, \quad (2.38)$$

где  $q_c$  – количество семян высеянных одним сошником на 1 метр, шт  
 $N$  – длина заданного участка, м.

Количество семян, высеянных одним сошником на 1 метр, определим по формуле:

$$q_c = \frac{B_c Q}{N_c m 1000}, \quad (2.39)$$

где  $B_c$  – ширина захвата сеялки, м;  
 $Q$  – норма высева семян, кг/га;  
 $N_c$  – количество сошников, шт;  
 $m$  – масса 1000 семян, кг.

Как видно из формулы (2.40) количество семян в каждом интервале будет одинаковым, то есть все семена будут равномерно распределяться по всей ширине засеваемой полосы. Однако на практике при высева семян через выходное отверстие семяпровода и их распределения после взаимодействия с поверхностью

распределителя, будет наблюдаться, неравномерность распределения семян по ширине засеваемой сошником полосы.

На неравномерность распределения зерна по ширине зерна будут влиять следующие факторы, угол распределителя, определяющий ширину распределения семян, эксцентриситет установки семяпровода относительно распределителя, а также коэффициент трения зерна о стенки семяпровода.

Для этого, введем коэффициенты, которые будут показывать неравномерность распределения зерна по ширине засеваемой сошником полосы.

Коэффициент неравномерности распределения семян на заданном интервале будет определяться по формуле:

$$k_{pi} = \cos \alpha_p, \quad (2.40)$$

где  $\alpha_{pi}$  – угол распределителя, определяющий ширину распределения семян на заданном интервале  $i$ , град.

Также на неравномерность распределения зерна будет влиять эксцентриситет установки семяпровода относительно распределителя, который в свою очередь зависит от коэффициента приращения скорости семян при их высева постоянным потоком.

Коэффициент трения зерна о стенки семяпровода был взят из табличных значений [62]

Тогда, с учетом всех вышеописанных коэффициентов, неравномерность распределения зерна по ширине засеваемой полосы на каждом интервале будет определяться по формуле:

$$\Delta n_{ci} = \frac{n_c k_{pi} \zeta}{\delta}, \quad (2.41)$$

где  $\delta$  – коэффициент внутреннего трения зерна о стенки семяпровода.

Результаты по определению неравномерности распределения зерна, при высева по каждому участку представлены в таблице Б.7 (Приложение Б)

По полученным данным строилась диаграмма неравномерности распределения зерна, по ширине засеваемой сошником полосы (рисунок 2.33).

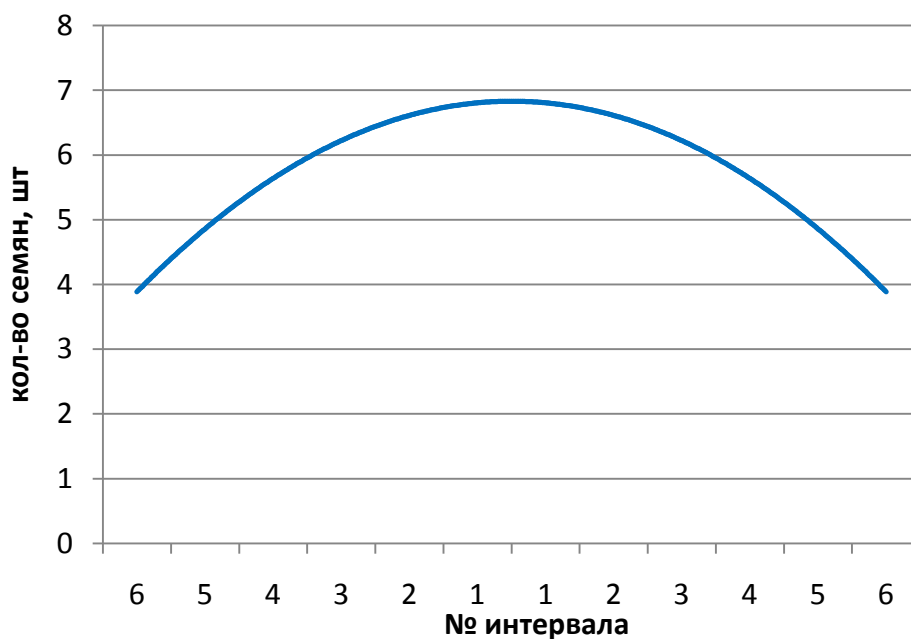


Рисунок 2.33 – Неравномерность распределения зерна, по ширине засеваемой сошником полосы

### 2.11. Обоснование эксцентриситета установки семяпровода относительно распределителя

На распределении зерна в подсошниковом пространстве при использовании внутрипочвенного разбросного способа посева семян влияют множество различных факторов, таких как: влажность зерна, геометрические параметры зерна, его упругие свойства, а также сорт высеваемой культуры. Поэтому при проектировании сошника для внутрипочвенного разбросного способа посева семян необходимо предусмотреть возможность регулировку установки эксцентриситета семяпровода относительно распределителя (рисунок 2.34), для обеспечения оптимальной дальности распределения семян в подсошниковом пространстве, при высеве зерновых культур различных сортов, а также при применении стрельчатых лап с другими конструктивными параметрами.

Величина регулировки установки эксцентриситета семяпровода относительно распределителя зависит от диаметра используемого семяпровода и длиной его хода в сошнике, это конструктивный параметр используемого при посеве сошника, в нашем случае при использовании семяпровода с внутренним



диаметром 0,03 м величина регулировки установки эксцентриситета семяпровода относительно распределителя, составляет 0,015 м.

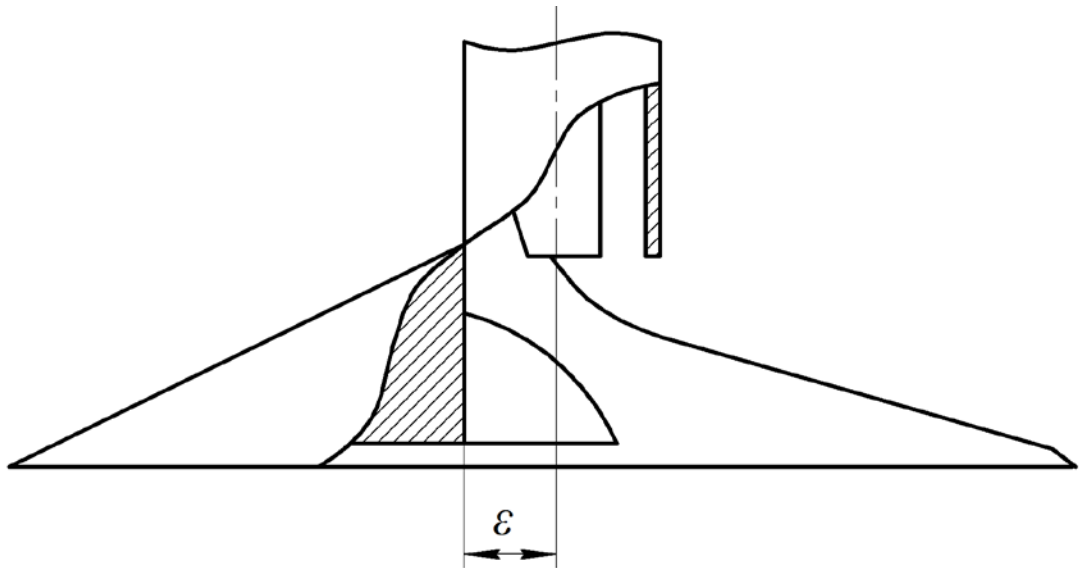


Рисунок 2.34 – Схема эксцентриситета установки семяпровода относительно распределителя

Для определения влияния эксцентриситета установки семяпровода относительно распределителя на максимальную дальность распределения семян, запишем уравнение позволяющее определить координату падения зерна, на образующую поверхности распределителя, в зависимости от изменения эксцентриситета, которое будет определяться по формуле:

$$l_i = -0,09\varepsilon^2 + 1,35\varepsilon + 0,95. \quad (2.42)$$

при  $\varepsilon = [0; 0,015]$

Дальнейший расчет максимальной дальности полета семян от поверхности распределителя в зависимости от эксцентриситета установки семяпровода, производится по формулам (22.9-2.31). По результатам теоретического расчета, результаты которого представлены в таблице Б.7 (Приложение Б), была построена графическая зависимость, представленная на рисунке 2.35.

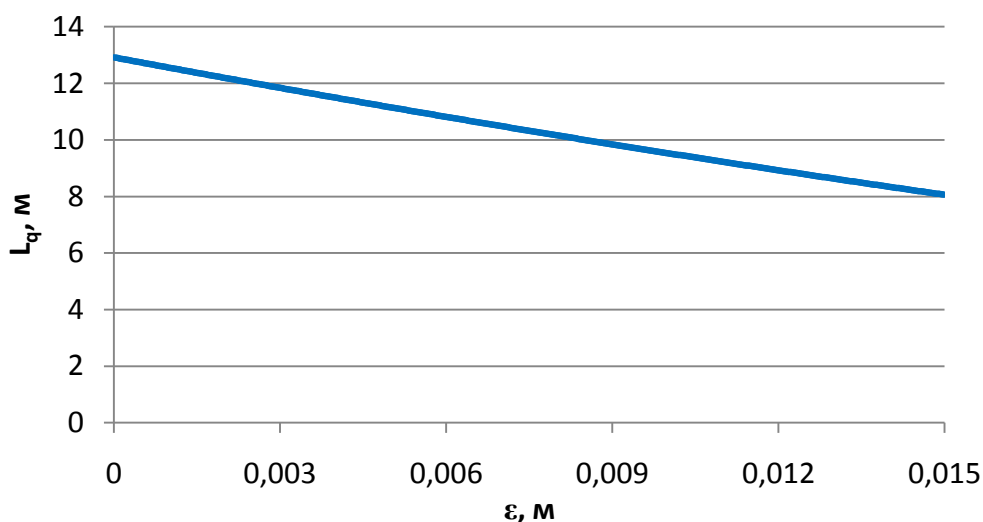


Рисунок 2.35 – Теоретическая зависимость максимальной дальности полета зерна от эксцентриситета установки семяпровода относительно распределителя

Из графика видно, что необходимая нам дальность распределения семян равная 0,12 м достигается при величине установки эксцентриситета семяпровода относительно распределителя равного  $\epsilon = 0,003$  м, а возможность изменения эксцентриситета установки семяпровода относительно распределителя позволит нам производить плавную регулировку, для обеспечения оптимальной дальности распределения семян в подсошниковом пространстве, при высеве различных сортов зерновых культур, а также при использовании сошников с различными конструктивными параметрами.

### Выводы

Проведенные теоретические исследования технологического процесса распределения семян в подсошниковом пространстве позволяют сделать следующие выводы:

1. На основании проведенного анализа предложена конструкция сошника для внутрипочвенного разбросного посева зерновых культур патент на полезную модель №155560 (РФ)

2. Средний эквивалентный диаметр семян исследуемых культур был принят равным 0,0045 м.

3. Скорость зерна в момент удара о поверхность распределителя составляет  $v_{уд} = 3,5 \dots 4,1$  м/с, из чего следует, что травмирования зерна при его взаимодействии с поверхностью распределителя не произойдет.

4. Изменение углов наклона к горизонту образующей поверхности распределителя от 40 до 65 градусов позволит достичь равномерного распределения зерна в подсошниковом пространстве при посеве.

5. Обоснована форма образующей распределителя семян заданная уравнением (2.28), а также высота  $h_0 = 0,026$  м и длина  $l = 0,02$  м образующей распределителя.

6. Получена аналитическая зависимость дальности полета семян от углов наклона образующей поверхности распределителя к горизонту (2.24).

7. Определены, угол распределителя, определяющий ширину распределения семян  $\alpha_p = 60^\circ$  и значение величины смещения оси вращения образующей поверхности распределителя  $r_{см} = 0,022$  м. Определена форма поверхности распределителя заданная уравнением (2.34)

8. Обоснована форма выходного отверстия семяпровода с внутренним радиусом  $R_{вн} = 0,019$  м; внешним радиусом  $R_{внеш} = 0,028$  м.

9. Теоретически подтверждено, что наибольшая ширина засеваемой сошником полосы равная 0,24 м достигается при угле распределителя, определяющего ширину распределения семян  $\alpha_p = 60^\circ$ .

10. При установке эксцентриситета семяпровода относительно распределителя равного  $\varepsilon = 0,003$  м, достигается необходимая дальность полета семян равная 0,12 м.

### **3. Влияние конструктивных параметров распределителя на равномерность распределения семян в подсошниковом пространстве**

Лабораторные исследования по определению влияния конструктивных параметров распределителя на равномерность распределения семян в подсошниковом пространстве проводились для проверки верности теоретических расчетов, а также обоснования основных конструктивных параметров распределителя используемого при внутрипочвенном разбросном посеве зерновых культур.

При проведении лабораторных исследований за основу были взяты основные положения методики некоторых авторов [31,38,65,88]

В программу лабораторных исследований входило:

— выявление основных факторов влияющих на равномерность распределения посевного материала при использовании пассивного распределителя семян;

— исследования по определению равномерности распределения семян по длине в зависимости от формы поверхности распределителя;

— исследования по определению равномерности распределения семян, по ширине засеваемой сошником полосы в зависимости от формы поверхности распределителя;

— исследования по определению ширины засеваемой сошником полосы в зависимости от угла распределителя, определяющего ширину распределения семян;

— исследования по определению максимальной дальности полета семян в зависимости от эксцентриситета установки семяпровода относительно распределителя.

### **3.1. Методика лабораторных исследований по определению влияния конструктивных параметров распределителя на равномерность распределения семян в подсошниковом пространстве**

#### **3.1.1. Методика определения равномерности распределения семян по дальности в зависимости от формы поверхности распределителя**

В ходе проведения теоретического исследования, процесса взаимодействия семян с поверхностью распределителя, мы выяснили, что ширина распределения семян и как следствие равномерность распределения непосредственно зависит от дальности полета семян после удара о поверхность распределителя.

В свою очередь дальность полета семян зависит от следующих факторов:

1. формы поверхности распределителя;
2. угла распределителя, определяющего ширину распределения семян;
3. эксцентриситета установки семяпровода относительно распределителя.

Для определения равномерности распределения семян по длине в зависимости от формы поверхности распределителя, нами была изготовлена лабораторная установка (рисунок 3.1). Лабораторная установка состоит из основания 1 с установленной на нем миллиметровой бумагой, на которой нанесены радиальные полуокружности, штатива 3 с креплениями 4, на которых жестко закреплен семяпровод 5 с установленным на нем, механизмом подачи семян 6. Под семяпроводом устанавливались исследуемые распределители 2 с различной формой поверхности.

При проведении эксперимента использовались следующие формы поверхности распределителей:

1. Плоский распределитель (установленный под углом  $45^\circ$  к горизонту).
2. Конусообразный распределитель (с образующей имеющей наклон к горизонту под углом  $45^\circ$ ).
3. Распределитель, образованный кривой второго порядка (с образующей заданной уравнением  $y = -0,029x^2 - 0,73x + 26$ ).

Все распределители были изготовлены из материала сталь 3 (ГОСТ 380-2005), толщина экспериментальных распределителей составляла 0,002 м.

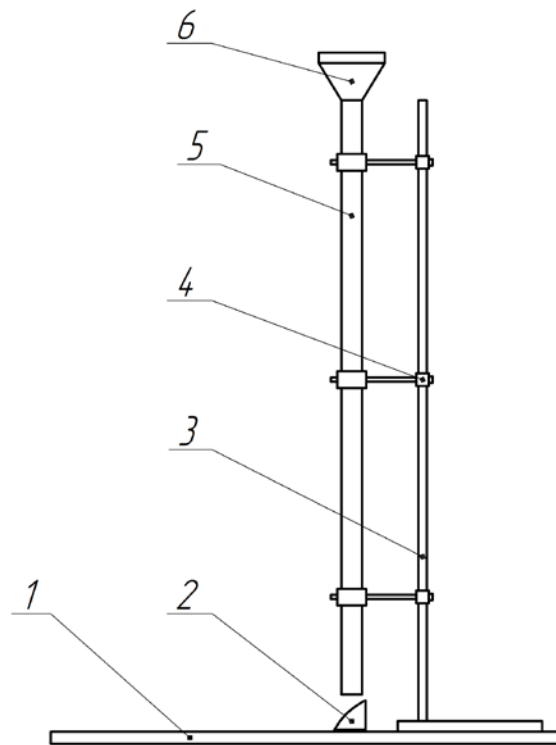


Рисунок 3.1 – Схема лабораторной установки для определения равномерности распределения семян по длине в зависимости от формы распределителя

Эксперименты проводились по следующей методике. На основание устанавливалась миллиметровая бумага, на которой через каждые 0,02 м были начерчены радиальные полуокружности. После чего под семяпровод, устанавливался распределитель с определенной формой образующей поверхности. Далее через устройство подачи семян происходил высев семян озимой пшеницы «Саратовская 17» навесками, из расчета нормы высева для измерительного участка с радиальными интервалами, с десятикратной повторностью, после чего, производился подсчет количества семян выпавших в каждый радиальный интервал (рисунок 3.2). На основании полученных данных определялась равномерность распределения семян по длине в зависимости от формы поверхности распределителя.

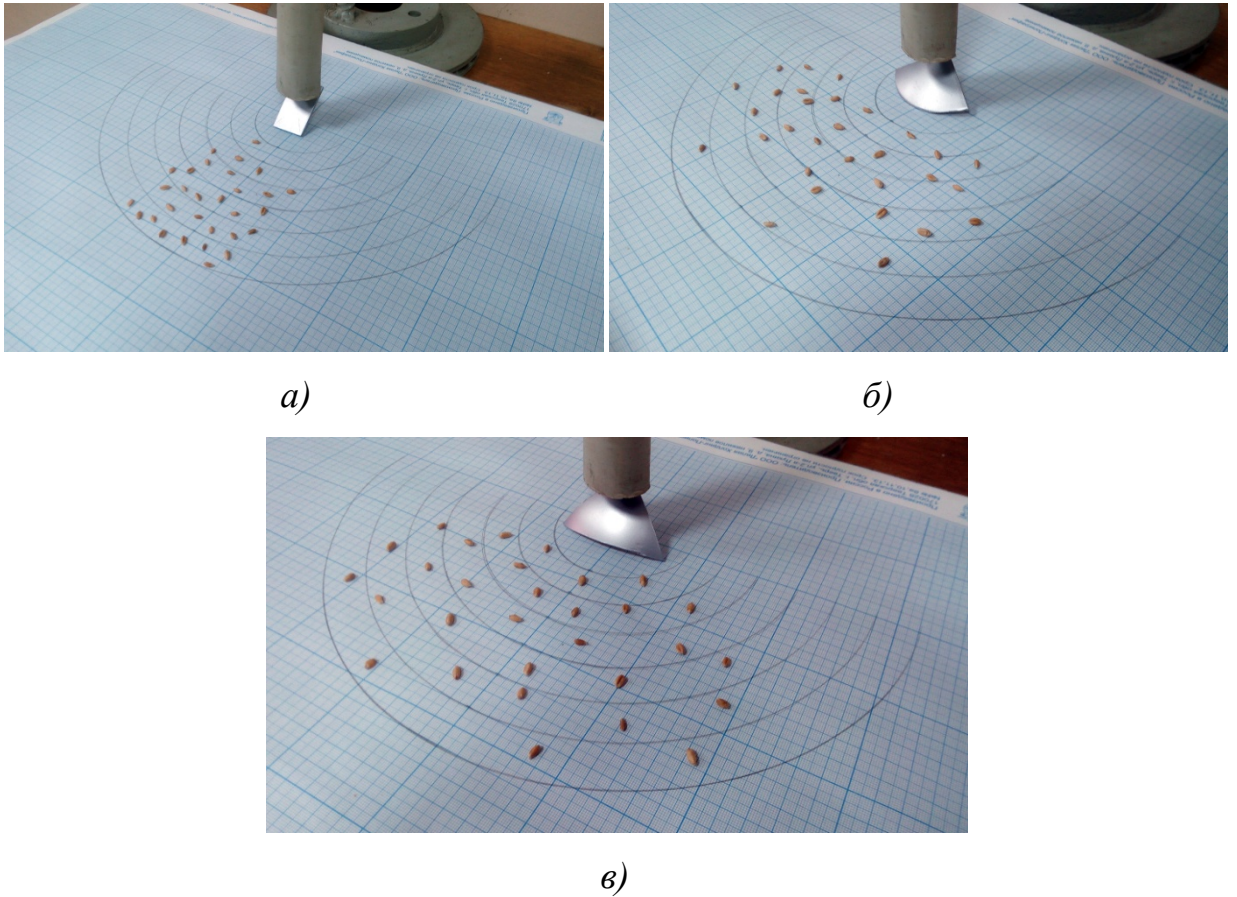


Рисунок 3.2 – Определение равномерности распределения семян по длине в зависимости от формы поверхности распределителя:

- a)* – плоский распределитель; *б)* – конусообразный распределитель;  
*в)* – распределитель, образованный кривой второго порядка

Критерием оценки равномерности распределения семян по длине в каждом радиальном интервале служил коэффициент вариации, выраженный в процентах, показывающий отклонение от ожидаемой величины. Коэффициент вариации определялся по следующей формуле:

$$v_i = \left| 100\% - \frac{\sigma_i}{x_{\text{ср}}} \cdot 100\% \right|, \quad (3.1)$$

где  $v_i$  – коэффициент вариации в  $i$ -м интервале, %;

$\sigma_i$  – среднеарифметическое значение количества семян в  $i$ -м интервале, шт.;

$x_{\text{ср}}$  – среднее ожидаемое значение количества семян в интервале, шт.

