

УДК 631.331

4.3.1. Технологии, машины и оборудование для агропромышленного комплекса

**РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ
КАЧЕСТВЕННЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ
РАБОТЫ МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНОГО
ВЫСЕВАЮЩЕГО АППАРАТА**

Коновалов Владимир Иванович
доцент кафедры «Процессы и машины в агробизнесе»
SPIN-код 4413-4190, ABH-7546-2020, Scopus
Author ID: 57190000996, ORCID 0000-0003-2740-2010
[email: konovalov.v.i@mail.ru](mailto:konovalov.v.i@mail.ru)
ФГБОУ ВО «Кубанский ГАУ», Краснодар, Россия

Богус Азамат Эдуардович
доцент кафедры «Процессы и машины в агробизнесе»
SPIN - код автора: 9567-1848
email: azamat089@gmail.com
ФГБОУ ВО «Кубанский ГАУ», Краснодар, Россия

Синькова Мария Витальевна
студент факультета механизации
SPIN – код: 7008-2182
email: mari6b@mail.ru
ФГБОУ ВО «Кубанский ГАУ», Краснодар, Россия

Дегтерев Максим Игоревич
студент факультета механизации
email: alinscolonil2002@gmail.com
ФГБОУ ВО «Кубанский ГАУ», Краснодар, Россия

Статья посвящена разработке многофункционального высевающего аппарата для оптимизации процесса посева различных сельскохозяйственных культур. Предложена новая конструкция аппарата, позволяющая дозировать семена с использованием различных методов посева. Разработана частная методика и экспериментальная установка для оценки качественных показателей работы многофункционального высевающего аппарата. Определены рациональные режимы работы многофункционального высевающего аппарата при посеве пшеницы и кукурузы. Разработана математическая модель частоты единичной подачи семян многофункциональным высевающим аппаратом при посеве различных сельскохозяйственных культур. Полученные результаты показывают возможность снижения себестоимости продукции и повышения урожайности за счет более эффективного использования посевной техники

Ключевые слова: МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНЫЙ

UDC 631.331

4.3.1. Technologies, machinery and equipment for the agro-industrial complex

**RESULTS OF THE STUDY OF QUALITATIVE
INDICATORS OPERATION OF THE
MULTIFUNCTIONAL SEEDING MACHINE**

Kononov Vladimir Ivanovich
associate Professor, Department of Processes and Machines in Agribusiness
RSCI SPIN-code 4413-4190, ABH-7546-2020, Scopus Author ID: 57190000996, ORCID 0000-0003-2740-2010
[email: konovalov.vi@mail.ru](mailto:konovalov.vi@mail.ru)
FSBEI HE Kuban SAU, Krasnodar, Russia

Bogus Azamat Eduardovich
associate Professor, Department of Processes and Machines in Agribusiness
SPIN code: 9567-1848
email: azamat089@gmail.com
FSBEI HE Kuban SAU, Krasnodar, Russia

Sinkova Maria Vitalievna
student of the Faculty of Mechanization
SPIN – код: 7008-2182
email: mari6b@mail.ru
FSBEI HE Kuban SAU, Krasnodar, Russia

Degterev Maxim Igorevich
student of the Faculty of Mechanization
email: alinscolonil2002@gmail.com
FSBEI HE Kuban SAU, Krasnodar, Russia

The article is devoted to the development of a multifunctional seeding apparatus for optimizing the sowing process of various agricultural crops. A new design of the apparatus is proposed, which allows for the dosing of seeds using various sowing methods. A private methodology and an experimental setup have been developed to assess the quality indicators of the multifunctional seeding apparatus. The rational operating modes of the multifunctional seeding apparatus for sowing wheat and corn have been determined. A mathematical model has been developed to assess the frequency of single seed delivery by the multifunctional seeding apparatus for sowing various agricultural crops. The results show that it is possible to reduce production costs and increase crop yields by using planting equipment more efficiently

Keywords: MULTIFUNCTIONAL SOWING

ВЫСЕВАЮЩИЙ АППАРАТ, ЗЕРНОВЫЕ
КОЛОСОВЫЕ КУЛЬТУРЫ, ПРОПАШНЫЕ
КУЛЬТУРЫ, ИЗБЫТОЧНОЕ ДАВЛЕНИЕ,
НОРМА ВЫСЕВА

APPLIANCE, GRAIN CROPS, TILLAGE CROPS,
EXCESSIVE PRESSURE, AND SOWING RATE

<http://dx.doi.org/10.21515/1990-4665-212-007>

Введение

Для повышения эффективности производства растениеводческих предприятий необходимо разработать стратегии, которые позволят оптимизировать использование имеющихся ресурсов и снизить затраты на производство сельскохозяйственной продукции.

