

УДК 631.314.1

UDC 631.314.1

4.3.1. Технологии, машины и оборудование для агропромышленного комплекса (технические науки, сельскохозяйственные науки)

4.3.1. Technologies, machinery and equipment for the agro-industrial complex (technical sciences, agricultural sciences)

ОСНОВНЫЕ КОНСТРУКТИВНЫЕ ПАРАМЕТРЫ И РЕЖИМЫ РАБОТЫ СПИРАЛЬНЫХ КАТКОВ ДЛЯ ПОДГОТОВКИ ПОЧВЫ К ПОСЕВУ

THE MAIN DESIGN PARAMETERS AND OPERATING MODES OF SPIRAL ROLLERS FOR PREPARING THE SOIL FOR SOWING

Брусенцов Анатолий Сергеевич
канд. техн. наук, доцент,
Author ID: 700969
SPIN – код: 8664-5403
[ORSCID ID: 0009-0004-7933-3402](https://orcid.org/0009-0004-7933-3402)
Scopus ID: 57300646400
Researcher ID: HHC-0668-2022
brusencov.a@edu.kubsau.ru

Brusentsov Anatoly Sergeevich
Cand.Tech.Sci., associate professor
Author ID: 700969
RSCI SPIN – code: 8664-5403
[ORSCID ID: 0009-0004-7933-3402](https://orcid.org/0009-0004-7933-3402)
Scopus ID: 57300646400
Researcher ID: HHC-0668-2022
brusencov.a@edu.kubsau.ru

Король Вадим Юрьевич
студент каф. Процессы и машины в агробизнесе
vadimkorol13@yandex.ru
ФГБОУ ВО «Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина», Краснодар, Россия

Korol Vadim Yurievich
student of the Department of Processes and machines in agribusiness
vadimkorol13@yandex.ru
Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Kuban State Agrarian University named after I.T. Trubilin", Krasnodar, Russia

В статье представлен комплексный анализ выравнивающих орудий для сельскохозяйственной техники. В работе проведён обзор существующих выравнивающих устройств. Также рассмотрены особенности работы универсальных агрегатов в составе с выравнивателями. Предложена классификация выравнивающих устройств, определены основные недостатки существующих выравнивающих устройств. Выявлены ключевые факторы, влияющие на гребнистость поверхности: диаметр спирального шлейф-катка, расстояние между витками спирали и скорость работы. В статье представлена конструкция альтернативного прикатывающего спирального шлейф-катка. Технологический процесс работы этого устройства направлен на равномерное распределение почвенных агрегатов по всей ширине захвата, что способствует устранению гребнистости, измельчению комков почвы и её уплотнению. Проведены лабораторно-полевые исследования работы устройства, и разработана модель. Выполнен план эксперимента, обработаны опытные данные, определены зависимости и сделаны выводы

The article presents a comprehensive analysis of leveling tools for agricultural machinery. The article provides an overview of existing leveling devices. The features of the operation of universal aggregates in combination with levelers are also considered. A classification of leveling devices is proposed, and the main disadvantages of existing leveling devices are identified. The key factors influencing the surface ridges are revealed: the diameter of the spiral loop roller, the distance between the coils of the spiral and the speed of operation. The article presents the structure of an alternative rolling spiral loop roller. The technological process of this device is aimed at an equal distribution of soil aggregates over the entire width of the grip, which helps to eliminate ridges, grind lumps of soil and seal it. Laboratory and field studies of the device operation were carried out, and the model was developed. The experimental plan was executed, experimental data were processed, dependencies were determined and conclusions were drawn

Ключевые слова: ПОЧВА, РАБОЧИЙ ОРГАН, ИССЛЕДОВАНИЕ, МИНЕРАЛЬНЫЕ УДОБРЕНИЕ, НОРМА ВНЕСЕНИЯ, КОНСТРУКЦИЯ, ТЯГОВОЕ СОПРОТИВЛЕНИЕ, ТУКОВЫСЕВАЮ-

Keywords: SOIL, WORKING BODY, RESEARCH, MINERAL FERTILIZERS, RATE OF DISPLACEMENT, CONSTRUCTION, TRACTION RESISTANCE, TOW-RAISING APPARATUS, LA-

<http://dx.doi.org/10.21515/1990-4665-203-015>

Введение

Прикатывание почвы перед посевом не является обязательной операцией, но, согласно статистическим данным, оно положительно влияет на всхожесть семян, обеспечивая равномерные и дружные всходы, что в итоге повышает урожайность до 25%. Однако традиционная предпосевная обработка почвы оставляет верхний слой рыхлым и неровным, что требует дополнительного выравнивания для прохода посевного агрегата. Качество выравнивания напрямую влияет на сроки проведения операции. Если прикатывание проводится с задержкой, почва теряет влагу, что приводит к образованию крупных комков, затрудняющих последующее выравнивание. Поэтому оптимальным решением является комплексный подход, совмещение операция близких по агротехническому календарю полевых работ. Спиральные катки уплотняют и выравнивают почву после ее обработки, обеспечивая качественную подготовку к посеву [1]. Спиральные катки можно монтировать последовательно в технологической схеме дискового орудия как заключительная операция по измельчению крупных комков. Эффективность работы агрегата с дисковой бороной и спиральным катком зависит от ряда факторов, включая диаметр спирали, расстояние между витками, глубину прикатывания и скорость движения.

Конструктивные параметры выравнивающих устройств такие как диаметр и ширина, зависит от силовых характеристик тягового агрегата и состояния почвы. Как правило значение диаметра выбирают из диапазона 35-60 см, а ширину захвата – 1,5-2,5 м.