Критерием оценки равномерности распределения семян по всей длине служило среднеарифметическое значение коэффициента вариации на всех радиальных интервалах, которое определялось по формуле (3.2):

$$v_{\text{ср}} = \frac{\sum_1^n v_i}{n}, \quad (3.2)$$

где  $v_i$  – коэффициент вариации в  $i$ -м интервале, %;  
 $n$  – количество интервалов, шт.

Для проведения дальнейших исследований по влиянию оставшихся из вышеперечисленных факторов на равномерность распределения семян в подсошниковом пространстве, нам было необходимо рассматривать процесс высева семян в движении. Для этого нам потребовалось создать лабораторную установку эмитирующую движение посевного агрегата по полю, которая позволила бы, произвести качественную оценку равномерности распределения посевного материала, по ширине засеваемой сошником полосы.

### 3.1.2. Описание лабораторной установки

Лабораторная установка (рисунок 3.3–3.4) состоит из рамы 1, на которой установлена лента транспортера 15, закрепленная между ведущим валом 4 и ведомым валом 16, которые установлены в корпусные подшипники. Привод ленты транспортера осуществляется по средству электродвигателя 2 установленного на раме и ременной передачи 3. На раме смонтирована опора для крепления высевающей системы 6. На опоре закреплена переключательная высота 7, на которой смонтированы: стойка сошника 8, сошник 5 с распределителем 14, семяпровод 13, высевающий аппарат 12, ящик для семян 11. Привод высевающего аппарата осуществляется по средству электродвигателя 10 с ременной передачей 9.

Лабораторная установка имитирует движение посевного агрегата по полю, принципом движения почвы под сошником, использование данной лабораторной установки позволяет проводить дальнейшие эксперименты по определению равномерности распределения семян по ширине сошника. Для фиксации семян на



поверхности ленты, лента смазывалась клейким материалом. Определение равномерности распределения семян по ширине производилось специально изготовленным для этого приспособлением, которое выполнено в виде рамки с размерами 0,5x0,6 м, которая имеет поперечные перегородки через каждые 0,02 м.

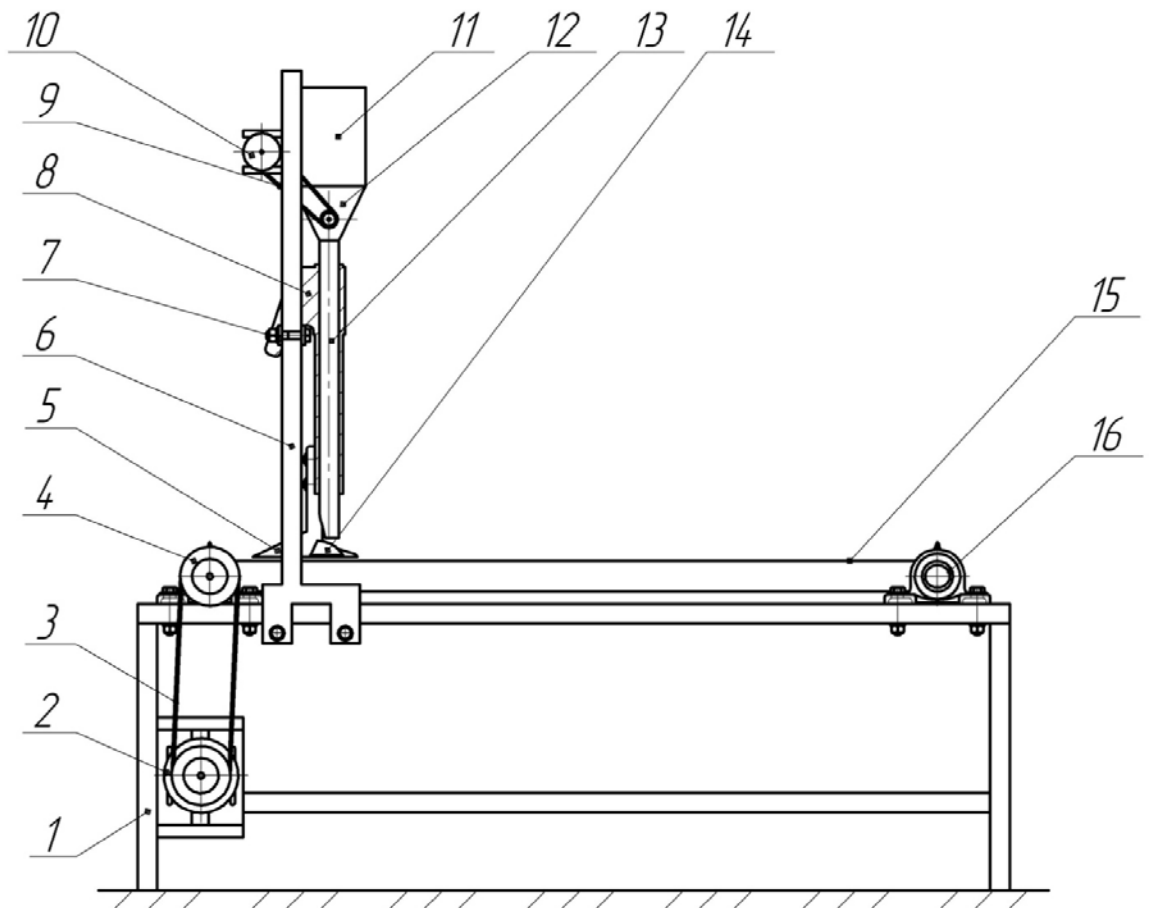


Рисунок 3.3 – Схема лабораторной установки: 1 – рама;

2 – электродвигатель ленты транспортера; 3 – ременная передача ленты транспортера;  
4 – ведущий вал; 5 – сошник; 6 – опора для крепления высеивающей системы; 7 – перекладина;  
8 – стойка сошника; 9 – ременная передача высеивающего аппарата; 10 – электродвигатель  
высеивающего аппарата; 11 – ящик для семян; 12 – высеивающий аппарат; 13 – семяпровод;  
14 – распределитель; 15 – лента транспортера; 16 – ведомый вал



Рисунок 3.4 – Общий вид лабораторной установки для оценки ширины и равномерности распределения посевного материала

Установка работает следующим образом. Перед проведением опыта высевальной аппарат настраивался на рекомендуемую норму высева 180 кг/га. В подсошниковом пространстве устанавливался распределитель с определенной формой поверхности, после чего лента смазывалась тонким слоем клейкого материала. Затем запускался двигатель, приводящий в движение ленту транспортера со скоростью поступательного движения равной 3 м/с. После чего запускался двигатель, приводящий в движение высевальной аппарат и производился высева семян.

### **3.1.3. Методика определения равномерности распределения семян по ширине засеваемой полосы в зависимости от формы поверхности распределителя**

При использовании внутрипочвенного разбросного посева зерновых культур, одними из главных критериев качества посева является ширина и равномерность распределения посевного материала по ширине засеваемой сошником полосы, которые, в свою очередь напрямую зависят от конструктивных параметров поверхности распределителя. Для определения ширины и равномерности распределения семян по ширине засеваемой полосы в зависимости от формы поверхности распределителя мы проводили лабораторные исследования.

Исследования проводились на лабораторной установке, описанной в пункте 3.1.2. При проведении исследований использовались распределители с различными формами поверхности, а именно:

1. Плоский распределитель (установленный под углом  $45^\circ$  к горизонту).
2. Конусообразный распределитель (с образующей имеющей наклон к горизонту под углом  $45^\circ$ ).
3. Распределитель, образованный кривой второго порядка (с образующей заданной уравнением  $y = -0,029x^2 - 0,73x + 26$ ).

Для определения равномерности распределения семян по ширине использовался специально изготовленное нами приспособление (рисунок 3.5), которое выполнено в виде рамки с размерами  $0,5 \times 0,6$  м, разделенное на равные интервалы поперечными перегородками через каждые  $0,02$  м. Данное приспособление позволило нам определить ширину и равномерность распределения семян по ширине засеваемой сошником полосы.

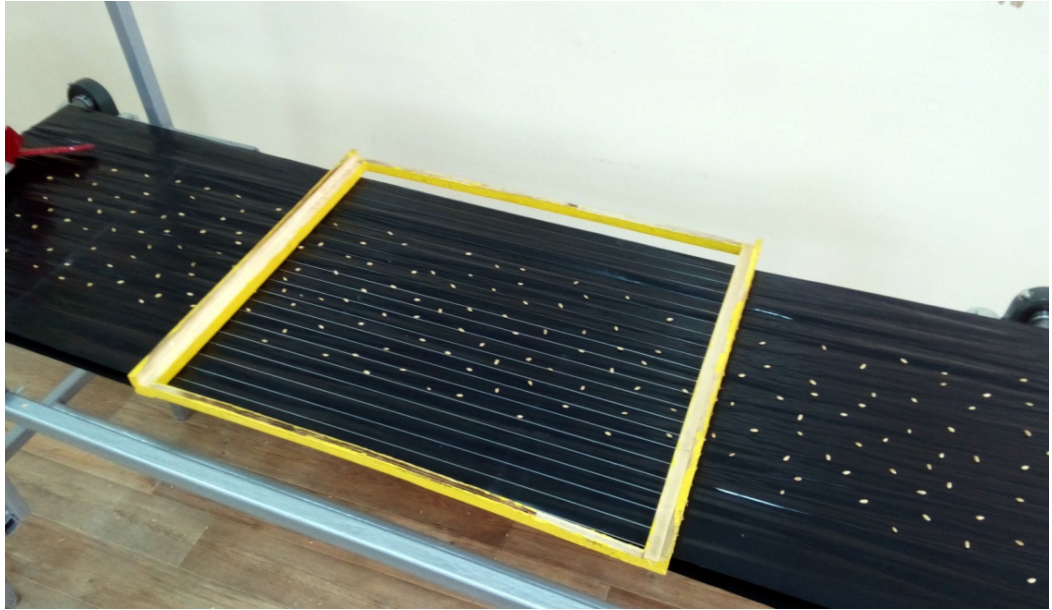


Рисунок 3.5 – Измерительная рамка для определения ширины и равномерности распределения засеваемой сошником полосы

Исследования проводились по следующей методике. Перед проведением опыта высевальной аппарат настраивался на необходимую норму высева 180 кг/га. В подсошниковом пространстве устанавливался распределитель с определенной формой образующей поверхности, после чего лента смазывалась тонким слоем клейкого материала. Затем запускался двигатель, приводящий в движение ленту транспортера со скоростью поступательного движения равной 3 м/с, после установившейся поступательной скорости движения транспортера запускался двигатель, приводящий в движение высевальной аппарат, и производился высев семян. Семена после отскока от распределителя фиксировались на клейком материале ленты транспортера (рисунок 3.6). После проведения высева двигателя привода ленты и высевальной аппарата останавливались. Затем на поверхность ленты накладывалась измерительная рамка, и проводился подсчет количества семян в каждом интервале измерительной рамки, после чего строилась графическая зависимость, по которой наглядно оценивалась равномерность распределения семян по ширине.

Критерием оценки равномерности распределения семян по ширине засеваемой полосы так же служил коэффициент вариации, описанный в пункте 3.1.1.

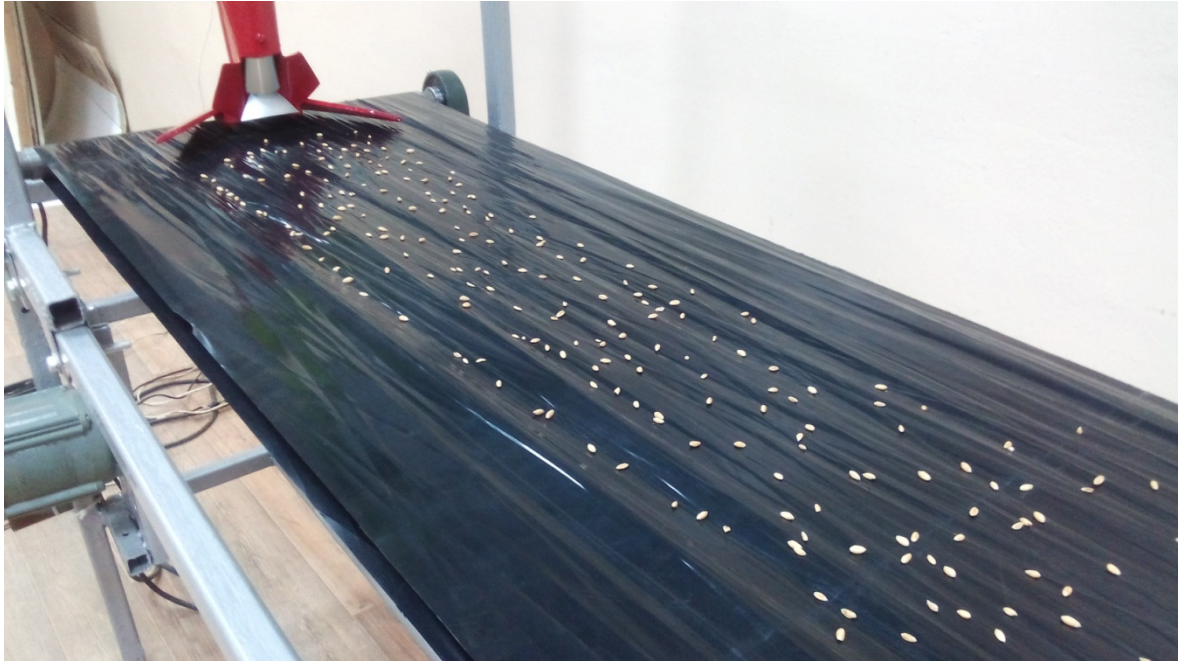


Рисунок 3.6 – Проведение эксперимента по определению равномерности распределения семян по ширине засеваемой полосы, в зависимости от формы поверхности распределителя

#### **3.1.4. Методика проведения исследований по определению ширины засеваемой сошником полосы, в зависимости от угла распределителя, определяющего ширину распределения семян**

Согласно агротехническим требованиям к посеву зерновых культур, сошники посевных агрегатов должны распределять высеваемые семена, равномерно по всей площади поля на заданную глубину заделки. В свою очередь равномерность распределения семян напрямую зависит от конструктивных параметров распределителя, а также от параметров его установки в подсошниковом пространстве. Поэтому главной задачей исследования процесса распределения семян по ширине засеваемой сошником полосы является определение оптимальных конструктивных параметров распределителя, а также параметров его установки в подсошниковом пространстве.

Для исследования зависимости влияния угла распределителя, определяющего ширину распределения семян на ширину засеваемой сошником полосы, был проведен эксперимент, в котором величина угла распределителя, определяющего ширину распределения семян, который изменялся от 40, до 65 градусов с изменением в 5 градусов. Нижний предел выбран как минимально возможный, при котором происходит распределение семян по ширине сопоставимой с существующими конструкциями сошников для разбросного посева, а верхний предел был ограничен конструктивными параметрами сошника.

Для проведения лабораторных исследований использовалась установка, описанная в пункте 3.1.2, с установленными в подсошниковом пространстве распределителями, имеющими различные значения угла, определяющего ширину распределения семян.

Эксперимент проводился в следующем порядке по следующей методике. Перед проведением каждого опыта высевающий аппарат настраивался на норму высева 180 кг/га. В подсошниковом пространстве устанавливался распределитель, с определенным значением угла, определяющего ширину распределения семян и производился высев семян озимой пшеницы «Саратовская 17». После чего на поверхность ленты с зафиксированными на ней семенами накладывалась измерительная рамка, и с помощью линейки измерялась максимальная длина ширины засеваемой сошником полосы. На основании полученных данных строился график ширины засеваемой сошником полосы в зависимости от угла распределителя, определяющего ширину распределения семян, и проводилось его сравнение с графиком, полученным при проведении теоретических расчетов.

### **3.1.5. Методика проведения исследований по определению максимальной дальности полета семян в зависимости от эксцентриситета установки семяпровода относительно распределителя**

При использовании внутрпочвенного разбросного посева, необходимо обеспечить такие конструктивные параметры распределителя, чтобы максимальная дальность полета семян после удара о его поверхность не

превышала размеров подсошникового пространства, но обеспечивала необходимую ширину засеваемой сошником полосы. Поскольку при превышении максимальной дальности полета семена будут распределяться по ширине засеваемой полосы неравномерно, это приведет к уменьшению площади питания каждого отдельного растения, что в итоге приведет к снижению полевой всхожести семян.

Поскольку среди всех оставшихся факторов, влияющих на равномерность распределения семян, остался нерассмотренным лишь эксцентриситет установки семяпровода относительно распределителя, нам необходимо подробнее изучить влияние данного фактора на процесс распределения семян в подсошниковом пространстве.

Для этого, мы провели эксперимент на лабораторной установке, описанной в пункте 3.1.1. Эксцентриситет установки семяпровода относительно распределителя изменялся в пределах от 0 до 0,015 м, угол распределителя определяющего ширину распределения семян при проведении экспериментов был равен 60 градусам. Нижний и верхний предел эксцентриситета установки семяпровода были выбран исходя из конструктивных параметров сошника.

Лабораторные исследования проводились в следующем порядке. На основание устанавливался щит с миллиметровой бумагой, с нанесенной на нее разметкой (радиальные окружности с шагом 0,02 м). Затем на щит, в соответствии с линиями разметки, устанавливался распределитель. Затем устанавливалось заданное значение эксцентриситета установки семяпровода относительно распределителя, и производился высев семян из расчета нормы высева для измерительного участка с радиальными интервалами, после чего, линейкой с миллиметровыми делениями замерялась максимальная дальность полета семян. На основании полученных данных строился график максимальной дальности полета семян, в зависимости от эксцентриситета установки семяпровода относительно распределителя и сравнивался с графиком, полученным при проведении теоретических расчетов.

## **3.2. Результаты лабораторных исследований по определению влияния конструктивных параметров распределителя на равномерность распределения семян в подсошниковом пространстве**

### **3.2.1. Результаты лабораторных исследований по определению равномерности распределения семян по длине в зависимости от формы поверхности распределителя**

Исследования по определению равномерности распределения семян по длине в зависимости от формы поверхности распределителя проводились с использованием трех форм поверхности распределителя, а именно:

- плоский распределитель;
- конусообразный распределитель;
- распределитель, образованный кривой второго порядка.

Лабораторный эксперимент проводился по методике, описанной в пункте 3.1.1. Результаты, полученные в ходе проведения экспериментов, представлены в таблице В.1 (Приложение В). По полученным результатам строилась диаграмма равномерности распределения семян по дальности в зависимости от формы поверхности распределителя (рисунок 3.7).

Анализируя полученные диаграммы, можно сделать следующие выводы. Все исследуемые распределители различных форм обеспечивают распределение семян на заданную длину. Однако наибольшая равномерность распределения семян по длине наблюдается у распределителя, образованного кривой второго порядка (коэффициент вариации  $v_{cp}=19,4$ ). Это объясняется тем, что образующая поверхности такого распределителя имеет плавное изменение углов наклона ее к горизонту в необходимых пределах, в отличие от фиксированных углов установки образующей к горизонту у плоского и конусообразного распределителя.