Аграрные предприятия высевают зерновые колосовые культуры рядовым и полосовыми способами, а пропашные культуры широкорядным способом, что подразумевает использование нескольких типов посевных машин, неспособных заменить друг друга. В ЮФО имеется достаточно много малых сельхозпроизводителей с площадью пашни 50-70 га, которые возделывают различные культуры. Виду малой площади им не удаётся обеспечить годовую загрузку сеялок, что увеличивает себестоимость продукции из-за высоких затрат на амортизацию, техническое обслуживание и ремонт оборудования. Кроме того, малые сельхозпроизводители часто не могут позволить себе приобретение дорогостоящей техники, что делает использование арендованных машин более распространённым. Однако этот подход также имеет свои недостатки, так как арендованные машины не всегда доступны в нужные агротехнические сроки, что негативно влияет на урожайность и качество продукции.

Снижение себестоимости продукции путем выполнения технологической операции посева разных видов культур одной посевной машиной, является актуальной задачей. Целью исследований является разработка конструктивной схемы многофункционального высевающего

<http://ej.kubagro.ru/2025/08/pdf/07.pdf>

аппарата для посева разных сельскохозяйственных культур различными способами и обоснование его режимных параметров.

Использование многофункционального высевающего аппарата на посевной машине позволит выполнять посев различных сельскохозяйственных культур различным способом одной посевной машиной, что резко снизить потребность мелких сельхозтоваропроизводителей в большой номенклатуре посевной техники, повысит эффективность выращивания культурных растений и снизить их себестоимость. При этом, для переналадки высевающего аппарата при дозировании иной сельскохозяйственной культуры, будут заменяться дозирующие элементы, а остальные комплектующие остаются без изменений.

Многофункциональный высевающий аппарат предназначен для дозирования семян зерновых, пропашных и мелкосемянных культур, с нормой высева в рамках агротехнических рекомендаций.

Разработанный монофункциональный высевающий аппарат является ключевым элементов перспективных универсальных посевных машин и позволит значительно расширить конъюктуру рынка для производителей сельхозпродукции с общей площадью пашни до 50-70 га. Разработанная конструкторская документация позволит самостоятельно или совместно с заводами изготовить экспериментальный образец многофункционального высевающего аппарата.

Анализ конструкций пневматических высевающих аппаратов

Современные посевные машины представляют собой сложные механизмы, предназначенные для точного высева семян различных сельскохозяйственных культур. Они делятся на несколько типов в зависимости от способа посева, таких как рядовой, широкорядный, разбросной и другие. Рассмотрим два основных типа посевных машин –

рядовые и широкорядные, а также те модели, которые способны выполнять оба этих метода посева.

Рядовая сеялка предназначена для равномерного распределения семян вдоль рядов. Расстояние между семенами в ряду обычно составляет от нескольких сантиметров до десятков сантиметров, в зависимости от культуры. Это наиболее распространенный способ посева зерновых, бобовых и других мелкосеменных культур. Преимущества: высокая точность посева; равномерность всходов; возможность использования систем контроля глубины заделки семян; оптимизация расхода семян за счет минимального перекрытия рядов.

Сеялка Астра 6 (рисунок 1) с шириной захвата 6 метров, оборудованная пневматической системой дозирования семян. Позволяет точно регулировать глубину заделки семян и скорость их подачи.



Рисунок 1 – Сеялка Астра 6

Широкорядные сеялки используются для посева пропашных культур, таких как кукуруза, подсолнечник, соя и другие. Эти машины обеспечивают большее расстояние между рядами, чем рядовые сеялки, что позволяет проводить междурядную обработку почвы и борьбу с сорняками.

Преимущества: удобство проведения междурядной обработки; более эффективное использование удобрений и средств защиты растений; улучшение условий роста растений благодаря большему пространству для развития корневой системы.

Пневматическая сеялка Kverneland Optima (рисунок 2) с возможностью регулирования ширины междурядья от 45 до 75 см. Оснащена системой точного дозирования семян и контроля глубины заделки.



Рисунок 2 – Пневматическая сеялка Kverneland Optima

Некоторые современные посевные машины обладают способностью выполнять как рядовой, так и широкорядный посев. Такие универсальные устройства позволяют аграриям адаптироваться к различным условиям выращивания и культурам без необходимости приобретения отдельных машин для каждого типа посева.

Преимущества: экономия затрат на приобретение специализированного оборудования; гибкость в выборе методов посева в зависимости от конкретных потребностей; уменьшение времени на подготовку техники к работе.

Сеялка Väderstad Proseed (рисунок 3) может работать как в режиме рядового, так и широкорядного посева. Она оснащена двумя линиями

высевающих аппаратов, что позволяет изменять ширину междурядий в пределах от 15 до 76 см.



Рисунок 3 – Сеялка Väderstad ProSeed

Современные посевные машины представляют собой высокотехнологичные устройства, обеспечивающие высокую точность и эффективность посева. Развитие универсальных моделей, способных выполнять как рядовой, так и широкорядный посев, является важным шагом вперед в механизации сельского хозяйства. Такие машины позволяют аграриям оптимизировать производственные процессы, снижать затраты и повышать урожайность.

В контексте обсуждения современных посевных машин, важно рассмотреть те, которые могут эффективно высевать зерновые колосовые и пропашные культуры. Для успешного посева зерновых колосовых и пропашных культур одной машиной необходимо наличие гибких настроек, позволяющих менять параметры посева в зависимости от выбранной культуры.

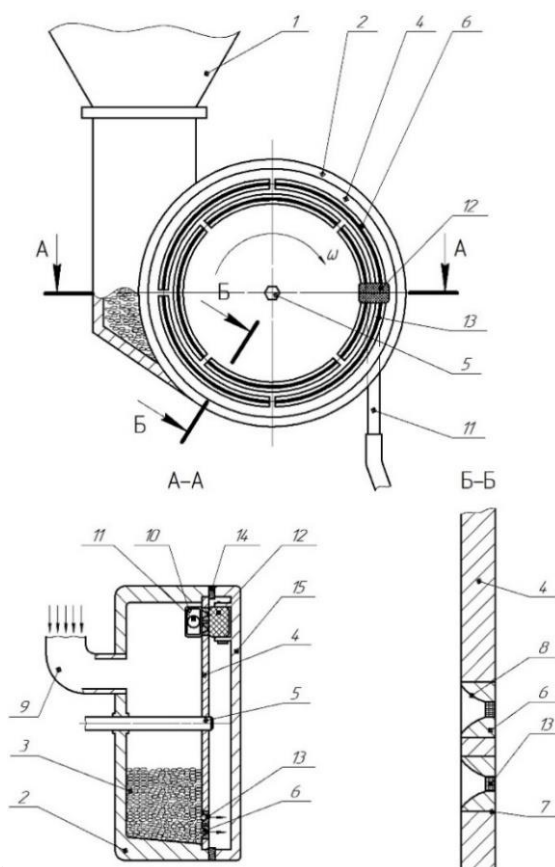
В настоящее время на рынке РФ представлена одна универсальная сеялка, однако она не способна осуществлять посев пунктирным способом в рамках агротехнических требований, также компания Vaderstad (Швеция) презентовала сеялку ProSeed (по их утверждениям имеющих высокий потенциал), однако на отечественный рынок она скорее всего не

поставляется в настоящее время. Кроме того, доступность комплектующих и запасных частей этих производителей в настоящее время приостановлена. Наиболее существенным признаком востребованности нашего продукта является значительно меньше приведенных затрат при посеве с-х культур, что обусловлено их высокой стоимостью.

Высевающие аппараты, работающие на избыточном давлении воздуха, являются важной частью современных посевных комплексов, особенно когда речь идет о точном высеве зерновых колосовых и пропашных культур. Рассмотрим подробнее конструкцию и принципы работы таких устройств.

Принцип работы высевающего аппарата на избыточном давлении воздуха заключается в использовании сжатого воздуха для транспортировки семян от бункера к сошникам. Воздух подается компрессором или вентилятором, создавая избыточное давление внутри системы. Семена захватываются потоком воздуха и перемещаются по трубопроводу к сошнику, где они равномерно распределяются в почву.

Использование высевающих аппаратов, работающих на избыточном давлении воздуха, является самым актуальным направлением развития высокоэффективных посевных машин. На основе проведенного анализа современных посевных машин был разработан многофункциональный высевающий аппарат (рисунок 4).



1 – семенной ящик; 2 – корпус; 3 – семенная камера; 4 – высеваящий диск; 5 – приводной вал; 6 – дозирующие элементы; 7 – посадочные места; 8 – выемки; 9 – канал избыточного давления воздуха; 10 – заборное устройство; 11 – трубка; 12 – узел для перекрытия выемок

Рисунок 4 – Многофункциональный высеваящий аппарат

В данной конструктивно-технологической схеме семена из семенного ящика 1 поступают в корпус высеваящего аппарата 2, заполняя дозирующие элементы 6 высеваящего диска 4. Эти элементы установлены в посадочных местах, которые предотвращают выдувание семян благодаря воздухопроницаемому материалу. При вращении диска 4 семена перемещаются к заборному устройству 11, а специальный узел 12 перекрывает выемки 8, предотвращая утечку воздуха. Поток воздуха создает давление на поверхность семян, облегчая их забор в вертикальную

трубку 11. Это обеспечивает непрерывный поток семян в семяпровод. Различные способы посева достигаются за счет установки разных дозирующих элементов в посадочные места. Модель разработанного multifunctional sowing device is presented in Figure 5.