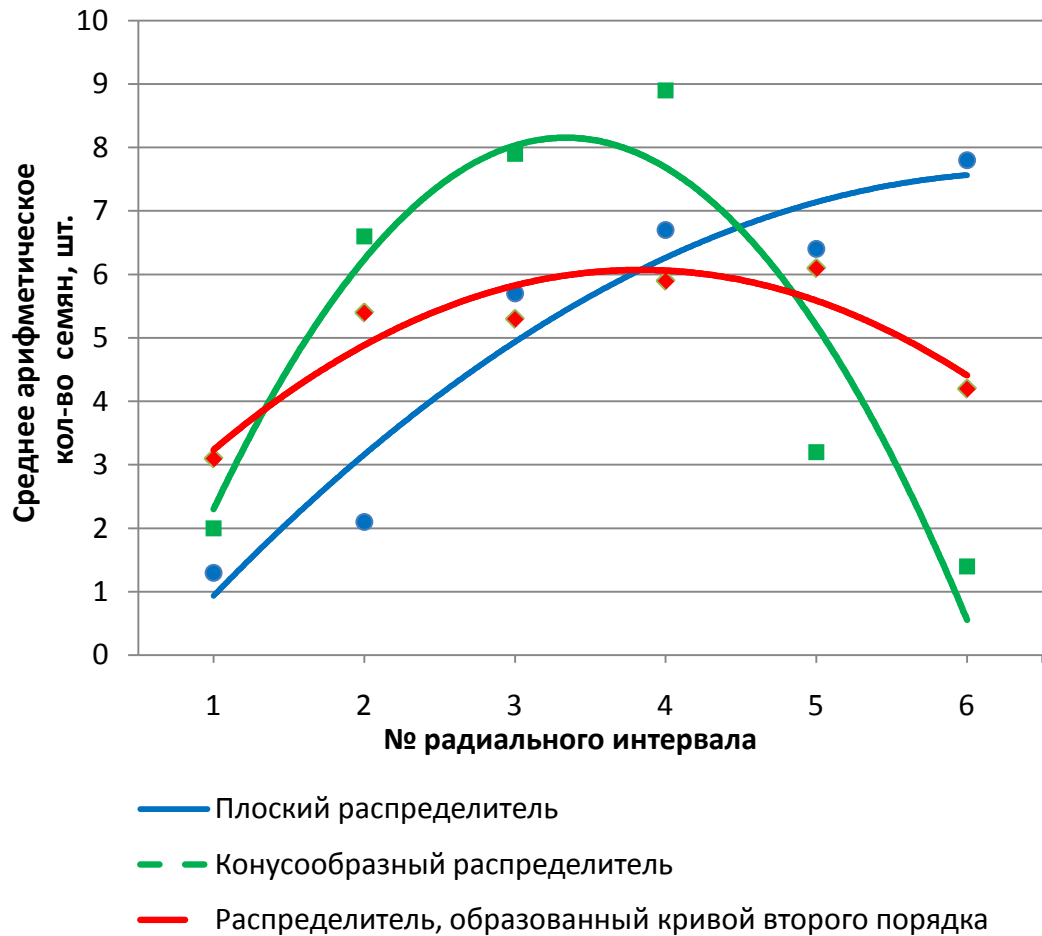


Рисунок 3.7 – Диаграмма равномерности распределения семян по длине в зависимости от формы поверхности распределителя

Однако равномерность распределения семян в подсошниковом пространстве состоит из равномерности распределения семян по длине и ширине засеваемой сошником полосы, для выбора оптимальной формы поверхности распределителя, нам необходимо провести лабораторные исследования по определению равномерности распределения семян по ширине засеваемой полосы в зависимости от формы поверхности распределителя.

### 3.2.2. Результаты исследований по определению равномерности распределения семян по ширине засеваемой полосы в зависимости формы поверхности распределителя

Исследования по определению равномерности распределения семян по ширине засеваемой полосы, в зависимости формы поверхности распределителя

проводились на лабораторной установке, описанной в пункте 3.1.2 с использованием распределителей с различными формами поверхностей: плоской, конусообразной и поверхностью, образованной кривой второго порядка.

Для определения равномерности распределения семян по ширине использовался специально изготовленная рамка с размерами 0,5 x 0,6 м, которая разделена на равные интервалы поперечными перегородками через каждые 0,02 м.

Исследования по определению равномерности распределения семян по ширине засеваемой полосы, в зависимости формы распределителя проводились по методике, описанной в пункте 3.1.3.

Результаты исследований приведены в таблице В.2 (Приложение В) По данным полученным в ходе проведения лабораторных исследований были построена диаграмма равномерности распределения семян по ширине засеваемой полосы в зависимости формы поверхности распределителя (рисунок 3.8).

Анализ полученной диаграммы показал, что распределение семян на необходимую ширину засеваемой сошником полосы обеспечивается при использовании конусообразного распределителя и распределителя, образованного кривой второго порядка, однако наибольшая равномерность распределения семян по ширине засеваемой полосы наблюдается у распределителя, образованного кривой второго порядка (коэффициент вариации  $v_{cp} = 20,6$ ).

Принимая во внимание то, что распределитель должен обеспечивать равномерное распределения семян, как по длине, так и ширине засеваемой сошником полосы, и учитывая результаты экспериментов по определению равномерности распределения семян по дальности в зависимости от формы поверхности распределителя (пункт 3.2.1.), данному требованию отвечает лишь распределитель с образующей поверхности в виде кривой второго порядка. Следовательно, для проведения дальнейших экспериментальных исследований мы принимаем распределитель с поверхностью, образованного кривой второго порядка.

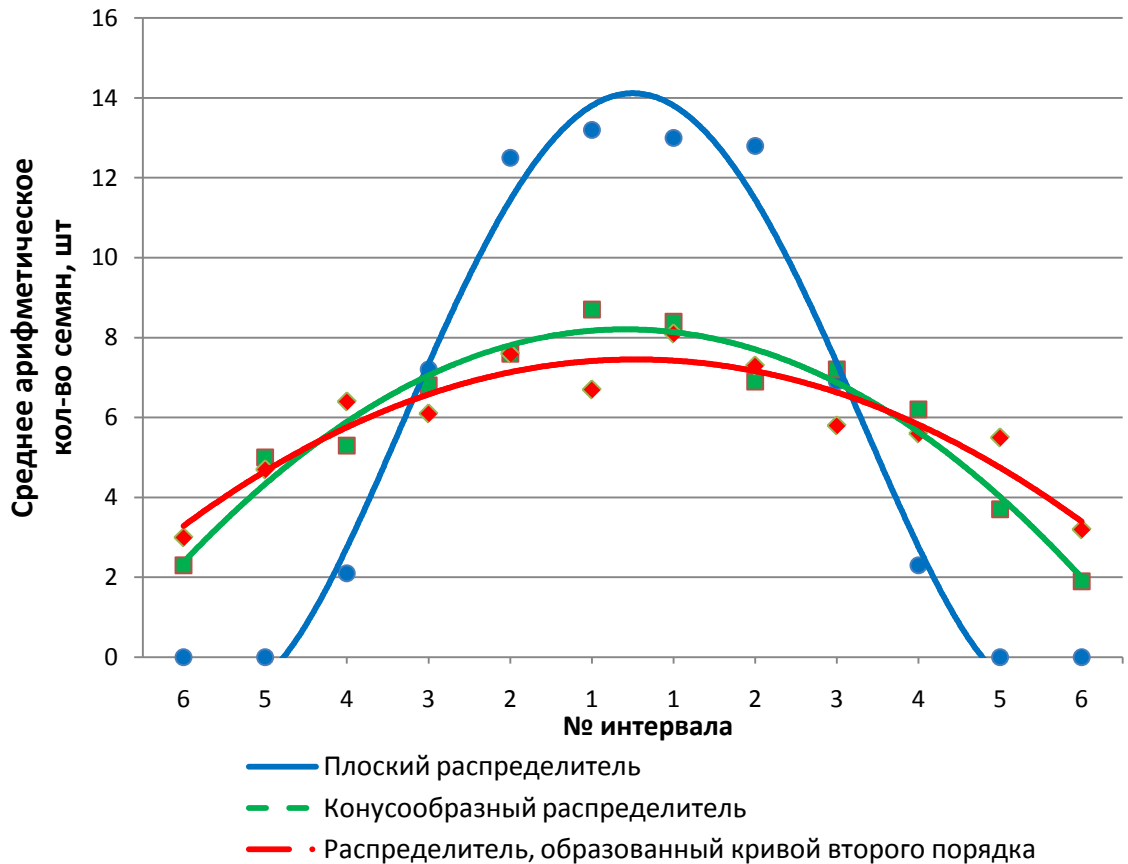


Рисунок 3.8 – Диаграмма равномерности распределения семян по ширине засеваемой полосы в зависимости от формы поверхности распределителя

### 3.2.3. Результаты проведения исследований по определению ширины засеваемой сошником полосы, в зависимости от угла распределителя, определяющего ширину распределения семян

Лабораторные исследования по определению ширины засеваемой сошником полосы, в зависимости от угла распределителя, определяющего ширину распределения семян, проводились на лабораторной установке, описанной в пункте 3.1.1. При проведении исследований использовались распределители с углами, определяющими ширину распределения семян от 40, до 65 градусов с изменением данного угла в 5 градусов. Результаты исследований приведены в таблице В.3 (Приложение В).

Эксперимент проводился по методике, описанной в пункте 3.1.5. В результате проведения эксперимента, была получена графическая зависимость ширины засеваемой сошником полосы, в зависимости от угла распределителя,

определяющего ширину распределения семян (рисунок 3.9), которая показывает, что необходимая нам ширина засеваемой сошником полосы равная 24 см обеспечивается при значении угла распределителя, определяющего ширину распределения семян равного 60 градусам, что подтверждает наши теоретические расчеты.

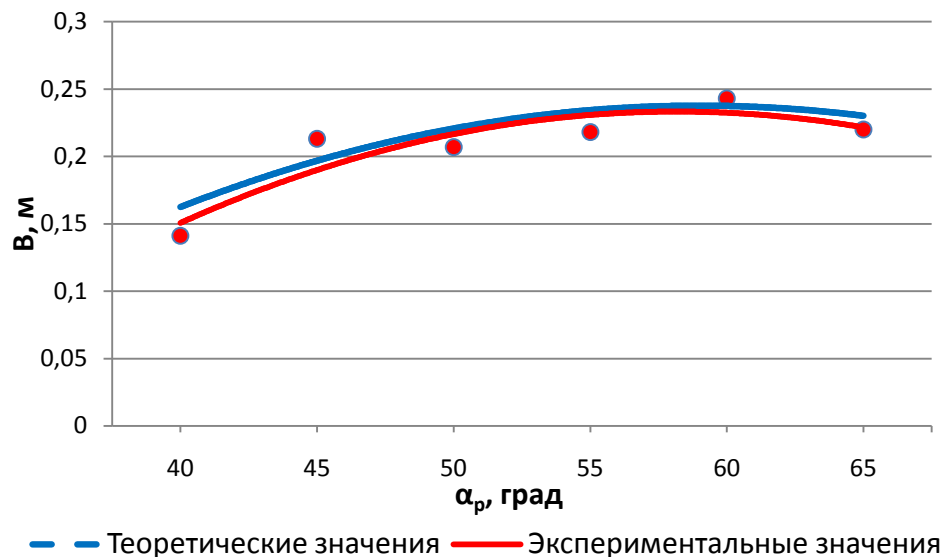


Рисунок 3.9 – График теоретической и экспериментальной зависимости ширины засеваемой сошником полосы от угла распределителя, определяющего ширину распределения семян

### **3.2.4. Результаты проведения исследований по определению максимальной дальности полета семян, в зависимости от эксцентриситета установки семяпровода относительно распределителя**

Для определения максимальной дальности полета семян в зависимости от эксцентриситета установки семяпровода относительно распределителя, мы использовали лабораторную установку, описанную в пункте 3.1.1. При проведении экспериментов эксцентриситет установки семяпровода относительно распределителя изменялся в пределах от 0 до 0,015 м. Угол распределителя, определяющий ширину распределения семян, при проведении экспериментов был равен 60 градусам.

Лабораторные исследования проводились по методике, описанной в пункте 3.1.5, результаты исследований отражены в таблице В.4 (Приложение В). Полученная по результатам проведения экспериментов графическая зависимость (рисунок 3.10) показала, что дальность полета семян после удара о поверхность распределителя при уменьшении значения эксцентриситета установки семяпровода относительно его поверхности снижается, что подтверждает наши теоретические предположения.

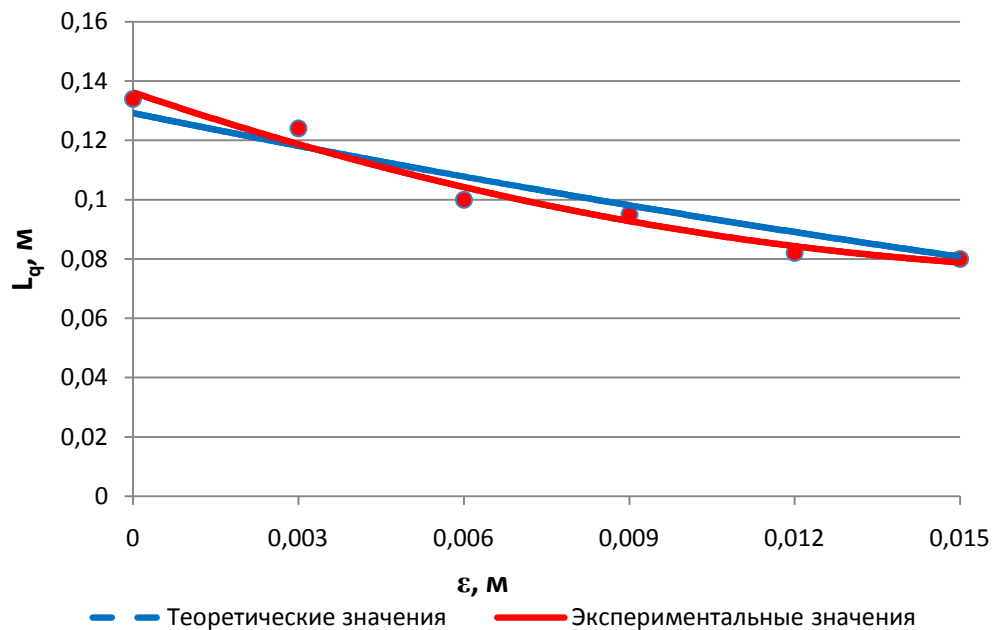


Рисунок 3.10 – График теоретической и экспериментальной зависимости максимальной дальности полета семян от эксцентриситета установки семяпровода относительно распределителя

Из графика 3.10. видно, что необходимая нам максимальная дальность полета семян равная 12 см обеспечивается при эксцентриситете установки семяпровода относительно распределителя равного 0,003 м.

В итоге для проверки правильности выбора всех значений вышеописанных факторов влияющих на равномерность распределения семян в подсошниковом пространстве, нами был проведен еще один эксперимент по определению равномерности распределения семян по ширине засеваемой полосы с

наилучшими параметрами распределителя и параметрами его установки в подсошниковом пространстве.

Эксперимент производился на лабораторной установке, описанной в пункте 3.1.2. по методике, описанной в пункте 3.1.3. с десятикратной повторностью, результаты эксперимента отражены в таблице В.5 (Приложение В). При проведении эксперимента использовался распределитель с поверхностью, образованной кривой второго порядка со следующими параметрами:

- угол распределителя, определяющего ширину распределения семян  $\alpha_p = 60$  градусов
- эксцентриситет установки семяпровода относительно распределителя  $\varepsilon = 0,003$  м

По полученным в ходе проведения эксперимента данным строилась диаграмма равномерности распределения семян, по ширине засеваемой сошником полосы и сравнивалась с диаграммой, полученный в ходе проведения теоретических расчетов (рисунок 3.11).

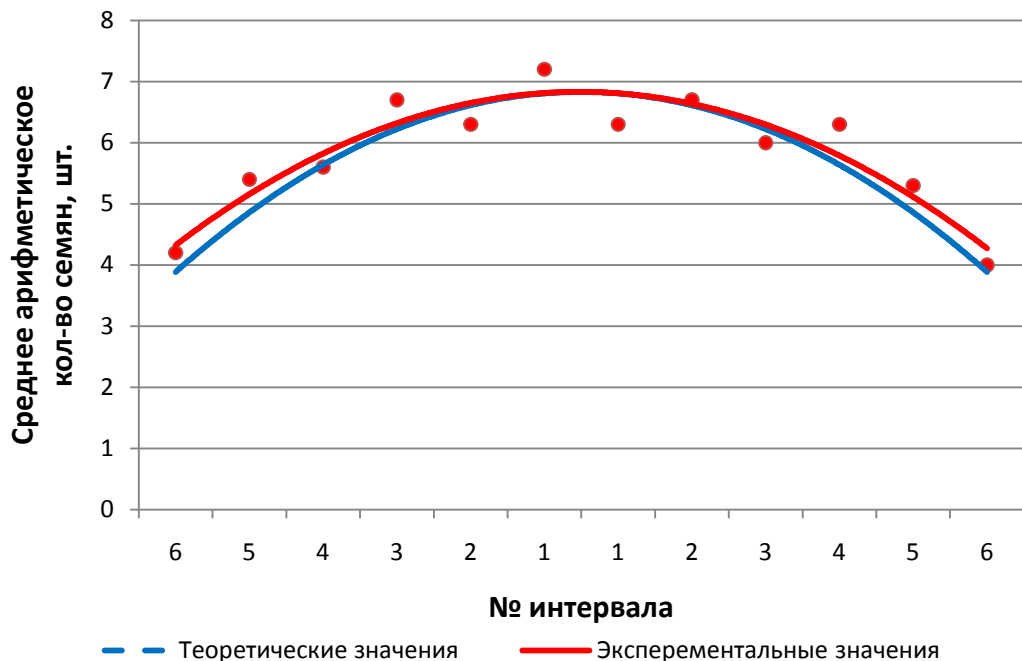


Рисунок 3.11 – Диаграмма теоретической и практической равномерности распределения семян, по ширине засеваемой сошником полосы ( $\alpha_p = 60^\circ$ ;  $\varepsilon = 0,003$  м)

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 наши данные полученные при проведении теоретических расчетов.

Для подтверждения правильности экспериментальных исследований при проведении лабораторно-полевых исследований мы будем использовать вышеописанные параметры распределителя и параметры установки его в подсошниковом пространстве в экспериментальных образцах сошников для внутрипочвенного разбросного посева.

### Выводы

Проведенные экспериментальные исследования по определению влияния конструктивных параметров распределителя на равномерность распределения семян в подсошниковом пространстве позволили сделать следующие выводы:

1. Наибольшая равномерность распределения семян по длине наблюдается у распределителя образованного кривой второго порядка (коэффициент вариации  $v_{cp}= 19,4$ ).

2. Наибольшая равномерность распределения семян по ширине засеваемой полосы обеспечивается при использовании распределителя, образованного кривой второго порядка (коэффициент вариации  $v_{cp}= 20,6$ ).

3. При значении угла распределителя, определяющего ширину распределения семян равного  $\alpha_p = 60^0$  обеспечивается необходимая ширина засеваемой сошником полосы равная 24 см.

4. При эксцентриситете установки семяпровода относительно распределителя  $\varepsilon = 0,003$  м, обеспечивается необходимая нам максимальная дальность полета семян равная 12 см.

5. При значении угла распределителя, определяющего ширину распределения семян  $\alpha_p = 60$  градусов и эксцентриситете установки семяпровода

относительно распределителя  $\varepsilon = 0,003$  м, наблюдается наиболее равномерное распределение семян по всей ширине засеваемой сошником полосы (коэффициент вариации  $v_{cp} = 13,3$ ).



#### **4. Проведение лабораторно-полевых исследований и определение экономической эффективности от внедрения сеялки оборудованной экспериментальными сошниками для внутрпочвенного разбросного посева**

##### **4.1. Проведение лабораторно-полевых исследований**

Лабораторно-полевые исследования проводились в 2016-2017 гг. на полях крестьянского хозяйства "Родники" (Фермерское семейное объединение) в Саратовской области, Калининского района, поселка Степное. Результаты лабораторно-полевых исследований стерневой сеялки оснащенной экспериментальными сошниками рассматривались в сравнении с результатом работы серийного сошника сеялки СЗС-2,1.

Программа проведения лабораторно-полевых исследований заключалась в следующем:

- подготовка к работе стерневой сеялки оснащенной экспериментальными сошниками согласно агротехническим требованиям, предъявляемым к посеву зерновых культур;
- подготовка участка, на котором будет производиться экспериментальный высев и определение характеристик почвы на заданном участке;
- определение ожидаемой урожайности на участке, где производился экспериментальный высев и проведение анализа ожидаемого урожая по полученным данным.

При проведении лабораторно-полевых исследований использовались экспериментальные сошники с распределителями, образованными кривой второго порядка. Посев производился зерновой стерневой сеялкой СЗС-2,1 семенами озимой пшеницы сорта «Саратовская 17» и яровой пшеницей сорта «Добрыня» согласно следующим стандартам и методикам [22,23,33,34,76,77,78].

#### 4.1.1. Методика проведения лабораторно-полевых исследований

В ходе проведения лабораторно-полевых исследований определялись следующие показатели работы зерновой стерневой сеялки СЗС-2,1 с установленными на ней экспериментальными сошниками для внутрипочвенного разбросного посева:

- Равномерность распределения семян по засеваемой площади.
- Равномерность заделки семян на заданную глубину.
- Ожидаемая урожайность на засеянных экспериментальных участках.

Равномерность распределения семян при проведении лабораторно-полевых исследований определялась на основе стандартной методики [33,78].

Определение равномерности распределения семян по засеваемой площади экспериментальных участков при проведении лабораторно-полевых исследований производился после полного появления всех всходов путем накладывания на экспериментальный участок поля измерительной рамки размером 0,5x0,5 м, которая внутри разделена на квадраты, со сторонами равными 0,05 м. Полученные данные сводились в таблицу, после чего производилась их статистическая обработка, затем определялось количество квадратов с разными числами всходов в процентах к общему количеству квадратов. После чего по полученным данным строится график равномерности распределения семян по засеваемой площади поля.