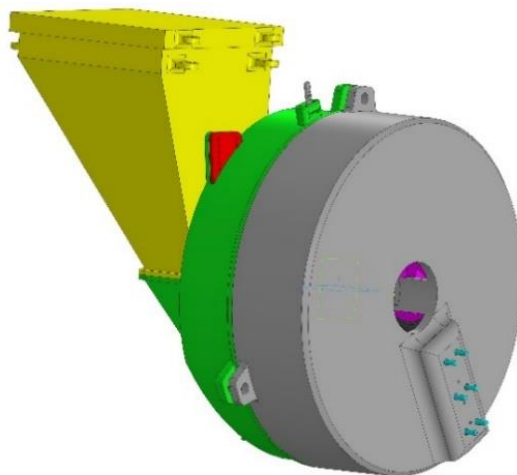
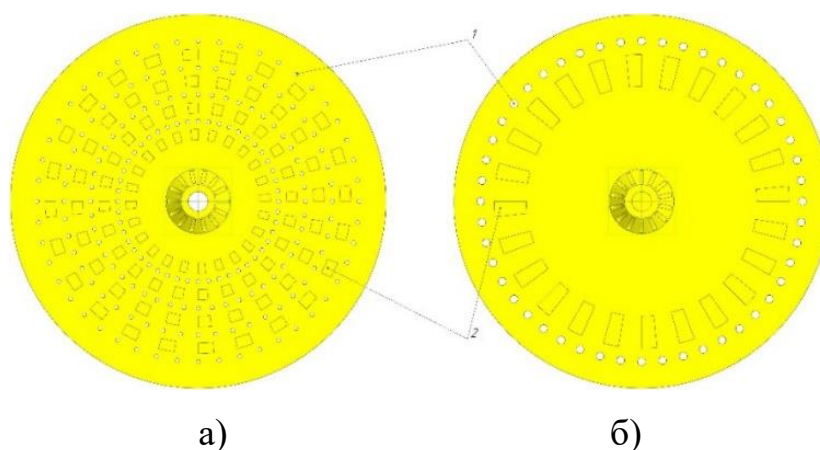


Рисунок 5 – Модель multifunctional sowing device

Технологический процесс дозирования семян происходит с использованием избыточного давления воздуха, а его multifunctionality is ensured by the changing geometry of the sowing disk. Also, the sowing disk allows for seed dosing both in one row (for row crops) and up to 4 rows (grains and vegetables).

Нами были изготовлены два перфорированных диска (рисунок 6) диаметром 280 мм. Диск для кукурузы имеет 48 отверстий, а для пшеницы четыре 192 отверстия расположенных в 4 ряда. Частота вращения перфорированного диска для кукурузы для $\omega \in [0.2; 1] \text{ c}^{-1}$, а для пшеницы $\omega \in [2; 5] \text{ c}^{-1}$.



а)

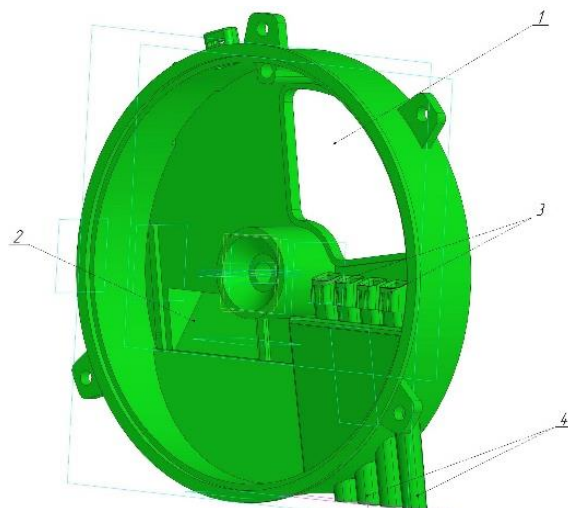
б)

а – пшеница; б – кукуруза;

1 – сквозные отверстия; 2 – ворошители семян.

Рисунок 6 – Перфорированные высевальные диски

Корпус высевального аппарата (рисунок 7) имеет отверстие для раструба избыточного давления 1; окно дозирования семян 2, четыре приемных трубки 3 и патрубки для семяпроводов.



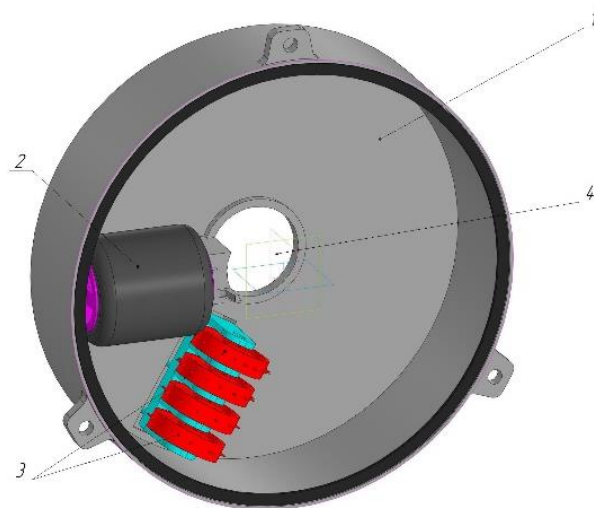
1 – отверстие для раструба избыточного давления;

2 – окно дозирования семян; 3 – приемные трубки;

4 – патрубки семяпроводов.

Рисунок 7 – Корпус многофункционального высевального аппарата

Крышка высевающего аппарата (рисунок 8) оснащена роликом-отсекателем семян 2, выталкивателями семян, осевым отверстием для сброса лишнего воздуха 4.



1 – крышка; 2 – ролик-отсекатель семян; 3 – выталкиватели семян;
4 – осевое отверстие сброса лишнего воздуха.

Рисунок 8 – Крышка многофункционального высевающего аппарата

В лабораторных условиях на кафедре процессов и машин в агробизнесе Кубанского ГАУ была разработана экспериментальная установка методика для ее оценки (рисунок 9) [5].

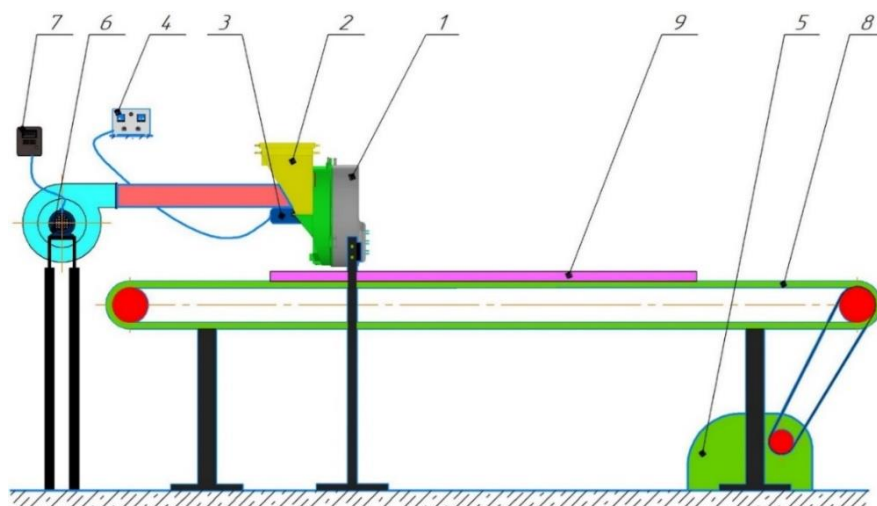
Качество работы многофункционального высевающего аппарата оценивали, считая частоты: подач одного семени (p_1); двойных подач (p_2); нулевых подач (p_0); коэффициента вариации подачи семян (V) и средней подачей семян (M).

Факторы и уровни их варьирования экспериментальных исследований представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Факторы и уровни варьирования при исследовании многофункционального высевающего аппарата

Фактор	Обозначение	Интервал варьирования	Уровни факторов		
			нижний	нулевой	верхний
Пшеница					
Значение давления воздуха (Р, кПа)	x_1	1	3	4	5
Частота вращения диска (n, с ⁻¹)	x_2	1	1.5	2.5	3.5
Кукуруза					
Значение давления воздуха (Р, кПа)	x_1	1	3	4	5
Частота вращения диска (n, с ⁻¹)	x_2	0.1	0.2	0.3	0.4

Проведенные эксперименты позволили определить оптимальные режимы работы многофункционального высевающего аппарата [1, 2].

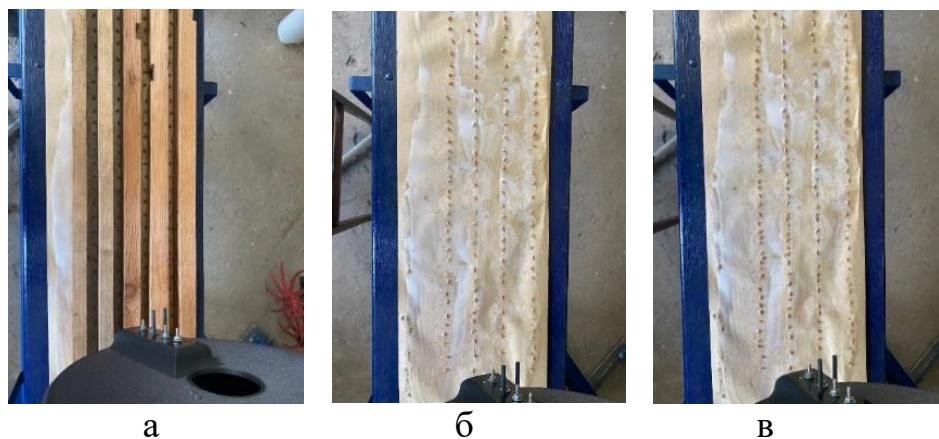


- 1 – многофункциональный высевающий аппарат; 2 – семенной ящик;
 3 – электропривод высевающего диска; 4 – выпрямитель тока с реостатом; 5 – коробка передач; 6 – вентилятор;
 7 – частотный преобразователь; 8 – лента; 9 – клей

Рисунок 9 – Схема экспериментальной установки для исследования многофункционального высевающего аппарата