Одним из важнейших показателей качества проведенного посева зерновых культур является равномерность глубины заделки семян, поскольку согласно агротехническим требованиям 80 % семян не должно превышать  $\pm 1$  см, а также не должно быть не заделанных семян на поверхности поля.

При проведении лабораторно-полевых исследований мы определяли глубину заделки семян путем измерения этиолированной части растения;

Показателем глубины заделки семян является расстояние от поверхности почвы до центра зерна.

Измерения этиолированной части растения производились путем выдергивания растений и замера при помощи измерительной линейки расстояние

от верхней точки подземной части до центра зерна с точностью до 1 мм. Измерения проводились не менее чем у 200 растений. В результате чего полученные данные измерений этиолированной части растений сводились в таблицу, с последующим построением и анализом полученных графических зависимостей, по данным полученным в ходе проведения экспериментов.

Урожайность засеянной культуры с единицы площади является одним из основных критериев при определении эффективности работы сеялки оборудованной экспериментальными сошниками для внутривспашечного разбросного посева.

Ожидаемая урожайность определяли на пересчете под 14 % – влажность и 100 % – чистоту. Определение ожидаемой урожайности производится не более чем за 74 часа до начала проведения уборки урожая, для определения ожидаемой урожайности необходимо выбрать из каждого экспериментального участка образцы снопов, проведя их анализ, необходимо подсчитывают число растений и их стеблей. Определение остальных показателей урожая происходит путем отбора из снопа 25 типичных образцов стеблей и производят учет средней длины колоса, среднее число колосков в колосе и среднее число зерен в колосе ГОСТ 13586.3-2015 «Зерно. Правила приемки и методы отбора проб» [19]. Ожидаемая биологическая урожайность определялся путем вымолачивания зерен из выбранного снопового образца, с последующим их взвешиванием на специальных весах. Затем согласно весу зерна с одного квадратного  $1\text{ м}^2$ , рассчитывают ожидаемую урожайность с 1 га [99]. Влажность зерна определялся по ГОСТ 3040-55 «Зерно. Методы определения качества» [24], чистота семян определялась ручной разборкой по ГОСТ 12037-81 «Семена сельскохозяйственных культур. Методы определения чистоты и отхода семян» [17].

#### **4.1.2. Результаты проведения лабораторно-полевых исследований**

Лабораторно-полевые исследования проводились с целью проверки проведенного теоретического анализа распределения семян зерновых культур, а

также для подтверждения данных полученных в ходе проведения лабораторных исследований. Для этого нами в производственных условиях были произведены испытания экспериментального сошника для внутрпочвенного разбросного посева семян зерновых культур (рисунок 4.1) для оценки его качественных показателей, а именно распределению семян по засеваемой площади поля, а также по глубине заделки семян в почву. Для сравнения качественных показателей работы экспериментального сошника за основу был взят серийный сошник сеялки СЗС-2,1.



Рисунок 4.1 – Экспериментальный сошник

Лабораторно-полевые исследования проводились в 2016–2017 гг. на полях крестьянского хозяйства "Родники" (Фермерское семейное объединение) в Саратовской области, Калининского района, поселка Степное. Посев производился озимой пшеницей сорта «Саратовская 17» и яровой пшеницы сорта «Добрыня», норма высева семян при проведении лабораторно-полевых исследований составляла соответственно 180 кг/га и 160 кг/га. Характеристика экспериментальных участков, на которых производился посев сеялками с экспериментальными сошниками, представлена в таблице Г.1 (приложение Г).

При проведении посева использовалась экспериментальная сеялка СЗС-2,1 (рисунок 4.2, 4.3) на которой серийные сошники были заменены на экспериментальные сошники с распределителями, образованными кривой второго порядка.



Рисунок 4.2 – Сеялка, оборудованная экспериментальными сошниками



Рисунок 4.3 – Экспериментальные сошники

В процессе проведения лабораторно-полевых исследований производилась оценка качества распределения посевного материала экспериментальным

сошником по засеваемой площади поля на выбранных участках для проведения испытаний. Экспериментальные сошники расставлялись на раме сеялки в три ряда в соответствии с рекомендациями [16, 35] с расстоянием между смежными стойками равным 24 см.

После проведения посева и появления всходов производилась оценка качества работы экспериментальных сошников по сравнению с серийными сошниками, по следующим показателям:

- равномерности распределения семян по засеваемой площади;
- равномерности заделки семян на заданную глубину;
- ожидаемой урожайности на экспериментальных участках.

Равномерность распределения семян по засеваемой площади поля определялась после появления всходов растений, путем наложения измерительной рамки разбитой на квадраты с размерами 5x5 см и проведения подсчета количества растений в каждом квадрате рамки (рисунок 4.4). После чего по полученным данным (Таблица Г.2, Приложение Г) строился график равномерности распределения семян по засеваемой площади поля (рисунок 4.5).



а)

б)

Рисунок 4.4 – Определение равномерности распределения семян по засеваемой площади:

а – рядовой посев; б – внутрипочвенный разбросной посев

Анализ полученных данных показал, что равномерность распределения семян по площади поля у экспериментального сошника значительно выше, чем у

серийных сошников. Количество растений обеспеченных необходимой расчетной площадью питания у экспериментального сошника составило 63 %, а у серийного сошника – 16%. Количество незасеянных квадратов измерительной рамки у экспериментального сошника составило 15 %, а у серийного – 60 %.

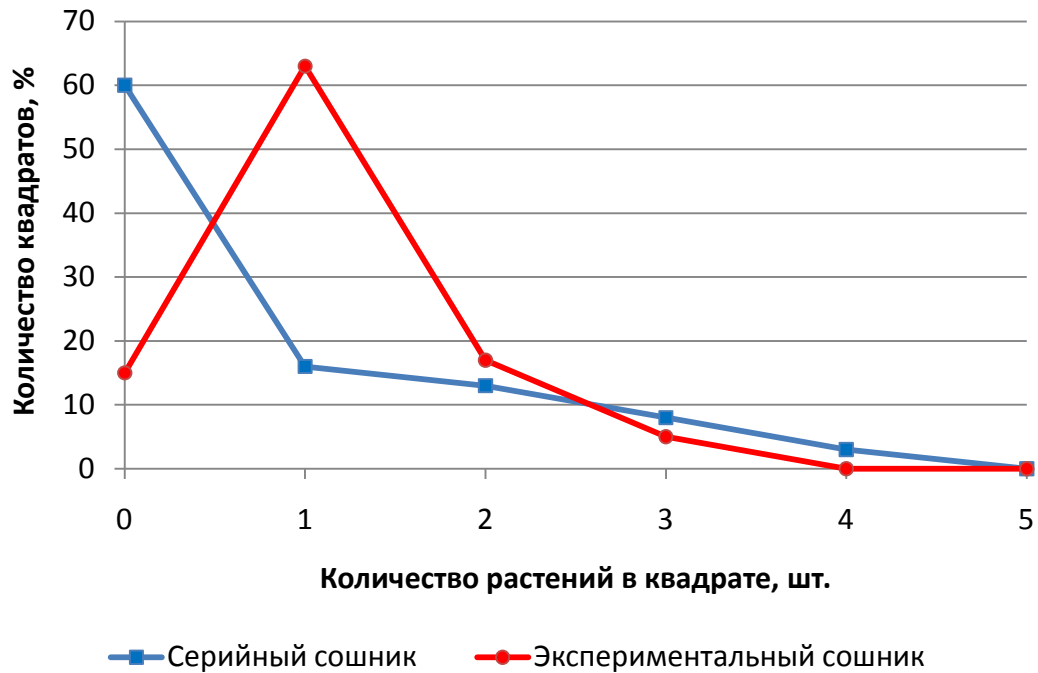


Рисунок 4.5 – Вариационные кривые равномерности распределения семян по засеваемой площади поля

Равномерность заделки семян на заданную глубину определялась по этиолированной части растений (рисунок 4.6). В результате, по полученным данным о глубине заделки растений (Таблица Г.2, Приложение Г) строился график равномерности заделки семян на заданную глубину (рисунок 4.7).

Из графика видно, что равномерность заделки семян на заданную глубину у экспериментальных сошников не сильно отличается от равномерности заделки семян серийными сошниками и соответствует агротехническим требованиям, предъявляемым к глубине заделки семян. Это позволяет сделать вывод о том, что экспериментальные сошники работают корректно и попадание семян на дно борозды происходит до момента осыпания почвы после ее схода с поверхности

сошника. Количество семян заделанных на заданную глубину  $\pm 1$  см у экспериментального сошника составило 77 %, а у серийного сошника – 75 %.



Рисунок 4.6 – Определение равномерности глубины заделки по этиолированной части растений

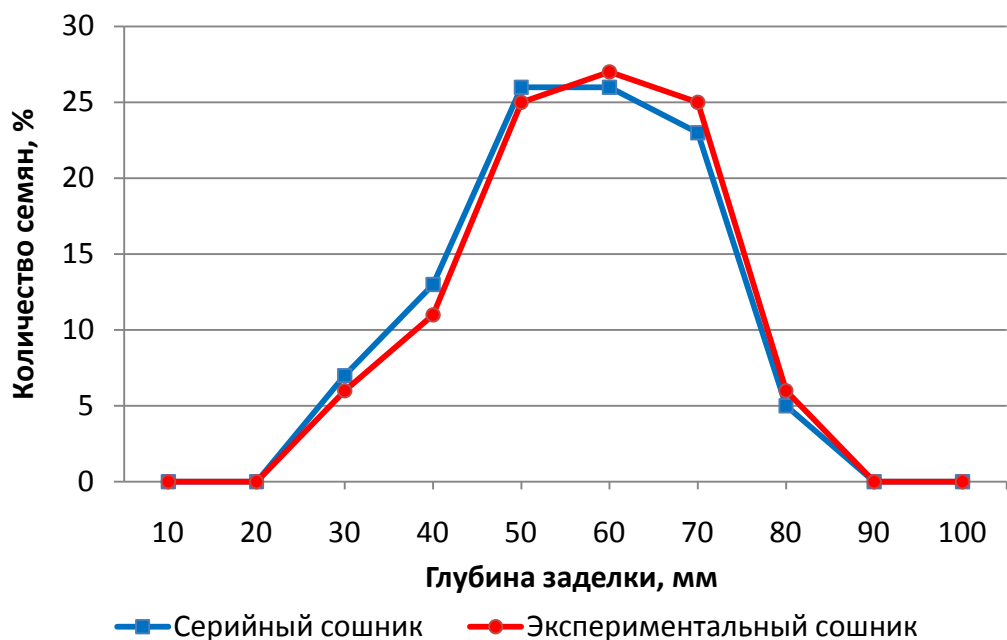


Рисунок 4.7 – Вариационные кривые равномерности заделки семян на заданную глубину. Окончательным показателем для оценки качества работы экспериментального сошника для внутрпочвенного разбросного посева по сравнению с серийным сошником служила ожидаемая, биологическая



урожайность, на засеянных экспериментальных участках, которая определяемая путем вымолачивания зерен из растений снопового образца, с последующим их взвешиванием на специальных весах. Результаты анализа ожидаемого урожая представлены в таблице 4.1.

Как видно из таблицы 4.1 анализ посевов на экспериментальных участках показал, что с применением экспериментальных сошников для внутрипочвенного разбросного посева с распределителями, образованными кривой второго порядка, ожидаемая прибавка урожайности в среднем составит 9,5 %, при средней урожайности 38 ц/га.

Таблица 4.1 – Анализ ожидаемого урожая

Показатели	Серийный сошник		Экспериментальный сошник	
	Яровая пшеница	Озимая пшеница	Яровая пшеница	Озимая пшеница
	2016 г.	2017 г.	2016 г.	2017 г.
Число растений на 1 м <sup>2</sup> , шт.	376	374	385	386
Высота растений, см.	95,4	96,2	96,9	97,8
Длина колоса, см.	4,1	4,7	4,6	5,3
Число зерен в колосе, шт.	11,3	11,6	12,5	12,9
Вес 1000 семян, г.	41,3	42,2	42,5	43,4
Ожидаемая урожайность, ц/га	24,1	45,4	26,4	49,7

#### **4.2. Определение экономической эффективности от внедрения сеялки оборудованной экспериментальными сошниками для внутрипочвенного разбросного посева**

Определение экономической эффективности от внедрения сеялки с экспериментальными сошниками для внутрипочвенного разбросного посева производилась путем сравнения основных технико-экономических показателей с сеялкой СЗС-2,1 оборудованной серийными сошниками. Поскольку посев зерновых культур при проведении лабораторно-полевых исследований был произведен одним и тем же посевным материалом, с одинаковой нормой высева,

на одном поле, на близко расположенных друг к другу экспериментальных участках и в одно и то же время, то можно с уверенностью судить о сопоставимости полученных результатов, для их сравнения.

#### 4.2.1. Определение ожидаемого годового экономического эффекта

Экономическую эффективность рассчитывали по общепринятой методике [60], с использованием ОСТ 102.18-2001 «Испытания сельскохозяйственной техники. Методы экономической оценки» [75]. Для проведения расчета были использованы данные, полученные по результатам лабораторно-полевых исследований, а также данные взятые из нормативно-справочной литературы [61].

Ожидаемый годовой экономический эффект от внедрения новой машины с учетом получения дополнительной продукции определен по следующему выражению:

$$\mathcal{E}_Г = (\Pi_{уд,с} - \Pi_{уд,э} + \mathcal{E}_д) V_э, \quad (4.1)$$

где  $\Pi_{уд,с}$  и  $\Pi_{уд,э}$  – прямые эксплуатационные затраты, приходящиеся на единицу работы соответственно при использовании серийной сеялки и экспериментальной, руб./га;

$\mathcal{E}_д$  – ожидаемый экономический эффект от получения дополнительной продукции, руб./га;

$V_э$  – годовая наработка стерневой сеялки, га.

$$\Pi_{уд,с(э)} = \mathcal{Z}_{с(э)} + A_{с(э)} + P_{с(э)} + \Gamma_{с(э)}, \quad (4.2)$$

где  $\mathcal{Z}_{с(э)}$  – заработная плата обслуживающего персонала, руб./га;

$A_{с(э)}$  – амортизационные отчисления при посеве серийной и экспериментальной сеялкой, руб./га.;

$P_{с(э)}$  – затраты на техническое обслуживание, ремонт и хранение серийной и экспериментальной сеялок, руб./га;

$\Gamma_{с(э)}$  – затраты на топливо–смазочные материалы при посеве серийной и экспериментальной сеялкой, руб./га.

Зарплата обслуживающего персонала определится как:

$$\mathcal{Z}_{с(э)} = \frac{nat}{W}, \quad (4.3)$$

где  $n$  – количество обслуживающего персонала – трактористов и сеяльщиков, чел.;  
 $\alpha$  – коэффициент, учитывающий начисления на заработную плату;  
 $t$  – часовая тарифная ставка обслуживающего персонала, руб./ч;  
 $W$  – часовая норма выработки серийной и экспериментальной сеялки, га/ч.

$$W = 0,1B_{\text{ар}}V_p\tau, \quad (4.4)$$

где  $B_{\text{ар}}$  – ширина захвата агрегата, м;  
 $V_p$  – рабочая скорость агрегата км/ч;  
 $\tau$  – коэффициент использования времени смены.

$$A_{\text{с(э)}} = \frac{B\alpha}{100WT}, \quad (4.5)$$

где  $B$  – балансовая цена машины, руб.;  
 $a$  – норма отчислений на амортизацию, %;  
 $T$  – годовая наработка, ч.

Балансовая стоимость экспериментальной сеялки определялась по следующему выражению:

$$B_{\text{э}} = B_{\text{сзс}} + C_{\text{кр}}, \quad (4.6)$$

где  $B_{\text{сзс}}$  – балансовая цена сеялки СЗС-2,1, руб.;  
 $C_{\text{кр}}$  – стоимость конструкторской разработки, руб.  
 Затраты на техническое обслуживание, ремонт и хранение:

$$P_{\text{с(э)}} = \frac{B\alpha_p}{100WT}, \quad (4.7)$$

где  $a_p$  – норма отчислений на техническое обслуживание, ремонт и хранение, %.  
 Затраты на топливо-смазочные материалы:

$$\Gamma_{\text{с(э)}} = \frac{C_{\text{ТСМ}}}{W}, \quad (4.8)$$

где  $C_{\text{ТСМ}}$  – стоимость топливо-смазочных материалов, руб.

$$C_{\text{ТСМ}} = V_T + C_T V_{\text{ТТ}} + C_{\text{ТТ}} V_{\text{ЦТ}} + C_{\text{ЦТ}}, \quad (4.9)$$

где  $V_T$ ,  $V_{\text{ММ}}$ ,  $V_{\text{МТ}}$  – часовой расход соответственно топлива, моторного масла и трансмиссионного масла, кг/ч;

$C_T$ ,  $C_{\text{ММ}}$ ,  $C_{\text{МТ}}$  – цена 1кг соответственно топлива, моторного масла и трансмиссионного масла.

Экономический эффект от получения ожидаемой дополнительной продукции:

$$\mathcal{E}_д = \Delta УЦ, \quad (4.10)$$

где  $\Delta У$  – ожидаемая прибавка урожая, т;

$Ц$  – цена тонны продукции, руб.

Составляющие прямых эксплуатационных затрат отражены в таблице Г.3 (Приложении Г).

Ожидаемый срок окупаемости капитальных вложений:

$$t = \frac{Б_э}{\mathcal{E}_г}, \quad (4.11)$$

где  $Б_э$  – балансовая стоимость экспериментальной сеялки, руб.;

$\mathcal{E}_г$  – ожидаемый годовой экономический эффект от внедрения экспериментальной сеялки, руб.

Результаты расчета экономической эффективности от внедрения сеялки оборудованной экспериментальными с сошниками для внутрпочвенного разбросного посева зерновых культур представлены в таблице 4.2.

Таблица 4.2 – Экономические показатели эффективности использования экспериментальной и серийной сеялки

№ п/п	Показатели	Серийная сеялка	Экспериментальная сеялка
1	Балансовая стоимость, тыс. руб.	190	198,5
2	Рабочая скорость агрегата, км/ч.	8	8
3	Годовая загрузка, га.	190	190
4	Часовая норма выработки, га/ч.	1,35	1,35
5	Сумма эксплуатационных затрат, руб./га.	1090,02	1100,65
6	Экономия от получения дополнительной продукции, руб./га.	-	1122
7	Ожидаемый годовой экономический эффект, тыс. руб.	-	211,16
8	Ожидаемый срок окупаемости капитальных вложений, лет.	-	0,94

### **Выводы**

По результатам проведения лабораторно-полевых исследований и определения экономической эффективности от внедрения сеялки оборудованной экспериментальными сошниками для внутрипочвенного разбросного посева можно сделать следующие выводы:

1. Равномерность заделки семян на заданную глубину у экспериментальных сошников соответствует агротехническим требованиям, предъявляемым к глубине заделки семян. Количество растений обеспеченных необходимой расчетной площадью питания у экспериментального сошника составило 63 %, а у серийного сошника – 16 %. Количество незасеянных квадратов измерительной рамки у экспериментального сошника составило 15 %, а у серийного – 60 %

2. Анализ посевов показал, что с применением экспериментальных сошников для внутрипочвенного разбросного посева в сравнении с серийными сошниками, ожидаемая прибавка урожайности в среднем составит 9,5 %, при средней урожайности 38 ц/га.

3. Анализ экономических расчетов показал, что за счет получения дополнительной продукции годовая экономия прямых эксплуатационных затрат на экспериментальную сеялку составит 1122 руб./га. Ожидаемый годовой экономический эффект при нормативной годовой загрузке экспериментальной сеялки для внутрипочвенного разбросного посева равной 190 часов составит 211,16 тыс. руб. Ожидаемый срок окупаемости дополнительных капитальных вложений на совершенствование конструкции сеялки составит 0,94 года.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В диссертационной работе решена одна из важнейших сельскохозяйственных задач – повышение равномерности внутрипочвенного 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 внутрипочвенный разбросной, однако существующие конструкции сошников для внутрипочвенного 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 (2.28). Получена аналитическая зависимость дальности полета семян после отскока от поверхности распределителя (2.24). Определены и обоснованы угол распределителя, определяющий ширину распределения семян  $\alpha_{от} = 60^\circ$  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  $\varepsilon = 0,003$  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.



**СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ**

1. Акопов, В. В. Способ посева зерновых культур / В. В. Акопов // Наука, техника и образование – 2016. – № 10 (28). С. 16-17
2. Астахов, В. С. Анализ пневматических централизованных высевальных систем / В. С. Астахов // Тракторы и сельхозмашины. – 1997. – №10. – С. 33-34.
3. Астахов, В. С. Посевная техника: анализ и перспективы развития / В. С. Астахов // Тракторы и сельхозмашины – 1999. – №1. – С. 6-13.
4. Бараев, А. И. Почвозащитное земледелие / А. И. Бараев; Избранные труды. – М.: Агропромиздат, 1988. – 383 с.
5. Бахмутов, В. А. Влияние равномерности размещения растений по площади на урожайность / В. А. Бахмутов, В. А. Любдич // Механизация и электрификация сельского хозяйства. – 1981. – №5. – С. 9-11.
6. Бахмутов, В. А. Факторы, влияющие на размещение семян и удобрений при безрядковом посеве / В. А. Бахмутов, В. Т. Исайчев // Механизация и электрификация сельского хозяйства. – 1986. – № 5. – С. 15-16.
7. Белов, Комбинированные машины и агрегаты для возделывания сельскохозяйственных культур / Г. Д. Белов, В. А. Дьяченко. – М. : Урожай, 1980. – 202 с.
8. Брадис, В. М. Четырехзначные математические таблицы / В. М. Брадис. – 13-е изд., стереотип. – М. : Дрофп, 2010. – 93 с.
9. Бузенков, Г.М. Машины для посева сельскохозяйственных культур / Г.М. Бузенков, С. А. Ма. – М. – Машиностроение, 1976. – 272 с.
10. Буров, Д. И. Научные основы обработки почв Заволжья / Д. И. Буров. – Куйбышев : Куйбышевское книжное издательство, 1970. – 294 с.
11. Веденяпин, Г.В. Общая методика экспериментального исследования и обработки опытных данных / Г.В. Веденяпин. – Изд. 3-е, доп. – Москва: «Колос», 1973. – 199 с.
12. Владимиров, А. Ф. Безрядковый посев зерновых культур / А. Ф. Владимиров // Прогрессивные способы посева зерновых культур / Сб. науч. тр. – М. : ВАСХНИЛ, 1959. – С. 34-37.

13. Воронюк, Б.А. Физико-механические свойства растений, почв и удобрений / Б. А. Воронюк, В. И. Пьянков. – М. : Колос, 1970. – 423 с.
14. Гимадиев, А. М. Методика экспериментальных исследований критической скорости удара, начало структурных изменений в зернах / А. М. Гимадиев // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. – 2010. – № 5. – С. 152-154.
15. Глухих, М. А. Практикум по технологии производства продукции растениеводства в Зауралье и Западной Сибири: учебное пособие Ч.1 / М. А. Глухих. – М.; Берлин : Директ-Медиа, 2015. – 249 с.
16. Гниломедов, В. Г. Исследование и совершенствование технологического процесса сеялок-культиваторов в условиях Среднего Поволжья : дис. ... канд. техн. наук : 05.20.01 / Гниломёдов Владимир Григорьевич. – Кинель, 1981. – 226 с.
17. ГОСТ 12037-81 Семена сельскохозяйственных культур. Методы определения чистоты и отхода семян. – М. : Стандартинформ, 2011. – 34 с.
18. ГОСТ 12042-80 Семена сельскохозяйственных культур. Методы определения массы 1000 семян (с Изменением №1). – М. : ИПК Издательство стандартов, 2004. – 4 с.
19. ГОСТ 13586.3-2015 Зерно. Правила приемки и методы отбора проб. – М. : Стандартинформ, 2016. 12 с.
20. ГОСТ 13586.5-2015. Зерно. Метод определения влажности (с Поправкой). – М. : Стандартинформ, 2016. 12 с.
21. ГОСТ 166-89 Штангенциркули. Технические условия. – М. : ИПК Издательство стандартов, 2003. – 12 с.
22. ГОСТ 24055-2016 Техника сельскохозяйственная. Методы эксплуатационно-технологической оценки. – М. : Стандартинформ, 2017. – 19 с.
23. ГОСТ 28268-89 Почвы. Методы определения влажности, максимальной гигроскопической влажности и влажности устойчивого завядания растений. – М. : Стандартинформ, 2006. – 8 с.

24. ГОСТ 3040-55 Зерно. Методы определения качества. – М. : Издательство стандартов, 1973. – 7 с.
25. ГОСТ 427 – 75 Линейки измерительные металлические. Технические условия. – М. : Издательство стандартов, 1994. – 8 с.
26. ГОСТ 5378-88 Угломеры с нониусом. Технические условия. – М. : Стандартиинформ, 2010. – 12 с.
27. ГОСТ Р 53228-2008 Весы неавтоматического действия. Часть 1. Метрологические и технические требования. Испытания (с Изменением №1). – М. : Стандартиформ, 2010. – 133 с.
28. Грищенко, В. Ф. О результатах производственной проверки безрядковой (зерновой) сеялки / В. Ф. Грищенко, В. К. Шведков, В. С. Ломовицкий // Механизация сельского хозяйства / Сб. науч. тр. Рязанского СХИ, т. 30. – Рязань, 1974. – С. 5-12.
29. Грищенко, В. Ф. Основы теории движения семян и распределения их в почве при безрядковых посевах / В. Ф. Грищенко // Механизация сельского хозяйства: сб. науч. тр. Рязанского СХИ, вып. X. – Рязань, 1963. – С. 15-33.
30. Гужин, И. Н. Совершенствование технологического процесса распределения семян зерновых культур с обоснованием параметров сошника для подпочвенного разбросного посева : автореф. дисс. ... канд. техн. наук : 13.09.03 / Гужин Игорь Николаевич. – Пенза, 2003. – 20 с.
31. Гужин, И. Н. Совершенствование технологического процесса распределения семян зерновых культур с обоснованием параметров сошника для подпочвенного разбросного посева : дис. ... канд. техн. наук : 05.20.01 / Гужин Игорь Николаевич. – Кинель, 2003. – 150 с.
32. Далалева, М. И. Методика определения коэффициента восстановления зерна гречихи / М. И. Далалева, А. В. Дмитриев // Materials of XI international research and practice conference «Scientific horizon». – 2015. – vol. 9 – p. 71-73.
33. Доспехов, Б. А. Методика полевого опыта (с основами статической обработки результатов исследований) / Б. А. Доспехов, – М. : Агропромиздат, 1985. – 351с.

34. Доспехов, Б. А. Планирование полевого опыта и статистическая обработка его данных / Б. А. Доспехов, – М. : Колос, 1972. – 207 с.
35. Есипов, В. И. Исследование качественных показателей рабочих органов комбинированных посевных агрегатов при различных способах основной обработки почвы в условиях Среднего Поволжья : дис. ... канд. техн. наук : 05.20.01 / Есипов Виталий Иванович. – Куйбышев, 1976. – 212 с.
36. Кардашевский, С. В. Высевающие устройства посевных машин / С. В. Кардашевский, – М. : Машиностроение, 1973. – 176 с.
37. Карпенко, А. Н. Сельскохозяйственные машины / А. Н. Карпенко, В. М. Халанский, И. В. Горбачев. – М. – Колос, 1983. – 487 с.
38. Киров, А. А. Обоснование процесса равномерного распределения семян по площади поля и параметров распределителя сошника для подпочвенно-разбросного посева : дис. ... канд. техн. наук : 05.20.01 / Киров Анатолий Александрович. – Кинель, 1984. – 223 с.
39. Ковалев, Н. Г. Сельскохозяйственные материалы (виды, состав, свойства) / Н. Г. Ковалев, Г. А. Хайлис, М. М. Ковалев. – М. : «Аграрная наука», ИК «Родник», 1998. – 208 с.
40. Ковриков, И. Т. Обоснование некоторых параметров распределителя семян сошника безрядковой зерновой сеялки / И. Т. Ковриков // Тракторы и сельхозмашины. – 1976. – №4. – С. 26-28.
41. Ковриков, И. Т. Основные принципы разработки распределительных устройств подпочвенно-разбросных сошников зерновых сеялок / И. Т. Ковриков // Тракторы и сельхозмашины. – 1983. – №5. – С. 13-14.
42. Ковриков, И. Т. Основы разработки широкозахватных стерневых сеялок / И. Т. Ковриков // Механизация и электрификация сельского хозяйства. – 1983. – №6. – С. 41-44.
43. Комаров, Ю. В. Анализ конструкций для подпочвенного разбросного посева семян / Ю.В. Комаров, С.А. Романчиков, С.В. Тимофеев // Научная мысль. – 2015. – №3 – С. 96-101.

44. Комаров, Ю. В. Результаты экспериментальных исследований коэффициентов восстановления при ударе семян основных культур, рекомендуемых для внутрпочвенного разбросного посева / Ю. В. Комаров // Агропромышленный комплекс: состояние, проблемы, перспективы. – Пенза : ПГАУ, 2014. – С. 41-44.

45. Комаров, Ю. В. Результаты экспериментальных исследований технологического процесса распределения семян в подсошниковом пространстве / Ю.В. Комаров, А. С. Серябреков, А. П. Зизевский // Проблемы экономичности и эксплуатации автотракторной техники. – Саратов : ООО ПКФ «Буква», 2013. – С. 70-73.

46. Комаров, Ю. В. Совершенствование технологического процесса отделения почвенных примесей от корней сахарной свеклы крупноячеистым сепаратором : автореф. дис. ... канд. техн. наук : 05.20.01 / Комаров Юрий Викторович. – Саратов, 1997. – 24 с.

47. Комаров, Ю. 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 / – Ставрополь : «Аргус», 2015. С. 23–27.

48. Комбинированные почвообрабатывающие машины / А. А. Вилде [и др.] – Л. : Агропромиздат, Ленингр. отд-ние, 1986. – 128 с.

49. Корниенко, А. В. Резервы повышения эффективности технологий в растениеводстве / А. В. Корниенко, А. К. Нанаенко // Техника в сельском хозяйстве. – 2002. – №3. – С. 11-15.

50. Корчагин, В. А. Влаго- и ресурсосберегающие системы обработки почвы в степных районах Среднего Поволжья / В. А. Корчагин, Н. И. Золотарев. – Самара: кн. изд-во, 1997. – 99 с.

51. Крагельский, И. В. Основы расчетов на трение и износ / И. В. Крагельский, М. Н. Добычин, В. С. Комбалов. – М. : Машиностроение, 1977. – 526 с.

52. Крючин, Н. П. Разработка высевающего аппарата для посева семян с различными физико-механическими свойствами Н. П. Крючин, П. В. Крючин // Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии. – Самара, 2010. № 3. – С. 42-45.

53. Крючин, Н. П. Разработка электрифицированной пневматической мини-сеялки для посева трав / Н. П. Крючин, С. В.Сафонов, А. Н. Крючин // Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии. – Самара, 2012. № 3. – С. 29-32.

54. Ларюшин, Н. П. Теоретические и экспериментальные исследования процесса посева семян зерновых культур комбинированным сошником сеялки-культиватора. Теория, конструкция, расчет : монография / Н. П. Ларюшин, А. В. Мачнев, В. В. Шумаев, – Пенза : РИО ПГСХА, 2012. – 125 с.

55. Ляпцев, С. А. Методика определения коэффициента восстановления горных пород / С. А. Ляпцев, Е. Б.Волков // Фундаментальные исследования. – 2014. – № 12-8. – С. 1646-1648;

56. Малеев, М. К. Обоснование параметров рабочих органов сеялок - культиваторов для посева на почвах, подверженных ветровой эрозии / М. К. Малеев // Механизация возделывания зерновых культур на почвах, подверженных ветровой эрозии / – Алма-Ата: Кайнар, 1971. – С. 95-117.

57. Мачнев, А. В. Совершенствование технологического процесса подпочвенно-разбросного посева зерновых культур с разработкой сошника : дис. ... канд. техн. наук : 05.20.01 / Мачнев Алексей Валентинович. – Пенза, 2001. – 182 с.

58. Машины и оборудование в растениеводстве : учеб. пособие / А. Г. Рыбалко [и др.]; под общ. ред. Б. Н. Емелина. – ФГОУ ВПО «Саратовский ГАУ» Саратов, 2004. – 240с.

59. Методика определения упругих и фрикционных характеристик сыпучих материалов / Е.Ф. Цыпин [и др.] // Известия вузов. Горный журнал. – 1998. – № 5–6. – С. 103-108

60. Методика определения экономической эффективности технологий и сельскохозяйственной техники Часть I / А. В. Шпилько [и др.]. Методические указания. – М.: РИЦ ГОСНИТИ, 1998. – 331 с.

61. Методика определения экономической эффективности технологий и сельскохозяйственной техники Часть II Нормативно-справочный материал / Шпилько А. В. [и др.]. Методические указания. – М.: РИЦ ГОСНИТИ, 1998. – 251 с.

62. Механико – технологические свойства сельскохозяйственных материалов / Г. А. Хайлис [и др.]. – Луцк. ЛГТУ, 1998. – 268 с.

63. Модернизация сошниковой группы зерновой сеялки для подпочвенного рассева семян / П. А. Емельянов [и др.]. // Нива Поволжья. – 2017. – № 2. – С. 61-66.

64. Муртазин, Г. Р. Разработка и обоснование параметров комбинированного рабочего органа для совмещения операций обработки почвы и посева семян : дис. ... канд. техн. наук : 05.20.01 / Муртазин Газиман Рахимзанович. – Казань, 1983. – 180 с.

65. Ногтиков, А. А. Разработка и обоснование параметров комбинированных рабочих органов сеялок для внутрипочвенно-разбросного посева : дис. ... канд. техн. наук : 05.20.01 / Ногтиков Анатолий Алексеевич. – Оренбург, 1995. – 238 с.

66. Обоснование Коструктивно-технологической схемы сошника анкерного типа / Н. Ф. Скурятин, [и др.]. // Весник Воронежского государственного аграрного университета. – 2013. – № 3. – С. 64-68.

67. Овчинников, В. А. Комбинированный сошник для Широкорядного посева. / В. А. Овчинников, М. Н. Чаткин. // Сельский механизатор. – 2016. – № 9. – С. 4-5.

68. ООО "ИнстерАгроТрэйд" [Электронный ресурс] / Зерновая сеялка GASPARDO MEGA 600. – Режим доступа: <http://insteragrotrade.ru/node/298>, свободный. – Загл. с экрана. Проверено 17.06.2018.

69. ООО «Миг» [Электронный ресурс] / Сеялки Сызрань «СЕЛЬМАШ» – Режим доступа: [http://migrt.ru/products/tech/seyalki\\_syzran\\_selmask/](http://migrt.ru/products/tech/seyalki_syzran_selmask/), свободный. – Загл. с экрана. Проверено 17.06.2018.

70. ООО «НТА» [Электронный ресурс] Режим доступа: <http://sejalki.ru/articles/mashini-dlya-poseva-v-pochvu-obrabotannuyu/zernovie-seyalki.html>, свободный. – Загл. с экрана. Проверено 17.06.2018.

71. ООО «Омсельмаш» [Электронный ресурс] / Сеялка СКП 2,1. – Режим доступа: <http://www.omselmask.ru/catalog/item/2/>, свободный. – Загл. с экрана. Проверено 17.06.2018.

72. ООО «Омсельмаш» [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.omselmask.ru/>, свободный. – Загл. с экрана. Проверено 17.06.2018.

73. ООО «ПК «Агромастер» [Электронный ресурс] / Широкозахватные посевные комплексы AGRATOR. – Режим доступа: <http://www.pk-agromaster.ru/8500/>, свободный. – Загл. с экрана. Проверено 17.06.2018.

74. ООО «Поволжье техносервис» [Электронный ресурс] / Зерновая механическая сеялка Gaspardo Mega. – Режим доступа: <http://pts58.ru/node/283>, свободный. – Загл. с экрана. Проверено 17.06.2018.

75. ОСТ 102.18-2001. Испытания сельскохозяйственной техники. Методы экономической оценки. М. : Минсельхоз России, 2002. – 22 с.

76. ОСТ 70.5.1 83. Испытания сельскохозяйственной техники. Машины посевные. Методы оценки функциональных показателей.

77. ОСТ 105.1-2000. Машины посевные. Методы оценки функциональных показателей. – Введ. 15.06.2000. – М. : Минсельхозпрод. России, 2000. – 116 с.

78. ОСТ-70.5.1-82 Испытания сельскохозяйственной техники. Машины посевные. Программа и методы испытаний. – 121 с.

79. Официальный сайт фирмы HORSCH [Электронный ресурс] / Focus TD. – Режим доступа: <https://www.horsch.com/ru/produkty/mashiny-dlja-poseva/streifenbearbeitung/focus-td/>, свободный. – Загл. с экрана. Проверено 17.06.2018.



80. Пат. 2101906 Российская Федерация, МПК А01С 7/20 Сошник для разбросного высева семян и удобрений / Ногтиков А.А.; Сазонов С.Н.; Балашов А.В. – № 95103093/13; заявл. 02.03.1995; опубл. 20.01.1998.

81. Пат. 2122777 Российская Федерация, МПК А01С 7/20 Сошник для разбросного посева / Голощаров А.П., Показаньев С.А., Манило И.И., Менщиков Ю.А., Ерофеев В.Г. – № 97114201/13; заявл. 19.08.1997; опубл. 10.12.1998.

82. Пат. 2466524 Российская Федерация, МПК А01С 7/20 Сошник для подпочвенно-разбросного посева / Максимов И. И., Петров А. А., Васильев С. А., Максимов В. И. – № 2011121535/13; заявл. 27.05.2011; опубл. 20.11.2012, Бюл. № 32. – 5 с.

83. Пат. № 119568 РФ, МПК А01С 7/20. Сошник / Н.П. Ларюшин, В.А. Мачнев, М.А. Ларин и др. – №2012110651/13; заявл. 20.03.2012; опубл. 27.08.2012, Бюл. №24. – 7 с.

84. Пат. № 125016 РФ, МПК А01С 7/20. Сошник для разбросного посева / Комаров Ю. В., Зизевский А. П. – №2012126940; заявл. 27.06.2012; опубл. 27.02.2013, Бюл. №6. – 1 с.

85. Пат. № 138181 РФ, МПК Ф01С 7/20 Сошник для разбросного посева / Боровинских Н.П., Голощаров А.П., Рахимов Р.С., Митрофанов А.П., Омегов А.В., Тулюпа К.Б.

86. Пат. № 2164364 РФ, МПК А01С7/20 Сошник для подпочвенного разбросного посева / Михальцов Е.М., Кем А.А., Ковтунов В.Е., Клюстер В.Ф., Храпцов И.Ф. – « 99114034/13 заявл. 24.06.1999; опубл.27.03.2001, Бюл. № 13. – 4 с.

87. Пат. № 2316931 РФ, МПК А01С 7/20 Сошник для внутрпочвенного разбросного посева / Максимов Л.М., Максимов П.Л., Лужбин А.А., Дерюшев И.А. – №2005112168/12; заявл. 27.10.2006; опубл. 20.02.2008, Бюл. №5. – 7 с.

88. Перетятыко, А. В. Совершенствование технологии распределения семян при подпочвенно-разбросном способе посева и обоснование конструкции лапового сошника : дис. ... канд. техн. наук : 05.20.01 / Перетятыко Андрей Владимирович. – Саратов, 2007. – 187 с.

89. Пискунов, Н.С. Дифференциальное и интегральное исчисления: Учеб. пособие для вузов: В 2 т., Т.1 / Н. С. Пискунов. – Изд. стер. – М. : Интеграл-Пресс, 2001. – 415 с.
90. Повышение эффективности функционирования универсальной зерновой сеялки СЗУ-6 / В. Ф. Купряшкин [и др.]. // Современные наукоемкие технологии. – 2013. – № 8-2. – С. 206-211.
91. Подпочвенно-разбросной посев зерновых культур / П. А. Емельянов [и др.]. // Сельский механизатор. – 2016. – № 5. – С. 16.
92. Познайка.Орг : информационный сайт [Электронный ресурс] / Способы и технологические процессы посева и посадки сельскохозяйственных культур. – Режим доступа: <http://poznayka.org/s2176t1.html>, свободный. – Загл. с экрана. Проверено 17.06.2018.
93. Разработка конструктивно-технологической схемы посевной секции зернотуковой сеялки прессового типа / А. В. Бондарев [и др.] // Вестник НГИЭИ. – 2016. – № 12 (67). – С. 40-45.
94. Румянцев, В. И. Система обработки почв в засушливых районах Юго-Востока / В. И. Румянцев. – М. : Колос, 1964. – 199 с.
95. Русских, В. Уменьшая травмирование зерна, повышаем его урожайность / В. Русских // Комбикорма. – 2010. – № 7 – С. 51-53.
96. Савельев Ю. А. Результаты исследования физико-механических свойств семян трав / Ю. А. Савельев, А. Н. Крючин // Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии. – Самара, 2014. – № 3. – С. 33-36.
97. Сельскохозяйственная энциклопедия. Т. 4 / под ред. П. Лобанова [и др.]. – Изд. 3-е, перераб. – М. : Государственное издательство сельскохозяйственной литературы, 1955. – 670 с.
98. Сельскохозяйственные машины (конструкция, теория и расчет) : Учебное пособие Ч. I / Е. И. Трубилин [и др.] – Изд. 2-е, перераб. и дополн. – КГАУ Краснодар, 2008. – 200 с.

99. Сельхозтехника и сельскохозяйственное оборудование [Электронный ресурс] / Сеялка СЗ 3,6. – Режим доступа: <http://selhoztehnik.com/seyalka-sz-3-6>, свободный. – Загл. с экрана. Проверено 17.06.2018.

100. Семькин, В. А. Исследование сеялок - культиваторов при работе в условиях черноземья / В. А. Семькин // Сахар. Свекла. – 2002. – №6. – С. 23-25.

101. Скурятин, Н. Ф. Паркинг для сельскохозяйственной техники / Н. Ф. Скурятин, А. В. Бондарев, Е. В. Соловьев. // Сельский механизатор. – 2018. – № 2. – С. 42-43.

102. Скурятин, Н. Ф. Совершенствование процесса посева зерновых на склоновых почвах / Н. Ф. Скурятин, С. В. Мерецкий // Инженерный вестник Дона. – 2012. – № 19. – С. 211-218.

103. Смиловенко, Д. А. Исследование и обоснование формы и параметров рабочих органов сеялок для подпочвенно-разбросного посева : дис. ... канд. техн. наук / Смиловенко, Д. А. – Минск, 1960. – 220 с.

104. Смиловенко, Д. А. Основные параметры рабочих органов сеялок для подпочвенно-разбросного посева зерновых культур / Д. А. Смиловенко // Вопросы земледельческой механики / – Минск, 1961. – С. 98-149.

105. Соколов, Н. М. Почвовлагодобывающий способ основной обработки почвы на склонах / Н. М. Соколов // Тракторы и сельхозмашины. – 2012. – № 5 – С. 17-18.

106. Строение и геометрические характеристики зерна: метод. указания к практическим занятиям по дисциплине «Сырьевая база пищевых производств» для студентов специальности 260602 «Пищевая инженерия малых предприятий» всех форм обучения / НГТУ им. Р.Е. Алексеева; Сост. М.Н.Чубенко. – Н. Новгород, 2010. – 14 с.

107. Трофимова, Т. И. Курс физики: учеб. пособие для вузов / Т. И. Трофимова. – 11-е изд., стер. – М. : Издательский центр «Академия», 2006. – 560 с.

108. Тухватуллин, М. М. О снижении травмирования зерна при его транспортировании путем применения полимерных материалов / М. М.

Тухватуллин // Механизация уборки, послеуборочной обработки и хранения урожая сельскохозяйственных культур. – М. : ФГБНУ ФНАЦ ВИМ, 2000. – С. 153-159.

109. Тыскинеев, Д. О. Обоснование основных параметров сошника для подпочвенно-разбросного посева зерновых культур в условиях Республики Бурятия : дис. ... канд. техн. наук : 05.20.01 / Тыскинеев Доржо Олегович. – Улан-Удэ, 2016. – 197 с.

110. Халанский, В. М. Сельскохозяйственные машины / В.М. Халанский, И. В. Горбачев. – М. – Колос, 2004. – 626 с.

111. Четыре операции за один проход / Н. Ф. Скурятин, [и др.] // Сельский механизатор. – 2014. – № 12. – С. 4-5.

112. Шлапак, В.П. Оценка надежности машин по статистической информации / В. П. Шлапак., В. Н. Буйлов. – Учеб. пособие по дисциплине «Надежность технических систем» для выполнения курсовой работы. – Саратов: ФГОУ ВПО «Саратовский ГАУ», 2006. – 96 с.

113. Яковлев, Н. С. Определение коэффициента восстановления скорости семян при ударе о рассекатель сошника / Н. С. Яковлев // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. – 2015. – №1. – С. 101-105.

114. Яковчик, С. Г. Анализ распределителей посевного материала пневматических зерновых сеялок / С. Г. Яковчик, Ю. Л. Салапура // Механизация и электрификация сельского хозяйства: межведомственный тематический сборник т. 1 / Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по механизации сельского хозяйства. – Минск, 2014. – Вып. 48. – С. 3-10.

115. Wikipedia [Электронный ресурс] / Пропускная способность. – Режим доступа: [https://ru.wikipedia.org/wiki/Пропускная\\_способность](https://ru.wikipedia.org/wiki/Пропускная_способность), свободный. – Загл. с экрана. Проверено 17.06.2018.

116. Wikipedia [Электронный ресурс] / Упаковка кругов в круге. – Режим доступа: [https://ru.wikipedia.org/wiki/Упаковка\\_кругов\\_в\\_круге](https://ru.wikipedia.org/wiki/Упаковка_кругов_в_круге), свободный. – Загл. с экрана. Проверено 17.06.2018.

117. Dry sowing pays off under certain conditions/ Farming Ahead No. 171 April 2006 p. 28-30.
118. Farm Machinery Journal Issue 28 August 2016 – p. 48.
119. General AHDB Cereals & Oilseeds Guides « The wheat growth guide» 2018 – p. 44.
120. Kinze 3000 Series Planters. – p. 50.
121. Project report no. Os55 non-tillage establishment of oilseed rape using the “Autocast” technique may 2002 – p. 27.
122. Theoretical grounding of seeds valve opener settings for subsoil-spreading sowing method. Zayets, M.; Sukmaniuk, E.; Grudovyi, R. INMATEH - Agricultural Engineering . May-Aug2017, Vol. 52 Issue 2, p13-18. 6p.

## ПРИЛОЖЕНИЯ

## РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ

**ПАТЕНТ**

НА ПОЛЕЗНУЮ МОДЕЛЬ

№ 155560

**СОШНИК ДЛЯ РАЗБРОСНОГО ПОСЕВА**

Патентообладатель(ли): *Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования "Саратовский государственный аграрный университет им. Н.И. Вавилова" (RU)*

Автор(ы): *см. на обороте*

Заявка № 2014153280

Приоритет полезной модели 28 января 2015 г.

Зарегистрировано в Государственном реестре полезных моделей Российской Федерации 17 сентября 2015 г.

Срок действия патента истекает 28 января 2025 г.

Заместитель руководителя Федеральной службы  
по интеллектуальной собственности

Л.Л. Кирий



РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ

(19) **RU** (11) **155 560** (13) **U1**(51) МПК  
A01C 7/20 (2006.01)ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА  
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ(12) **ТИТУЛЬНЫЙ ЛИСТ ОПИСАНИЯ ПОЛЕЗНОЙ МОДЕЛИ К ПАТЕНТУ**

(21)(22) Заявка: 2014153280/10, 28.01.2015

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:  
28.01.2015

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: 28.01.2015

(45) Опубликовано: 10.10.2015 Бюл. № 28

Адрес для переписки:

410012, обл. Саратовская, г. Саратов, пл.  
Театральная, д. 1, ФГБОУ ВПО "Саратовский  
ГАУ", патентный отдел

(72) Автор(ы):

Тимофеев Сергей Валерьевич (RU),  
Романчиков Станислав Алексеевич (RU),  
Комаров Юрий Викторович (RU)

(73) Патентообладатель(и):

Федеральное государственное бюджетное  
образовательное учреждение высшего  
профессионального образования  
"Саратовский государственный аграрный  
университет им. Н.И. Вавилова" (RU)(54) **СОШНИК ДЛЯ РАЗБРОСНОГО ПОСЕВА**

(57) Формула полезной модели

Сошник для разбросного посева, включающий полую стойку, экстирпаторную лапу с рассеивателем высеваемого материала, расположенные таким образом, как изображено на фиг. 3, причем полая стойка имеет сплюсненную форму в поперечном сечении, а рассеиватель имеет форму полусферы, позволяющей распределять семена по всей ширине экстирпаторной лапы.

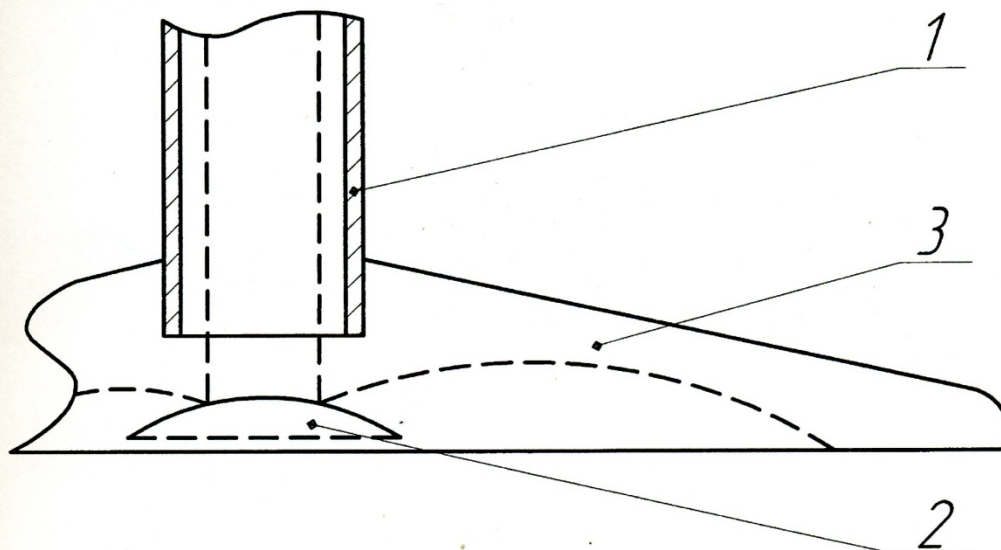




Таблица Б.1 – Результаты измерений размеров семян зерновых культур

№	Пшеница			Ячмень			Овес		
	Саратовская 17			Медикум 269			Рысак		
	Длина $l_3$ , мм	Ширина $a_3$ , мм	Толщина $b_3$ , мм	Длина $l_3$ , мм	Ширина $a_3$ , мм	Толщина $b_3$ , мм	Длина $l_3$ , мм	Ширина $a_3$ , мм	Толщина $b_3$ , мм
1	7,65	3,47	3,25	9,22	3,92	2,84	14,03	2,82	2,71
2	7,82	3,6	3,26	9,57	3,65	2,94	12,48	3,06	2,13
3	7,75	3,62	3,32	9,77	3,97	2,87	13,28	3,02	2,87
4	7,78	3,54	3,19	9,31	3,95	2,61	13,6	2,84	2,39
5	7,41	3,59	3,24	10,38	3,93	2,65	12,68	2,95	2,48
6	7,73	3,58	3,17	10,01	3,96	2,85	12,98	2,93	2,75
7	7,78	3,51	3,18	9,17	3,65	2,78	13,78	2,9	2,27
8	7,77	3,51	3,25	9,15	3,84	2,68	12,6	3,04	2,43
9	7,62	3,43	3,22	9,83	3,96	2,97	13,2	2,89	2
10	7,53	3,53	3,3	10,65	3,79	2,68	12,44	3,07	2,29
11	7,33	3,47	3,31	10,59	3,79	2,86	12,87	2,76	2,27
12	7,32	3,47	3,24	8,84	3,98	2,89	13,88	2,79	2,1
13	7,34	3,53	3,29	9,44	3,64	2,91	12,66	2,78	2,15
14	7,58	3,53	3,2	10,28	3,76	2,71	13,74	2,85	2,73
15	7,49	3,44	3,29	9,02	3,66	2,71	13,67	2,9	2,83
16	7,69	3,58	3,24	10,94	3,71	3,04	12,64	3	2,8
17	7,48	3,45	3,29	10,1	3,89	2,98	13,13	3,01	2,8
18	7,54	3,58	3,29	10,58	3,97	2,67	13,24	2,93	2,64
19	7,47	3,51	3,22	9,52	3,73	2,71	12,52	2,88	1,87
20	7,35	3,49	3,25	9,9	3,87	2,73	12,72	3	1,93
21	7,73	3,58	3,22	9,3	3,69	2,84	12,34	2,83	2,04
22	7,75	3,48	3,22	10,33	3,98	2,91	13,9	2,82	2,49
23	7,53	3,58	3,26	9,28	3,82	3	13,23	2,83	2,61
24	7,55	3,55	3,24	9,59	3,91	2,98	13,34	2,76	2,16
25	7,61	3,62	3,21	10,19	3,63	2,96	13,97	3,02	1,89
26	7,53	3,62	3,29	9,44	3,88	2,63	13,76	2,98	2,49
27	7,55	3,6	3,26	10,9	3,93	3,02	14,01	2,94	2,79
28	7,69	3,46	3,16	8,91	3,94	3,02	12,47	3,02	2,57
29	7,58	3,44	3,23	9,7	3,65	2,67	13,38	2,99	2,66

## Продолжение приложения Б

<b>30</b>	7,81	3,61	3,15	10,03	3,74	2,84	12,51	2,79	2,21
<b>31</b>	7,57	3,43	3,2	10,3	3,97	2,85	13,08	2,82	2,85
<b>32</b>	7,35	3,59	3,17	10,29	3,84	3,01	12,87	2,82	2,3
<b>33</b>	7,4	3,48	3,3	10,04	3,98	3,07	12,96	2,9	2,74
<b>34</b>	7,62	3,59	3,28	9,04	3,7	2,96	12,61	2,97	2,71
<b>35</b>	7,8	3,62	3,3	9,02	3,79	2,89	13,34	2,93	2,54
<b>36</b>	7,56	3,61	3,18	9,97	3,74	2,99	13,74	2,83	2,22
<b>37</b>	7,82	3,47	3,16	10,54	3,83	3,01	12,27	2,84	2,05
<b>38</b>	7,68	3,51	3,26	9,89	3,64	2,94	12,72	2,83	2,77
<b>39</b>	7,43	3,62	3,22	10,03	3,89	2,94	13,15	3,07	2,31
<b>40</b>	7,48	3,56	3,29	9,26	3,71	3	13,64	3,08	2,8
<b>41</b>	7,57	3,44	3,26	9,78	3,78	2,68	12,5	3,01	2,53
<b>42</b>	7,71	3,59	3,29	8,81	3,65	2,79	13,68	2,79	2,32
<b>43</b>	7,76	3,43	3,31	9,29	3,65	2,64	13,39	2,8	2,67
<b>44</b>	7,34	3,61	3,27	9,98	3,89	2,77	12,31	3,05	2,17
<b>45</b>	7,58	3,56	3,3	9,03	3,68	2,95	13,7	3,02	2,3
<b>46</b>	7,52	3,62	3,27	10,06	3,71	2,81	12,54	2,98	2,56
<b>47</b>	7,43	3,42	3,29	10,37	3,97	2,66	12,6	2,89	2,7
<b>48</b>	7,8	3,58	3,18	10,28	3,65	2,85	13,82	2,76	2,21
<b>49</b>	7,65	3,62	3,17	8,95	3,61	3,01	13,93	2,76	2,13
<b>50</b>	7,43	3,54	3,28	10,56	3,65	3,04	13,99	2,86	2,49
<b>51</b>	7,76	3,59	3,3	10,71	3,68	2,81	12,47	2,89	2,14
<b>52</b>	7,62	3,43	3,3	9,19	3,9	2,76	12,86	2,82	2,65
<b>53</b>	7,3	3,42	3,26	8,81	3,77	3,02	12,33	2,78	2,34
<b>54</b>	7,66	3,55	3,23	9,74	3,71	2,92	12,69	3,07	2,63
<b>55</b>	7,75	3,53	3,17	8,94	3,89	3,03	13,46	2,81	2,59
<b>56</b>	7,46	3,46	3,21	9,44	3,62	2,94	12,6	3,07	2,4
<b>57</b>	7,52	3,48	3,22	10,96	3,85	3,01	13,4	2,99	1,9
<b>58</b>	7,62	3,62	3,28	9,89	3,76	2,91	13,73	2,84	2,07
<b>59</b>	7,8	3,48	3,28	10,72	3,98	2,96	12,64	3,08	2,82
<b>60</b>	7,38	3,58	3,31	10,09	3,79	2,81	13,86	2,82	2,28
<b>61</b>	7,82	3,5	3,17	10,63	3,82	2,79	14,04	3,06	2,41
<b>62</b>	7,71	3,55	3,29	10,91	3,72	3	12,61	2,78	2,62

## Продолжение приложения Б

<b>63</b>	7,5	3,49	3,22	9,95	3,94	2,89	13,13	2,84	2,07
<b>64</b>	7,79	3,61	3,19	8,88	3,61	3,07	13,02	3,06	2,4
<b>65</b>	7,71	3,56	3,15	10,51	3,94	2,91	12,42	2,82	2,17
<b>66</b>	7,68	3,5	3,16	10,04	3,73	2,75	12,87	2,85	2,64
<b>67</b>	7,3	3,59	3,2	10,29	3,91	2,79	12,8	2,96	2,25
<b>68</b>	7,51	3,53	3,24	10,64	3,75	2,69	13,81	3,02	2,48
<b>69</b>	7,72	3,55	3,23	10,41	3,79	2,98	13,65	3,01	2,14
<b>70</b>	7,47	3,57	3,15	9,4	3,65	2,64	13,63	2,99	2,49
<b>71</b>	7,55	3,43	3,19	10,72	3,89	2,81	13,8	3,01	2,8
<b>72</b>	7,63	3,53	3,26	10,47	3,81	2,87	12,49	3,08	1,93
<b>73</b>	7,49	3,51	3,28	9,35	3,9	2,85	12,24	2,93	2,44
<b>74</b>	7,73	3,54	3,28	10,29	3,8	2,84	13,02	2,8	2,33
<b>75</b>	7,42	3,42	3,17	10,23	3,85	2,89	13,17	2,76	2,09
<b>76</b>	7,31	3,42	3,23	9,7	3,94	2,95	13,46	2,86	2,43
<b>77</b>	7,58	3,54	3,29	10,37	3,77	2,83	12,55	2,82	2,36
<b>78</b>	7,44	3,61	3,2	9,6	3,82	2,67	13,91	2,78	2,47
<b>79</b>	7,77	3,59	3,31	10,54	3,9	2,7	13,55	3,04	1,88
<b>80</b>	7,8	3,44	3,19	9,5	3,86	2,97	13,66	3,02	2,47
<b>81</b>	7,43	3,5	3,29	9,82	3,63	2,96	13,64	2,93	2,53
<b>82</b>	7,41	3,5	3,15	10,21	3,66	3,03	12,82	2,8	2,23
<b>83</b>	7,7	3,51	3,29	10,91	3,74	2,78	14,01	2,98	2,27
<b>84</b>	7,61	3,6	3,27	9,41	3,95	2,94	13,56	3,06	2,1
<b>85</b>	7,61	3,55	3,19	10,82	3,79	2,61	13,95	2,99	2,27
<b>86</b>	7,77	3,62	3,31	10,66	3,92	3,04	13,97	2,76	2,62
<b>87</b>	7,65	3,58	3,3	10,44	3,79	3	13,35	3,02	2,55
<b>88</b>	7,75	3,52	3,19	10,36	3,68	2,82	14,01	3,04	2,18
<b>89</b>	7,57	3,52	3,21	8,97	3,74	2,61	13,19	2,77	2,71
<b>90</b>	7,76	3,56	3,22	9,96	3,67	2,91	12,23	2,88	2,25
<b>91</b>	7,62	3,47	3,21	10,29	3,9	2,91	13,14	2,98	2,2
<b>92</b>	7,7	3,51	3,17	9,56	3,95	2,84	12,97	2,94	2,85
<b>93</b>	7,59	3,49	3,28	8,91	3,95	3,02	12,9	3,03	2,79
<b>94</b>	7,71	3,43	3,23	8,93	3,9	2,86	12,21	2,86	2,21
<b>95</b>	7,73	3,59	3,17	10,38	3,65	2,67	13,92	3,01	2,37

## Продолжение приложения Б

<b>96</b>	7,43	3,57	3,28	9,54	3,66	2,94	12,4	2,96	2,37
<b>97</b>	7,43	3,52	3,16	10,79	3,89	3,01	13,8	3	2,85
<b>98</b>	7,59	3,44	3,27	10,25	3,85	2,89	13,27	2,76	2,38
<b>99</b>	7,45	3,42	3,16	9,93	3,66	3,07	12,8	2,79	2,41
<b>100</b>	7,7	3,49	3,23	8,8	3,8	2,5	12,7	2,9	2,8
Среднее арифметическое значение $t$ , мм									
	7,592	3,529	3,237	9,893	3,803	2,863	13,166	2,915	2,414
Среднеквадратическое отклонение $\sigma$ %									
	0,15	0,06	0,05	0,61	0,11	0,13	0,55	0,1	0,27
Коэффициент вариации $V$									
	0,47	0,52	0,52	0,51	0,52	0,33	0,52	0,58	0,46
Эквивалентный диаметр $d_{\text{экв}}$ , мм									
	4,526			4,785			4,525		