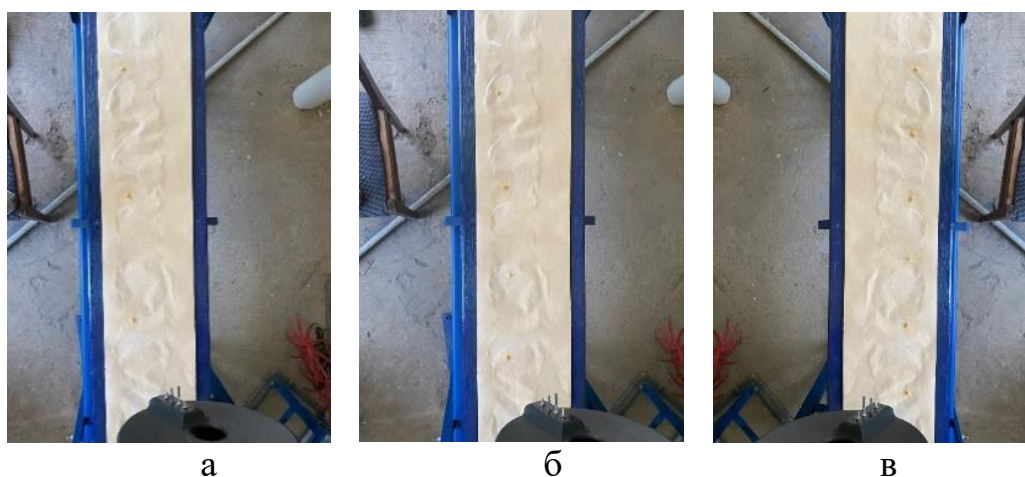
При работе экспериментальной установки семена из семенного ящика 2 дозируются предлагаемым дозирующим устройством, семена высыпаятся на липкую ленту 8. Частота вращения вентилятора при проведении экспериментов варьировалась частотным преобразователем 7. Привод многофункционального высевающего аппарата производится электродвигателем 3 снабженным реостатом 4.

При проведении экспериментов по 200 шт. семян на липкую ленту, измеряя расстояния между семенами фиксировали частоты: подач одного семени (p_1), двойных подач (p_2), нулевых подач (p_0) (рисунок 3 и 4).



а – $n = 3 \text{ с}^{-1}$; б – $n = 4 \text{ с}^{-1}$; в – $n = 5 \text{ с}^{-1}$

Рисунок 10 – Работа высевающего аппарата при дозировании пшеницы



а – $n = 0,2 \text{ с}^{-1}$; б – $n = 0,3 \text{ с}^{-1}$; в – $n = 0,4 \text{ с}^{-1}$

Рисунок 11 – Работа высевающего аппарата при дозировании кукурузы

Результаты исследований

Результаты исследования вероятности односемянного дозирования семян различных культур предлагаемым высевальным аппаратом представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Результаты экспериментальных исследований качественных показателей работы МВА

№ П.п.	X ₁	X ₂	Пшеница				Кукуруза			
			Вероятность			M _п	Вероятность			M _к
			p ₀	p ₁	p ₂		p ₀	p ₁	p ₂	
1	+	+	0,02	0,9	0,08	1,06	0,05	0,83	0,12	1,07
2	-	+	0,06	0,9	0,04	0,98	0,08	0,83	0,09	1,01
3	+	-	0	0,88	0,12	1,12	0,02	0,84	0,14	1,12
4	-	-	0,04	0,89	0,07	1,03	0,05	0,85	0,1	1,05
5	0	+	0,05	0,92	0,03	0,98	0,08	0,87	0,04	0,97
6	0	-	0,04	0,93	0,03	0,99	0,06	0,9	0,04	0,98
7	+	0	0	0,92	0,08	1,08	0,01	0,88	0,11	1,1
8	-	0	0,06	0,93	0,01	0,95	0,05	0,88	0,07	1,02
9	0	0	0,02	0,95	0,03	1,01	0,02	0,9	0,08	1,06

Для оценки влияния факторов по результатам экспериментов были рассчитаны уравнения регрессии частоты единичной подачи семян [3, 4].

В кодированном виде:

$$y_{\text{п}} = 0,984 + 0,05x_1 - 0,02x_2 - 2,5 \cdot 10^{-3}x_1x_2 + 0,043x_1^2 + 0,013x_2^2 \quad (1)$$

$$y_{\text{к}} = 1,021 + 0,035x_1 - 0,017x_2 - 2,5 \cdot 10^{-3}x_1x_2 + 0,058x_1^2 - 0,027x_2^2 \quad (2)$$

где y – частота единичной подачи семян при высева соответственно пшеницы и кукурузы;

x_1 и x_2 – соответственно частота вращения высевального диска и значение избыточного давления в семенной камере.

Уравнения регрессии в натуральных единицах:

$$M_{\text{п}} = 1,399 + 0,157n - 0,12P - 2,5 \cdot 10^{-3}nP + 0,043n^2 + 0,013P^2 \quad (3)$$

$$M_{\text{к}} = 1,594 - 0,424n - 1,533P - 0,025nP + 0,058n^2 - 2,667P^2 \quad (4)$$

где y – частота единичной подачи семян;

n – частота вращения высевального диска, с⁻¹;

P – значение избыточного давления в семенной камере, кПа.

Рациональные параметры работы многофункционального высевающего аппарата:

При посеве пшеницы: $n = 4,7 \text{ с}^{-1}$; $P = 1,9 \text{ кПа}$.

При посеве кукурузы: $n = 0,3 \text{ с}^{-1}$; $P = 3,69 \text{ кПа}$.

При оптимальном сочетании исследуемых факторов на величину частоты единичной подачи семян при высеве пшеницы и кукурузы, были построены поверхности отклика и их сечения (рисунок 12 и 13).