Таблица Б.2 – Результаты определения коэффициента восстановления зерна

№	Пшеница			Ячмень			Овес		
	Саратовская 17			Медикум 269			Рысак		
	<i>h</i> , мм	<i>H</i> , мм	<i>k</i>	<i>h</i> , мм	<i>H</i> , мм	<i>k</i>	<i>h</i> , мм	<i>H</i> , мм	<i>k</i>
1	15	350	0,207	30	350	0,293	30	350	0,293
2	15	350	0,207	35	350	0,316	40	350	0,338
3	35	350	0,316	45	350	0,359	40	350	0,338
4	40	350	0,338	15	350	0,207	45	350	0,359
5	40	350	0,338	35	350	0,316	45	350	0,359
6	35	350	0,316	30	350	0,293	40	350	0,338
7	25	350	0,267	30	350	0,293	30	350	0,293
8	25	350	0,267	25	350	0,267	30	350	0,293
9	15	350	0,207	50	350	0,378	30	350	0,293
10	40	350	0,338	15	350	0,207	45	350	0,359
11	25	350	0,267	30	350	0,293	30	350	0,293
12	30	350	0,293	30	350	0,293	35	350	0,316
13	50	350	0,378	35	350	0,316	60	350	0,414
14	35	350	0,316	35	350	0,316	40	350	0,338
15	40	350	0,338	30	350	0,293	45	350	0,359
16	45	350	0,359	20	350	0,239	50	350	0,378
17	45	350	0,359	15	350	0,207	50	350	0,378
18	40	350	0,338	30	350	0,293	45	350	0,359
19	35	350	0,316	35	350	0,316	40	350	0,338
20	25	350	0,267	25	350	0,267	40	350	0,338
21	50	350	0,378	30	350	0,293	55	350	0,396
22	30	350	0,293	20	350	0,239	35	350	0,316
23	50	350	0,378	30	350	0,293	55	350	0,396
24	25	350	0,267	40	350	0,338	30	350	0,293
25	35	350	0,316	30	350	0,293	40	350	0,338
26	25	350	0,267	15	350	0,207	40	350	0,338
27	35	350	0,316	30	350	0,293	40	350	0,338
28	50	350	0,378	15	350	0,207	60	350	0,414
29	25	350	0,267	25	350	0,267	30	350	0,293

<b>30</b>	40	350	0,338	35	350	0,316	45	350	0,359
<b>31</b>	80	350	0,478	30	350	0,293	60	350	0,414
<b>32</b>	40	350	0,338	40	350	0,338	45	350	0,359
<b>33</b>	45	350	0,359	25	350	0,267	60	350	0,414
<b>34</b>	25	350	0,267	25	350	0,267	60	350	0,414
<b>35</b>	40	350	0,338	40	350	0,338	45	350	0,359
<b>36</b>	45	350	0,359	45	350	0,359	25	350	0,267
<b>37</b>	30	350	0,293	30	350	0,293	35	350	0,316
<b>38</b>	15	350	0,207	15	350	0,207	20	350	0,239
<b>39</b>	30	350	0,293	30	350	0,293	35	350	0,316
<b>40</b>	20	350	0,239	20	350	0,239	25	350	0,267
<b>41</b>	15	350	0,207	15	350	0,207	30	350	0,293
<b>42</b>	25	350	0,267	25	350	0,267	30	350	0,293
<b>43</b>	35	350	0,316	35	350	0,316	40	350	0,338
<b>44</b>	35	350	0,316	35	350	0,316	40	350	0,338
<b>45</b>	45	350	0,359	45	350	0,359	40	350	0,338
<b>46</b>	40	350	0,338	40	350	0,338	45	350	0,359
<b>47</b>	30	350	0,293	30	350	0,293	35	350	0,316
<b>48</b>	35	350	0,316	35	350	0,316	40	350	0,338
<b>49</b>	30	350	0,293	30	350	0,293	35	350	0,316
<b>50</b>	35	350	0,316	35	350	0,316	40	350	0,338
<b>51</b>	40	350	0,338	40	350	0,338	45	350	0,359
<b>52</b>	30	350	0,293	30	350	0,293	35	350	0,316
<b>53</b>	25	350	0,267	25	350	0,267	25	350	0,267
<b>54</b>	30	350	0,293	30	350	0,293	35	350	0,316
<b>55</b>	35	350	0,316	35	350	0,316	40	350	0,338
<b>56</b>	45	350	0,359	45	350	0,359	35	350	0,316
<b>57</b>	15	350	0,207	15	350	0,207	25	350	0,267
<b>58</b>	30	350	0,293	30	350	0,293	35	350	0,316
<b>59</b>	25	350	0,267	25	350	0,267	30	350	0,293
<b>60</b>	30	350	0,293	30	350	0,293	35	350	0,316
<b>61</b>	35	350	0,316	35	350	0,316	40	350	0,338
<b>62</b>	35	350	0,316	35	350	0,316	40	350	0,338

## Продолжение приложения Б

<b>63</b>	40	350	0,338	40	350	0,338	45	350	0,359
<b>64</b>	50	350	0,378	50	350	0,378	55	350	0,396
<b>65</b>	35	350	0,316	35	350	0,316	40	350	0,338
<b>66</b>	25	350	0,267	25	350	0,267	40	350	0,338
<b>67</b>	40	350	0,338	30	350	0,293	40	350	0,338
<b>68</b>	20	350	0,239	35	350	0,316	25	350	0,267
<b>69</b>	20	350	0,239	45	350	0,359	30	350	0,293
<b>70</b>	50	350	0,378	40	350	0,338	55	350	0,396
<b>71</b>	35	350	0,316	30	350	0,293	40	350	0,338
<b>72</b>	40	350	0,338	25	350	0,267	40	350	0,338
<b>73</b>	45	350	0,359	20	350	0,239	50	350	0,378
<b>74</b>	25	350	0,267	15	350	0,207	60	350	0,414
<b>75</b>	40	350	0,338	15	350	0,207	45	350	0,359
<b>76</b>	35	350	0,316	20	350	0,239	40	350	0,338
<b>77</b>	40	350	0,338	40	350	0,338	45	350	0,359
<b>78</b>	25	350	0,267	30	350	0,293	35	350	0,316
<b>79</b>	35	350	0,316	35	350	0,316	40	350	0,338
<b>80</b>	30	350	0,293	30	350	0,293	45	350	0,359
<b>81</b>	35	350	0,316	35	350	0,316	40	350	0,338
<b>82</b>	45	350	0,359	15	350	0,207	50	350	0,378
<b>83</b>	35	350	0,316	35	350	0,316	40	350	0,338
<b>84</b>	50	350	0,378	25	350	0,267	55	350	0,396
<b>85</b>	35	350	0,316	30	350	0,293	40	350	0,338
<b>86</b>	15	350	0,207	35	350	0,316	40	350	0,338
<b>87</b>	40	350	0,338	40	350	0,338	45	350	0,359
<b>88</b>	45	350	0,359	45	350	0,359	50	350	0,378
<b>89</b>	50	350	0,378	35	350	0,316	55	350	0,396
<b>90</b>	30	350	0,293	30	350	0,293	35	350	0,316
<b>91</b>	15	350	0,207	15	350	0,207	30	350	0,293
<b>92</b>	35	350	0,316	20	350	0,239	40	350	0,338
<b>93</b>	35	350	0,316	15	350	0,207	40	350	0,338
<b>94</b>	45	350	0,359	45	350	0,359	50	350	0,378
<b>95</b>	45	350	0,359	30	350	0,293	50	350	0,378

## Продолжение приложения Б

<b>96</b>	80	350	0,478	35	350	0,316	50	350	0,378
<b>97</b>	75	350	0,463	30	350	0,293	40	350	0,338
<b>98</b>	25	350	0,267	25	350	0,267	30	350	0,293
<b>99</b>	45	350	0,359	40	350	0,338	40	350	0,338
<b>100</b>	12	350	0,185	15	350	0,207	50	350	0,378
Среднее арифметическое значение $t$ , мм									
	35,12	350	0,312	30,2	350	0,29	40,85	350	0,340
Среднеквадратическое отклонение $\sigma$ %									
	12,38	0	0,06	8,56	0	0,04	8,81	0	0,03
Коэффициент вариации $V$									
	0,47	–	0,43	0,5	–	0,42	0,4	–	0,28



Таблица Б.3 – Результаты определения дальности полета семян после отскока от поверхности распределителя, установленного под углом к горизонту, при высеве по одному зерну

Озимая пшеница сорта: «Саратовская 17»									
$\alpha$	30	35	40	45	50	55	60	65	70
№	Дальность $L$ , см								
1	8,4	8,5	7,2	6,1	4,3	4,3	1	0,6	0,1
2	10,6	8,6	7,9	6,3	4,6	4,3	2,1	1	0,1
3	10,9	10	8,1	6,4	5,3	4,8	2,9	1,7	0,2
4	11,3	10,5	8,5	6,7	6	5,1	3	2,6	0,2
5	11,5	10,5	8,9	7,5	6	5,7	3,2	2,8	0,2
6	11,6	11,4	10	7,5	6,1	5,8	3,3	2,9	0,2
7	14	11,8	10	7,7	6,2	5,9	3,4	3	0,3
8	14,3	12,4	10,4	7,9	6,3	6	4	3,6	0,3
9	14,8	13,4	11,2	8,5	6,5	6	4	3,6	0,3
10	15,7	14	11,3	8,6	6,7	6,1	4	3,6	0,3
11	17	14,1	11,5	9,2	6,7	6,1	4,1	3,7	0,3
12	17,4	14,3	11,8	9,2	6,8	6,1	4,1	3,7	0,4
13	17,8	14,6	11,9	9,3	7,1	6,2	4,2	3,8	0,4
14	18	15,3	12	9,7	7,2	6,2	4,2	3,8	0,4
15	18,8	15,3	12,1	9,7	7,3	6,3	4,2	3,8	0,4
16	19,1	15,4	12,2	9,8	7,7	6,4	4,3	3,9	0,4
17	19,4	15,5	12,2	9,9	7,9	6,4	4,3	3,9	0,4
18	19,7	16,2	12,4	10	8	6,5	4,3	3,9	0,4
19	20	16,9	12,8	10,1	8	6,6	4,4	4	0,4
20	20,4	17	13	10,3	8,1	6,6	4,5	4,1	0,4
21	20,5	17,5	13,4	10,3	8,3	6,7	4,8	4,4	0,4
22	20,6	17,6	13,5	10,5	8,4	6,7	4,8	4,4	0,4
23	21,1	17,6	13,5	10,5	8,5	6,9	4,8	4,4	0,4
24	21,2	18	13,7	10,7	8,6	6,9	4,8	4,4	0,4
25	21,2	18	13,7	11,7	8,7	7,1	4,9	4,5	0,4
26	21,3	18	14	11,8	8,7	7,2	5	4,6	0,4

## Продолжение приложения Б

<b>27</b>	21,3	18,2	14	11,9	8,8	7,4	5	4,6	0,4
<b>28</b>	21,6	18,2	14,1	12	9	7,6	5	4,6	0,4
<b>29</b>	21,8	18,6	14,4	12	9,1	7,6	5	4,6	0,4
<b>30</b>	21,9	18,8	15,1	12	9,1	7,7	5	4,6	0,4
<b>31</b>	22,4	18,9	15,4	12,4	9,2	7,7	5,1	4,7	0,4
<b>32</b>	22,9	19	15,4	12,4	9,3	7,8	5,1	8	0,4
<b>33</b>	23	19,1	15,5	12,4	9,3	7,9	5,2	5	0,4
<b>34</b>	23,1	19,5	15,7	12,4	9,4	8	5,3	5	0,4
<b>35</b>	23,1	19,5	16	12,4	9,4	8	5,4	5	0,5
<b>36</b>	23,2	19,6	16	12,4	9,5	8	5,4	5	0,5
<b>37</b>	23,2	19,9	16,1	12,6	9,7	8	5,4	5	0,5
<b>38</b>	23,5	20	16,1	13,2	9,9	8	5,5	5,1	0,5
<b>39</b>	23,6	20	16,9	13,2	10	8,1	5,5	5,1	0,5
<b>40</b>	23,8	20,2	17	13,2	10,3	8,3	5,5	5,2	0,5
<b>41</b>	23,9	20,2	17,2	13,3	10,3	8,3	5,6	5,3	0,6
<b>42</b>	24	20,3	17,2	13,4	10,6	8,4	5,7	5,3	0,6
<b>43</b>	24,5	20,6	17,3	13,5	10,6	8,4	5,7	5,3	0,7
<b>44</b>	24,6	21,2	17,4	13,5	10,7	8,6	5,7	5,3	0,8
<b>45</b>	25,3	21,3	17,5	13,5	10,9	8,7	5,8	5,4	0,8
<b>46</b>	25,5	21,6	17,6	13,5	10,9	8,7	5,8	5,4	0,8
<b>47</b>	25,5	21,6	17,6	13,5	11	8,7	5,8	5,4	0,8
<b>48</b>	25,5	21,6	17,7	13,8	11,1	8,8	6	5,6	0,8
<b>49</b>	25,6	21,7	17,8	13,9	11,3	8,8	6	5,6	0,8
<b>50</b>	25,8	21,9	17,8	14	11,6	8,8	6,1	5,7	0,8
<b>51</b>	25,8	22	18,1	14	11,6	8,9	6,1	5,7	0,8
<b>52</b>	26,1	22,1	18,1	14,1	11,7	9	6,3	5,9	0,9
<b>53</b>	26,3	22,4	18,2	14,1	11,7	9,1	6,3	5,9	0,9
<b>54</b>	26,4	22,4	18,2	14,1	11,8	9,1	6,3	5,9	0,9
<b>55</b>	26,4	23	18,2	14,3	11,9	9,1	6,3	5,9	0,9
<b>56</b>	26,5	23,3	18,3	14,3	11,9	9,1	6,4	6	1
<b>57</b>	26,7	23,3	18,6	14,6	12	9,3	6,4	6,1	1
<b>58</b>	26,9	23,8	18,8	14,7	12	9,4	6,5	6,2	1
<b>59</b>	27,5	24	19	14,7	12,3	9,5	6,7	6,3	1

## Продолжение приложения Б

<b>60</b>	27,6	24	19,2	14,9	12,5	9,7	6,7	6,3	1
<b>61</b>	27,6	24,1	19,2	14,9	12,6	9,9	6,8	6,4	1
<b>62</b>	28,8	24,4	19,2	15,1	12,6	9,9	6,9	6,5	1,1
<b>63</b>	28,8	24,4	19,4	15,3	12,9	10	6,9	6,5	1,5
<b>64</b>	28,9	24,5	19,6	15,5	12,9	10,1	7,1	6,7	1,6
<b>65</b>	29,3	24,5	19,6	15,8	13,2	10,2	7,3	6,9	1,6
<b>66</b>	29,4	24,5	19,7	16	13,2	10,2	7,3	6,9	1,6
<b>67</b>	29,4	24,8	19,8	16,1	13,4	10,3	7,3	6,9	1,7
<b>68</b>	29,5	25,6	20	16,5	13,8	10,3	7,3	6,9	1,7
<b>69</b>	29,5	25,9	20	16,7	13,9	10,3	7,3	6,9	1,7
<b>70</b>	29,6	25,9	20	16,7	13,9	10,4	7,4	7	1,7
<b>71</b>	29,8	25,9	20,4	17,1	14	10,4	7,4	7	1,7
<b>72</b>	30,1	26,1	20,5	17,4	14	10,5	7,4	7	1,8
<b>73</b>	30,7	26,3	20,6	17,4	14,1	10,7	7,4	7	1,9
<b>74</b>	30,9	26,4	20,8	17,6	14,1	10,8	7,5	7,1	2
<b>75</b>	31	26,4	21,1	17,6	14,2	10,9	7,6	7,2	2
<b>76</b>	31,5	26,5	21,2	17,7	14,6	11	7,7	7,3	2
<b>77</b>	31,9	26,7	21,4	17,9	14,6	11	7,7	7,3	2
<b>78</b>	32,1	27,2	21,9	18,1	14,7	11,2	7,8	7,4	2
<b>79</b>	32,4	27,4	22	18,4	14,8	11,3	7,8	7,4	2
<b>80</b>	33,1	27,5	22,1	18,4	15,2	11,5	7,9	7,5	2,1
<b>81</b>	33,4	27,8	22,7	18,5	15,4	11,5	7,9	7,5	2,1
<b>82</b>	33,7	28	22,7	18,8	15,5	11,7	7,9	7,5	2,2
<b>83</b>	33,7	28,3	22,9	19,4	15,5	11,8	7,9	7,5	2,2
<b>84</b>	33,8	29	23,2	19,5	15,5	11,8	8	7,6	2,3
<b>85</b>	34	29,2	23,2	19,7	15,6	11,9	8,2	7,8	2,4
<b>86</b>	34,6	29,4	23,8	20,1	15,8	11,9	8,3	7,9	2,6
<b>87</b>	34,7	30,5	24,2	20,2	16	12	8,8	8,4	2,6
<b>88</b>	34,9	30,6	24,4	20,2	16	12	9	8,6	2,7
<b>89</b>	34,9	30,8	24,9	20,5	16	12	9	8,6	2,7
<b>90</b>	35,3	31,1	25,1	20,7	16	13	9,1	8,7	2,7
<b>91</b>	36,2	32,1	25,1	20,9	17,2	13,1	9,8	9,4	2,7
<b>92</b>	37	32,8	25,2	21,2	18	13,3	10	9,6	2,8

<b>93</b>	37,1	33,1	25,2	21,5	18,6	13,4	10	9,6	2,8
<b>94</b>	38,7	34,2	25,3	21,8	19,4	13,8	10,2	9,8	3
<b>95</b>	38,9	34,9	25,4	22,2	19,7	14,3	11	10,6	3
<b>96</b>	39,8	35,2	25,9	22,3	21	15,7	11,7	11,2	3,1
<b>97</b>	39,9	35,4	26,7	22,4	22,7	16	11,7	11,3	3,5
<b>98</b>	40,1	37,2	27,4	23,1	25	16,7	11,8	11,5	3,8
<b>99</b>	41,1	41,7	28,4	25,1	27,6	17,2	12	11,8	3,8
<b>100</b>	42,4	43,3	33,6	29,6	28,9	18,5	12,5	12,5	4
Дальность полета при наибольшей опытной вероятности $\bar{P}(t_{ci})$ , см									
	25,4	22,42	17,76	15,5	11,68	8,56	5,6	5,36	0,88
Среднее арифметическое значение $t$ , см									
	26,08	22,38	17,84	14,53	11,9	9,41	6,3	5,97	1,22
Среднеквадратическое отклонение $\sigma$ %									
	6,7	6,99	5,07	4,5	4,6	2,86	2,22	2,26	0,98
Коэффициент вариации $V$									
	0,39	0,45	0,42	0,47	0,52	0,49	0,38	0,38	0,75

Таблица Б.4 – Результаты определения дальности полета зерна после отскока от поверхности распределителя, установленного под углом к горизонту, при высеве по норме высева

Озимая пшеница сорта: «Саратовская 17»									
$\alpha$	30	35	40	45	50	55	60	65	70
№	Дальность $L$ , см								
1	10,3	5,8	6,4	4,3	4	3,1	2,2	2,5	0,4
2	10,4	7,5	7,8	4,4	4,2	4	2,6	2,6	0,4
3	10,9	7,6	8,3	4,5	5,1	4,6	2,7	2,8	0,4
4	11,2	8,5	9,5	6,5	5,1	4,6	2,9	3,2	0,4
5	11,3	8,9	9,7	7,9	5,4	4,9	3,6	3,5	0,5
6	11,7	9	10,5	7,8	5,4	4,9	3,7	3,6	0,5
7	12,9	9,7	10,6	7,5	5,6	5,2	3,7	4,1	0,5
8	13	10,5	11	7,9	6	5,3	4,1	4,1	0,5
9	13,4	10,6	11	7,4	6	5,3	4,2	4,2	0,5
10	13,8	10,7	11,2	7	6,7	5,5	4,2	4,2	0,5
11	14	11	11,8	6	7,1	5,6	4,3	4,4	0,6
12	14,1	11,2	12,2	8,5	7,2	5,8	4,3	4,4	0,6
13	15	12	12,5	8,1	7,4	5,8	4,4	4,5	0,7
14	15,1	12,7	12,6	9,5	7,5	6,1	4,5	4,5	0,8
15	15,8	12,9	13,4	8,3	7,8	6,2	4,5	4,5	0,8
16	15,9	13,3	13,9	8,6	8	6,7	4,9	4,6	0,8
17	16,9	13,4	14	8	8	7,1	5	4,9	0,8
18	17,6	13,5	14,2	9,8	8,2	7,2	5,1	5,3	0,8
19	17,9	14,9	14,6	8,5	8,3	7,2	5,3	5,4	0,8
20	18,2	15	14,7	11,8	8,5	7,4	5,3	5,4	0,8
21	18,3	15,6	14,9	10,8	8,6	7,6	5,4	5,5	0,8
22	19,2	15,9	16,3	11,8	9	7,7	5,4	5,6	0,9
23	19,8	16,1	16,4	10,1	9	7,8	5,4	5,7	0,9
24	20,3	17,7	16,6	11,4	9,5	7,9	5,6	5,7	0,9
25	20,3	18,2	17	11,1	9,8	8,4	5,6	5,8	0,9
26	20,5	18,6	17,2	11	9,8	8,4	5,9	5,9	1