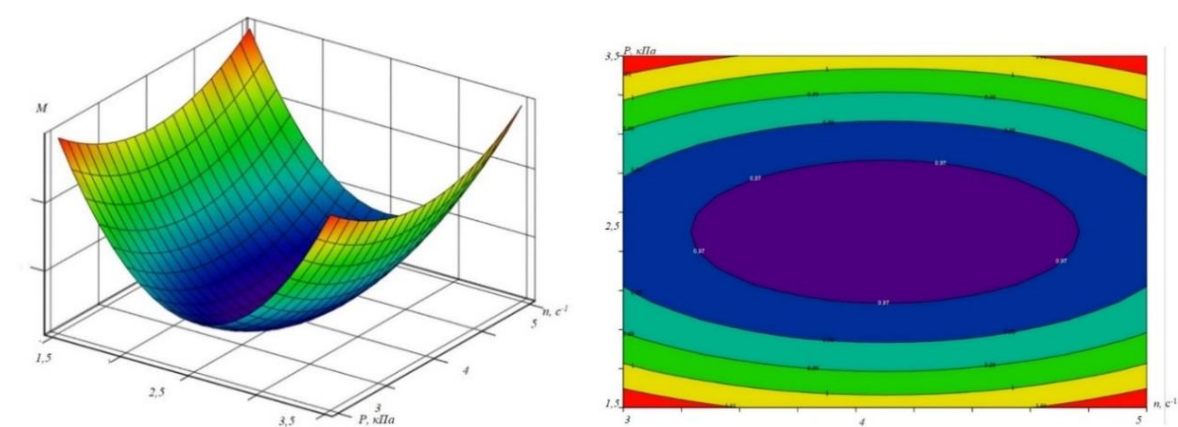


Рисунок 12 – Влияние частота вращения высевающего диска и значения избыточного давление в семенной камере на частоту единичной подачи семян при посеве пшеницы

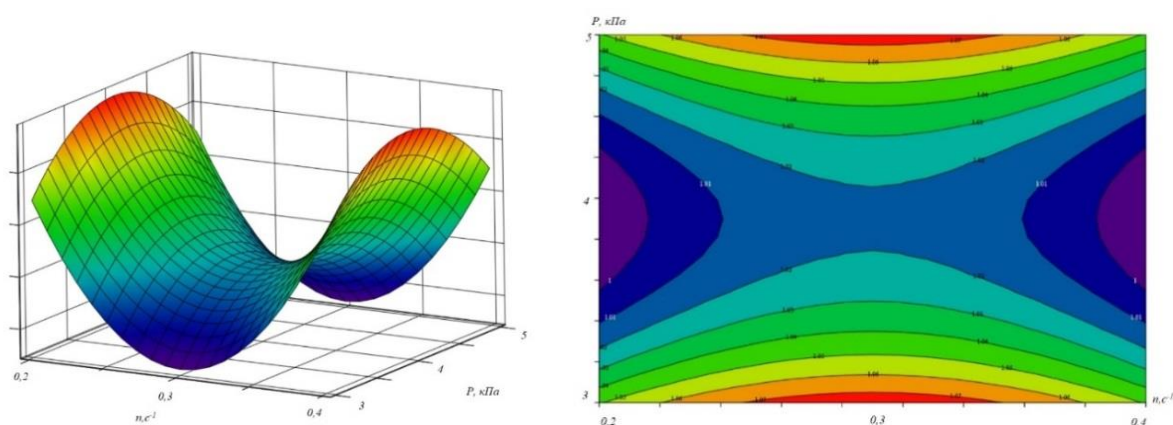


Рисунок 13 – Влияние частота вращения высевающего диска и значения избыточного давление в семенной камере на частоту единичной подачи семян при посеве кукурузы

Рациональные режимы работы многофункционального высевающего аппарата для пшеницы: частота вращения высевающего диска, n равная $4,7 \text{ с}^{-1}$, значение избыточного давления в семенной камере P равное $1,9 \text{ кПа}$, при этом частота единичной подачи семян M будет составлять 0.99 . Рациональные режимы работы многофункционального высевающего аппарата для кукурузы: частота вращения высевающего диска, n равная $0,33 \text{ с}^{-1}$, значение избыточного давления в семенной камере P равное $3,69 \text{ кПа}$, при этом частота единичной подачи семян M будет составлять 1.02 .

Выводы:

1. Проводя анализ полученных данных, можно утверждать, что на частоту единичной подачи семян при высеве пшеницы большее влияние оказывает значение избыточного давления в семенной камере. При определенных рациональных режимах работы для пшеницы: частота вращения высевающего диска, $n=4,7 \text{ с}^{-1}$ и значение избыточного давления в семенной камере, $P = 1,9 \text{ кПа}$, частота единичной подачи семян $M = 0.99$.

2. На частоту единичной подачи семян при высеве кукурузы большее влияние оказывает значение избыточного давления в семенной камере. При определенных рациональных режимах работы для кукурузы: частота вращения высевающего диска, $n=0,33 \text{ с}^{-1}$ и значение избыточного давления в семенной камере, $P = 3,69 \text{ кПа}$, при этом частота единичной подачи семян составляет $M = 1,02$.

3. Рациональные режимы работы многофункционального высевающего аппарата для пшеницы: частота вращения высевающего диска, n равная $4,7 \text{ с}^{-1}$, значение избыточного давления в семенной камере

P равное 1,9 кПа, при этом частота единичной подачи семян M будет составлять 0.99.

4. Рациональные режимы работы многофункционального высевающего аппарата для кукурузы: частота вращения высевающего диска, n равная 0,33 с⁻¹, значение избыточного давления в семенной камере P равное 3,69 кПа, при этом частота единичной подачи семян M будет составлять 1.02.

5. Разработана математическая модель частоты единичной подачи семян многофункциональным высевающим аппаратом при посеве различных сельскохозяйственных культур.

6. Разработана частная методика и экспериментальная установка для оценки качественных показателей работы многофункционального высевающего аппарата.

7. Анализ результатов экспериментальных исследований частоты единичной подачи семян многофункциональным высевающим аппаратом, позволяет сделать вывод, что использование предлагаемого технического решения позволит использовать его при возделывании различных сельскохозяйственных культур.

Библиографический список

1. Богус, А. Э. Технологические и конструктивные параметры пневматической сеялки с центрально-дозировочной системой / А. Э. Богус // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – 2020. – № 159. – С. 14-21. – DOI 10.21515/1990-4665-159-002. – EDN ZFVLML.

2. Камбулов С. И. Энергосберегающие технологии возделывания зерновых колосовых культур [Текст] / С. И. Камбулов, В. П. Максимов, Ю. А. Царев, Е. М. Зубрилина // Научная жизнь. – 2019. – № 2. – С. 19-26.

3. Конструктивно-технологическая схема многофункционального высевающего аппарата / А. Э. Богус, В. И. Коновалов, В. Д. Станин, В. А. Руснак // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – 2022. – № 183. – С. 61-74. – DOI 10.21515/1990-4665-183-005. – EDN VIEVND.

4. Патент на полезную модель № 230461 U1 Российская Федерация, МПК А01С 7/00. Посевная секция : № 2024124573 : заявл. 21.08.2024 : опубл. 05.12.2024 / В. И.

Коновалов, А. Э. Богус ; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Кубанский государственный аграрный университет им. И.Т. Трубилина". – EDN QUZUJX.

5. Патент № 2797425 C1 Российская Федерация, МПК A01C 7/04. Пневматический высеваший аппарат : № 2022112561 : заявл. 05.05.2022 : опубл. 05.06.2023 / А. Э. Богус, В. И. Коновалов, Н. Б. Василенко ; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина". – EDN TWSHOS.

References

1. Bogus, A. Je. Tehnologicheskie i konstruktivnye parametry pnevmaticheskij sejal'ki central'no-dozirujushhej sistemoj / A. Je. Bogus // Politematicheskij setevoj jelektronnyj nauchnyj zhurnal Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – 2020. – № 159. – S. 14-21. – DOI 10.21515/1990-4665-159-002. – EDN ZFVLMML.

2. Kambulov S. I. Jenergosberegajushhie tehnologii vozdel'nyh zernovyh kolosovyh kul'tur [Tekst] / S. I. Kambulov, V. P. Maksimov, Ju. A. Carev, E. M. Zubrilina // Nauchnaja zhizn'. – 2019. – № 2. – S. 19-26.

3. Konstruktivno-tehnologicheskaja shema mnogofunkcional'nogo vysevajushhego apparata / A. Je. Bogus, V. I. Konovalov, V. D. Stanin, V. A. Rusnak // Politematicheskij setevoj jelektronnyj nauchnyj zhurnal Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – 2022. – № 183. – S. 61-74. – DOI 10.21515/1990-4665-183-005. – EDN VIEVND. Научный журнал КубГАУ, №206(02), 2025 год <http://ej.kubagro.ru/2025/02/pdf/09.pdf>

4. Patent na poleznuju model' № 230461 U1 Rossijskaja Federacija, MPK A01C 7/00. Posevnaja sekcija : № 2024124573 : zajavl. 21.08.2024 : opubl. 05.12.2024 / V. I. Konovalov, A. Je. Bogus ; zajavitel' Federal'noe gosudarstvennoe bjudzhetnoe obrazovatel'noe uchrezhdenie vysshego obrazovanija "Kubanskij gosudarstvennyj agrarnyj uni-versitet im. I.T. Trubilina". – EDN QUZUJX.

5. Patent № 2797425 C1 Rossijskaja Federacija, MPK A01C 7/04. Pnevmaticheskij vysevajushhij apparat : № 2022112561 : zajavl. 05.05.2022 : opubl. 05.06.2023 / A. Je. Bogus, V. I. Konovalov, N. B. Vasilenko ; zajavitel' Federal'noe gosudarstvennoe bjudzhetnoe obrazovatel'noe uchrezhdenie vysshego obrazovanija "Kubanskij gosudarstvennyj agrarnyj universitet imeni I.T. Trubilina". – EDN TWSHOS.