<b>27</b>	20,6	18,9	17,4	12,8	10	8,9	6	6	1
<b>28</b>	22,3	19,1	17,5	12,9	10	9,3	6,1	6,1	1
<b>29</b>	22,5	19,6	17,7	13,4	10	9,5	6,3	6,2	1
<b>30</b>	22,5	19,9	19	12,1	10,6	9,7	6,4	6,2	1
<b>31</b>	22,5	21,9	19,6	13,9	11,3	9,7	6,6	6,3	1
<b>32</b>	22,9	23,2	20,1	14,3	11,3	9,8	6,6	6,5	1,1
<b>33</b>	24,2	23,3	20,1	15,5	11,3	9,9	6,7	7	1,5
<b>34</b>	24,4	23,6	20,7	15,5	11,5	10	6,8	7	1,6
<b>35</b>	25,2	24,8	21	15,8	11,6	10	6,9	7,1	1,6
<b>36</b>	25,3	25,6	21,2	14,3	11,9	10	7,1	7,2	1,6
<b>37</b>	26,4	25,7	21,5	15	12,1	10,1	7,2	7,4	1,6
<b>38</b>	27	26,5	22,1	16	12,7	10,7	7,4	7,5	1,7
<b>39</b>	27,3	26,8	23,2	17,2	13,4	11	7,7	7,6	1,7
<b>40</b>	27,6	27,4	23,4	17,8	13,4	11	8,2	7,8	1,7
<b>41</b>	30,3	27,8	23,6	17,2	14	11	8,2	7,8	1,7
<b>42</b>	30,5	28,2	24,1	16,3	14,4	11,2	8,9	8	1,8
<b>43</b>	30,7	28,7	24,6	18,6	14,8	11,4	9,4	8,4	1,9
<b>44</b>	31,9	29,8	26,2	19,1	15,2	12	9,6	8,4	2
<b>45</b>	32,1	31	26,9	18,2	15,7	12,6	9,8	8,9	2
<b>46</b>	32,2	31,1	27,4	21,2	16	13,1	10,9	9,4	2
<b>47</b>	33,3	32,8	28,4	21,2	18,4	13,2	10,9	10	2
<b>48</b>	35	35,8	29,9	22,9	19,2	14,6	11,8	10,2	2,1
<b>49</b>	37,5	36,2	31	24,4	20	16,3	13,5	11	2,1
<b>50</b>	38,4	36,8	31,5	24,8	23,9	19,1	15,4	11	2,3
Дальность полета при наибольшей опытной вероятности $\bar{P}(t_{ci})$ , см									
	15,92	15,1	13,93	12,5	9,97	7,9	6,16	5,5	0,97
Среднее арифметическое значение $t$ , см									
	21,43	19,25	17,74	12,58	10,48	8,63	6,42	6,08	1,14
Среднеквадратическое отклонение $\sigma$ %									
	7,54	8,44	6,33	5,15	4,25	3,29	2,65	2,06	0,53
Коэффициент вариации $V$									
	0,6	0,56	0,50	0,55	0,57	0,52	0,54	0,34	0,47

Таблица Б.5 – Результаты теоретических расчетов по определению дальности полета зерна после отскока от поверхности образующей плоского распределителя

$\alpha$ , град	$L$ , см	$L_q$ , см
30	24,6	15,5
35	21,2	14,6
40	18	13,5
45	15	12,2
50	12,3	10,7
55	9,8	9,1
60	7,4	7,2
65	5,3	5,3
70	2,8	2,5

Таблица Б.6 – Результаты теоретических расчетов по определению ширины засеваемой сошником полосы от угла распределителя, определяющего ширину распределения семян и зависимости максимальной дальности полета зерна от эксцентриситета установки семяпровода относительно распределителя

$\alpha_{от}$ , град	40	45	50	55	60	65
$B$ , см	16,8	19	21,4	24	23,8	22,4
$\varepsilon$ , см	0	0,3	0,6	0,9	1,2	1,5
$L_q$ , см	13,5	12,3	10,7	8,2	6,6	5,3

Таблица Б.7 – Результаты теоретических расчетов по определению  
неравномерности распределения зерна, по ширине засеваемой сошником полосы

№ участка	$\Delta n_c$
6	3,9
5	4,9
4	5,7
3	6,3
2	6,6
1	6,8
1	6,8
2	6,6
3	6,3
4	5,7
5	4,9
6	3,9



Таблица В.1 – Результаты проведения экспериментов по определению равномерности распределения семян по длине в зависимости от формы распределителя

№ интервала	Количество семян, шт.					
	1	2	3	4	5	6
<b>Плоский распределитель</b>						
1 опыт	1	2	6	7	7	7
2 опыт	2	2	6	7	6	7
3 опыт	1	2	5	6	8	8
4 опыт	1	1	6	6	7	9
5 опыт	1	2	6	7	6	8
6 опыт	1	3	5	7	6	8
7 опыт	2	2	6	7	6	7
8 опыт	1	2	5	7	6	9
9 опыт	2	3	6	6	6	7
10 опыт	1	2	6	7	6	8
Среднеарифметическое	1,3	2,1	5,7	6,7	6,4	7,8
$\nu$	79	66,1	8,1	8,1	3,2	25,8
$\nu_{cp}$	31,7					
<b>Конусообразный распределитель</b>						
1 опыт	2	7	8	9	3	1
2 опыт	2	6	9	9	3	1
3 опыт	2	5	8	9	4	2
4 опыт	1	7	7	10	4	1
5 опыт	2	8	6	9	3	2
6 опыт	3	7	6	9	3	2
7 опыт	2	5	8	9	4	2
8 опыт	1	8	10	8	2	1
9 опыт	2	6	9	9	3	1

10 опыт	3	7	8	8	3	1
Среднеарифметическое	2	6,6	7,9	8,9	3,2	1,4
$\nu$	67,7	6,5	27,4	43,5	48,4	77,4
$\nu_{cp}$	45,2					
<b>Распределитель, образованный кривой второго порядка</b>						
1 опыт	2	5	6	7	6	4
2 опыт	4	6	6	6	5	3
3 опыт	3	6	5	6	6	4
4 опыт	3	5	4	6	7	5
5 опыт	4	6	5	4	6	5
6 опыт	4	6	6	6	5	3
7 опыт	3	5	6	5	7	4
8 опыт	2	6	5	7	5	5
9 опыт	3	5	4	6	7	5
10 опыт	3	4	6	6	7	4
Среднеарифметическое	3,1	5,4	5,3	5,9	6,1	4,2
$\nu$	50	12,9	14,5	4,8	1,6	32,3
$\nu_{cp}$	19,4					

Таблица В.2 Результаты проведения экспериментов по определению равномерности распределения семян по ширине засеваемой полосы в зависимости от формы распределителя

№ интервала	Количество семян, шт.											
	6	5	4	3	2	1	1	2	3	4	5	6
<b>Плоский распределитель</b>												
1 опыт	0	0	2	7	12	14	13	12	7	3	0	0
2 опыт	0	0	3	8	13	12	14	12	6	2	0	0
3 опыт	0	0	2	7	13	14	12	13	6	3	0	0
4 опыт	0	0	3	8	11	13	13	13	7	2	0	0
5 опыт	0	0	1	6	13	13	13	13	8	3	0	0
6 опыт	0	0	1	8	12	14	12	14	6	3	0	0
7 опыт	0	0	2	7	13	13	13	13	7	2	0	0
8 опыт	0	0	1	6	14	13	13	14	8	1	0	0
9 опыт	0	0	3	8	11	14	12	13	6	3	0	0
10 опыт	0	0	3	7	13	12	15	11	8	1	0	0
Среднеарифметическое	0	0	2,1	7,2	12,5	13,2	13	12,8	6,9	2,3	0	0
$\nu$	100	100	64	23	114	126	123	119	18	61	100	100
$\nu_{cp}$	87,4											
<b>Конусообразный распределитель</b>												
1 опыт	1	4	5	7	6	10	9	7	8	6	4	3
2 опыт	2	7	4	6	8	8	5	8	8	8	5	1
3 опыт	2	6	5	7	9	9	7	6	7	6	2	4
4 опыт	3	3	4	8	7	9	9	9	9	4	4	1
5 опыт	1	5	6	5	8	11	10	5	5	7	5	2
6 опыт	3	3	7	7	6	8	9	9	6	6	3	1
7 опыт	4	5	6	4	9	9	10	8	7	5	4	1
8 опыт	1	6	3	8	8	7	9	7	8	7	3	3

## Продолжение приложения В

9 опыт	2	4	7	9	7	10	9	5	6	6	3	2
10 опыт	4	7	6	7	8	6	7	5	8	7	4	1
Среднеарифметическое	2,3	5	5,3	6,8	7,6	8,7	8,4	6,9	7,2	6,2	3,7	1,9
$\nu$	60,6	14,3	9,1	16,6	30,3	49,1	44,0	18,3	23,4	6,3	36,6	67,4
$\nu_{cp}$	31,3											
<b>Распределитель, образованный кривой второго порядка</b>												
1 опыт	2	5	6	4	9	6	8	7	6	6	7	4
2 опыт	4	4	7	6	7	9	7	6	7	7	4	2
3 опыт	2	7	5	7	8	6	9	7	6	5	7	1
4 опыт	5	3	7	6	7	8	10	7	4	4	4	5
5 опыт	2	5	6	5	6	6	8	9	7	6	6	4
6 опыт	4	5	7	6	7	7	8	8	6	5	5	2
7 опыт	5	3	8	7	7	7	7	7	5	6	4	4
8 опыт	2	5	7	6	9	6	8	7	7	4	7	2
9 опыт	1	6	6	7	7	5	9	8	5	7	4	5
10 опыт	3	4	5	7	9	7	7	7	5	6	7	3
Среднеарифметическое	3	4,7	6,4	6,1	7,6	6,7	8,1	7,3	5,8	5,6	5,5	3,2
$\nu$	48,6	19,4	9,7	4,6	30,3	14,9	38,9	25,1	0,6	4,0	5,7	45,1
$\nu_{cp}$	20,6											

Таблица В.3 – Результаты проведения экспериментов по определению ширины засеваемой сошником полосы в зависимости от угла распределителя, определяющего ширину распределения семян

$\alpha_{от}$ , град	<i>B</i> , см					
	40	45	50	55	60	65
1 опыт	10,5	23,4	22,7	23,5	26,4	23,5
2 опыт	15,2	19,2	18,3	22,5	23,8	17,9
3 опыт	16,8	23,1	21,8	18,3	20,5	25,1
4 опыт	9,5	18,3	23,5	20,2	25,1	22,5
5 опыт	14,2	18,6	22,5	24,2	26,8	22,9
6 опыт	18,3	22,7	18,3	21,5	21,6	24,1
7 опыт	15,3	23,8	19,5	23,8	24,2	20,1
8 опыт	12,5	21,5	18,2	22,6	26,8	22,4
9 опыт	16,4	19,6	22,9	18,3	25,3	18,3
10 опыт	12,3	22,8	19,3	23,1	22,5	23,2
Среднеарифметическое	14,1	21,3	20,7	21,8	24,3	22

Таблица В.4 – Результаты проведения экспериментов по определению максимальной дальности полета семян в зависимости от эксцентриситета установки семяпровода относительно распределителя

ε, см	Дальность, см					
	0	0,3	0,6	0,9	1,2	1,5
1 опыт	15,2	13,1	12,2	7,8	8,4	9,4
2 опыт	11,6	11,3	7,2	12,5	6,4	7,4
3 опыт	13,7	15,3	13,1	9,4	11,2	8,4
4 опыт	11,5	9,3	9,1	5,4	8,2	5,4
5 опыт	12,4	12,6	8,5	6,7	9,8	10,2
6 опыт	14,3	13,1	6,4	12,1	5,9	8,2
7 опыт	11,6	11,3	12,5	11,8	6,5	6,6
8 опыт	13,7	12,8	8,3	5,9	10,1	9,2
9 опыт	15,3	9,3	13,4	10,3	9,3	7,9
10 опыт	14,7	15,9	9,3	13,1	6,2	7,3
Среднеарифметическое	13,4	12,4	10	9,5	8,2	8

Таблица В.5 – Результаты проведения экспериментов по определению равномерности распределения семян, по ширине засеваемой сошником полосы при  $\alpha_{от} = 60^\circ$ ;  $\varepsilon = 0,003$  м

№ интервала	Количество семян, шт.											
	6	5	4	3	2	1	1	2	3	4	5	6
1 опыт	3	6	7	8	7	7	6	5	6	6	5	4
2 опыт	4	5	5	6	6	8	5	8	5	7	6	5
3 опыт	6	6	6	7	6	6	7	6	6	5	5	4
4 опыт	3	6	5	7	4	10	5	6	6	7	6	5
5 опыт	5	4	6	6	6	8	7	7	8	8	3	2
6 опыт	5	5	4	8	7	7	6	6	6	6	5	5
7 опыт	5	6	6	6	5	6	8	7	7	5	6	3
8 опыт	2	6	7	6	7	7	6	7	6	6	5	5
9 опыт	4	5	6	7	8	6	7	6	6	5	6	4
10 опыт	5	5	4	6	7	7	6	9	4	8	6	3
Среднеарифметическое	4,2	5,4	5,6	6,7	6,3	7,2	6,3	6,7	6	6,3	5,3	4
$\nu$	28	7,4	4	14,8	8	23,4	8	14,8	2,8	8	9,1	31,4
$\nu_{cp}$	13,3											

Таблица Г.1 – Характеристика экспериментальных участков

Наименование показателей	Значение показателей
Общая площадь экспериментальных участков, га	10
Тип почвы и название по механическому составу	Чернозем обыкновенный, тяжелосуглинистый
Структура	Мелкокомковатая
Рельеф	Ровный
Микрорельеф	Выровненный
Основная обработка	Отвальная
Предшествующая обработка	Покровное боронование зубowymi боронами в два следа
Влажность почвы, % в слоях, см:	
0...5	12,3
5...10	23,4
10...15	25,9
Твердость почвы, МПА, в слоях, см:	
0...5	0,19
5...10	0,31
10...15	0,94



Таблица Г.2 – Показатели работы экспериментальной и серийной сеялок

Показатели	Серийная сеялка	Экспериментальная сеялка
Скорость движения агрегата, м/с	2,2	
<b>Равномерность распределения семян по засеваемой площади питания</b>		
Количество квадратов измерительной рамки, % с числом растений, шт:		
0	60	15
1	16	63
2	13	17
3	8	5
4	3	0
5	0	0
Количество растений, обеспеченных необходимой площадью питания, %	16	63
Количество незасеянных квадратов измерительной рамки, %	60	15
<b>Равномерность распределения семян на заданную глубину</b>		
Количество семян, % в слоях, мм		
0...10	0	0
10...20	0	0
20...30	7	6
30...40	13	11
40...50	26	25
50...60	26	27
60...70	23	25
70...80	5	6
80...90	0	0
90...100	0	0
Количество семян в слое 50...70 мм, %	75	77

Таблица Г.3 – Составляющие прямых эксплуатационных затрат  
экспериментальной и серийной сеялок

№	Составляющие затрат, руб./га	Серийная сеялка	Экспериментальная сеялка
1	Заработная плата рабочим	210,4	210,4
2	Амортизационные отчисления	159,19	163,34
3	Затраты на ремонт	194,07	200,04
4	Затраты на топливо - смазочные материалы	474,45	474,45
5	Накладные расходы	51,91	52,42
6	Сумма эксплуатационных затрат	1090,02	1100,65

«УТВЕРЖДАЮ»

Руководитель КХ (ФСО) «Родники»

Саяпин И. В.

«04» сентября 2017 г.

## АКТ ВНЕДРЕНИЯ

научно-исследовательской работы

Мы, нижеподписавшиеся представители Саратовского государственного аграрного университета им. Н. И. Вавилова (ФГБОУ ВО Саратовский ГАУ) Комаров Ю.В., Тимофеев С.В. с одной стороны, представители КХ (ФСО) «Родники» Саяпин И.В., Саяпин О.В. с другой стороны составили настоящий акт о том, что в период с «18» июля 2016 г. по «11» августа 2017г. сотрудниками ФГБОУ ВО Саратовского ГАУ Комаровым Ю.В., Тимофеевым С.В. внедрена на полях КХ (ФСО) «Родники» следующая научно-техническая разработка:

Сошник для внутрпочвенного разбросного посева с отражательным элементом

1. В процессе внедрения выполнены следующие работы:

Проведен посев опытных участков озимой пшеницы сорта «Саратовская 17» на площадь 10 га, с нормой высева 180 кг/га чистых семян. Для посева использовалась серийная стерневая зерновая сеялка СЗС-2,1, оснащенная экспериментальными сошниками с шириной захвата 270 мм. Контрольные посева проводились той же сеялкой, но оснащенной серийными сошниками с шириной захвата 270 мм. Определены качественные показатели высева сеялок: равномерность распределения семян по площади поля, равномерность заделки семян на заданную глубину и биологическая урожайность с опытных делянок.

Осуществлены операции по уходу за посевами.

2. Техничко-экономические и социальные показатели внедрения разработки по сравнению с базовым, исходным вариантом:

По результатам испытания зерновой, стерневой сеялки СЗС-2,1, оснащенной экспериментальными сошниками для внутрпочвенного разбросного посева с шириной захвата 270 мм и серийными сошниками с шириной захвата 270 мм при посеве семян озимой пшеницы были получены (соответственно) следующие качественные показатели проведения посева:

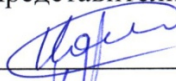

- количество растений обеспеченных необходимой площадью питания составило 65 % против 18 %;
- количество семян, заделанных на заданную глубину с допустимыми отклонениями  $\pm 1$  см составило 78 % против 76 %;
- урожайность зерна при посеве экспериментальными сошниками в среднем составила 49,7 ц/га, на контрольных посевах 45,4 ц/га.

3. Предложение о дальнейшем внедрении работы и другие замечания:

По результатам внедрения экспериментальных сошников для внутрпочвенного разбросного посева с распределителем семян зерновых культур на полях КХ (ФСО) «Родники» рекомендуем: использовать предлагаемые сошники для посева семян зерновых культур.

Акт составлен в 3 экземплярах

Представители университета:

  
Ю.В. Комаров  
  
С.В. Тимофеев

Представители предприятия:

  
И.В. Сяпин  
  
О.В. Сяпин



«УТВЕРЖДАЮ»

Руководитель КХ (ФСО) «Родники»



Саяпин И. В.

«04» сентября 2017 г.

## АКТ ВНЕДРЕНИЯ

научно-исследовательской работы

Мы, нижеподписавшиеся представители Саратовского государственного аграрного университета им. Н. И. Вавилова (ФГБОУ ВО Саратовский ГАУ) Комаров Ю.В., Тимофеев С.В. с одной стороны, представители КХ (ФСО) «Родники» Саяпин И.В., Саяпин О.В. с другой стороны составили настоящий акт о том, что в период с «17» апреля 2016 г. по «11» августа 2017г. сотрудниками ФГБОУ ВО Саратовского ГАУ Комаровым Ю.В., Тимофеевым С.В., внедрена на полях КХ (ФСО) «Родники» следующая научно-техническая разработка:

Сошник для внутрпочвенного разбросного посева с отражательным элементом

1. В процессе внедрения выполнены следующие работы:

Проведен посев опытных участков яровой пшеницы сорта «Добрыня» на площадь 10 га, с нормой высева 160 кг/га чистых семян. Для посева использовалась серийная стерневая зерновая сеялка СЗС-2,1, оснащенная экспериментальными сошниками с шириной захвата 270 мм. Контрольные посева проводились той же сеялкой, но оснащенной серийными сошниками с шириной захвата 270 мм. Определены качественные показатели высева сеялок: равномерность распределения семян по площади поля, равномерность заделки семян на заданную глубину, и биологическая урожайность с опытных деленок.

Осуществлены операции по уходу за посевами.

2. Техничко-экономические и социальные показатели внедрения разработки по сравнению с базовым, исходным вариантом:

По результатам испытания зерновой, стерневой сеялки СЗС-2,1, оснащенной экспериментальными сошниками для внутрпочвенного разбросного посева с шириной захвата 270 мм и серийными сошниками с шириной захвата 270 мм при посеве семян яровой пшеницы были получены (соответственно) следующие качественные показатели проведения посева:

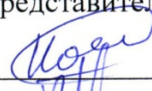

- количество растений обеспеченных необходимой площадью питания составило 61 % против 14 %;
- количество семян, заделанных на заданную глубину с допустимыми отклонениями  $\pm 1$  см составило 76 % против 74 %;
- урожайность зерна при посеве экспериментальными сошниками в среднем составила 26,4 ц/га, на контрольных посевах 24,1 ц/га.

3. Предложение о дальнейшем внедрении работы и другие замечания:

По результатам внедрения экспериментальных сошников для внутрпочвенного разбросного посева с распределителем семян зерновых культур на полях КХ (ФСО) «Родники» рекомендуем: использовать предлагаемые сошники для посева семян зерновых культур.

Акт составлен в 3 экземплярах

Представители университета:

  
 \_\_\_\_\_ Ю.В. Комаров  
  
 \_\_\_\_\_ С.В. Тимофеев

Представители предприятия:

  
 \_\_\_\_\_ И.В. Сятин  
  
 \_\_\_\_\_ О.В. Сятин