Смещения катка относительно вектора тяги обуславливается конструктивными возможностями данной регулировки, влияния внешних факторов и состава почвы. Значение уплотнённого слоя зависит от глубины посева, состояния и влажности почвы, этот показатель находится в

<http://ej.kubagro.ru/2024/09/pdf/15.pdf>

пределах 5-15 см. В составе тракторного агрегата, включающего дисковое орудие, выравнивающее устройство необходимо придерживаться скорости согласно агротехнических требований для операций дискования и прикатывания 5-12 км/ч. Конструкции современных орудий позволяет использовать в сочетании культиватора или дискового орудия, а также отдельно как широкозахватный агрегат с использованием сцепок. Для каждого варианта существуют рекомендации производителя с требованиями к базовым технологиям на выполняемые операции соблюдение, которых обеспечит качественное выполнение работ заданной производительности. В случае с дисковым орудием спиральные выравнивающие устройства выравнивают горизонт поверхности поля, измельчают агрегаты и генерируют влагу под верхним слоем почвы. Перемешивание верхнего слоя обеспечивает равномерность распределения агрегатов на поверхности. Выровненный горизонт поверхности поля после обработки прикатывающими или выравнивающими орудиями способствует более качественному выполнению последующих агротехнологических приёмов по обработке почвы. Наиболее выгодное дисковое орудие для совместного использования с прикатывающими устройствами т.к. на первом этапе обеспечивается интенсивное крошение и рыхление почвы с последующим уплотнением на глубину посева, что создаёт благоприятные условия для развития растений. Так же такое сочетание может привести к сокращению эксплуатационных затрат, для основной обработки почвы в частности двухстороннем плугом приводит к сокращению трудозатрат и улучшению качества работ. Выравнивающие устройства со спиральной поверхностью обеспечивают прикрытие влаги в почве на разрыхлённой почве тем самым обеспечивает баланс влажности для роста растений.



до прикатыва-
←————→
после прикатывания



Рисунок 1 Операция прикатывания до обработки и после

Основные требования к виду поверхности катка предъявляются обрабатываемым объектом, ограничений по возделываемым культурам нет.

Есть отдельные культуры, например, зерновые они отзывчивые на прикатывание почвы, благодаря которому происходят быстрые и дружные всходы. Так же прикатывание может обеспечить более плотное основание и разрыхленный верхний слой. Такие условия являются идеальными для развития корневой системы, через верхний слой поступает воздух, а с низу подается влага.

Прикатывание обеспечивает плотный контакт почвы с семенем, тем самым обеспечивается подвод влаги при развитии зародыша нет воздушных карманом и как следствие пересыхания и гибели семян. Разработка и внедрение в сельское хозяйство эффективной конструкции спирального шлейф-катка, работающего совместно с дисковыми орудиями, является актуальной задачей.

Материалы и методы

Важно при выполнении операции поверхностной обработки почвы дисковым орудием совместно с выравниванием почвы, учитывать последнюю операцию как предшествующую посеву. Таким образом разработка технологической схемы работы и конструкции выравнивающего устройства, работающего совместно с дисковым орудием и отдельно в соответствии с предъявляемыми агротехническими требованиями к операции, является актуальной задачей.

Орудия для выравнивания почвы применяют в составе агрегата с почвообрабатывающими орудиями или самостоятельно [4, 5]. Как правило эти две операции выполняются совместно и выполняют различные функции, причем выравниватели должны спланировать почву передать ей мелкокомковатую структуру. Наличие катков в составе агрегата для поверх-

ностной обработки перед посевом обусловлено последовательным распределении почвенных агрегатов, частичном их измельчении и уплотнения основания для семян при распределении в борозде. В том случае, когда осуществляется послеуборочная обработки почвы мы должны учитывать состояние почвы, а именно минимальный запас влаги, что создает трудности при дополнительном измельчении почвенных агрегатов и заделки семян падалицы, сорняков провоцируя их рост.

Конструктивно катки тоже имеют своё назначение в некоторых сельскохозяйственных машинах относительно поверхности поля, которую копируют катки осуществляется регулировка глубины обработки или опорой широкозахватных прицепных и полунавесных агрегатов. Современная конструкция выравнивающих устройств меняется или совершенствуется за счёт рабочей поверхности, которая контактирует с обрабатываемым объектом меняя его свойства, положение и форму. Эту способность используют в формировании агрегатов для поверхностной обработки почвы, а также для основной обработки расширяя возможности сельскохозяйственных машин экономя ресурсы. Увеличивая металлоёмкость агрегатов, но добавляя последующие операции мы получаем эффект, несоизмеримо превосходящий тех затрат, связанных только с увеличением расхода топлива, широкий спектр выравнивающих устройств.

Промышленностью выпускается три основных конструкции выравнивателей почвы ротационного, полозовидного и комбинированного типа недостатки таких типов конструкций являются неполное разрушение почвенных комков, соответствующих агротехническим требованиям. При проведении поверхностной обработки почвы перед посевом можно отмечать не одинаковую плотность почвы и пропуски на все длине обрабатываемого участка. Разнообразие катков по форме рабочей поверхности впечатляет. На сегодняшний день их можно разделить на следующие типы: гладкие; кольчатые; кольчато-зубовые; кольчато-шпоровые; прутковые; пластинча-

тые; трубчатые; спиральные; дисковые. И это далеко не все! Существует множество других типов катков с разнообразными формами рабочей поверхности, которые применяются в различных типах почв мы попытались составить классификацию выравнивающих орудий рисунок 2.

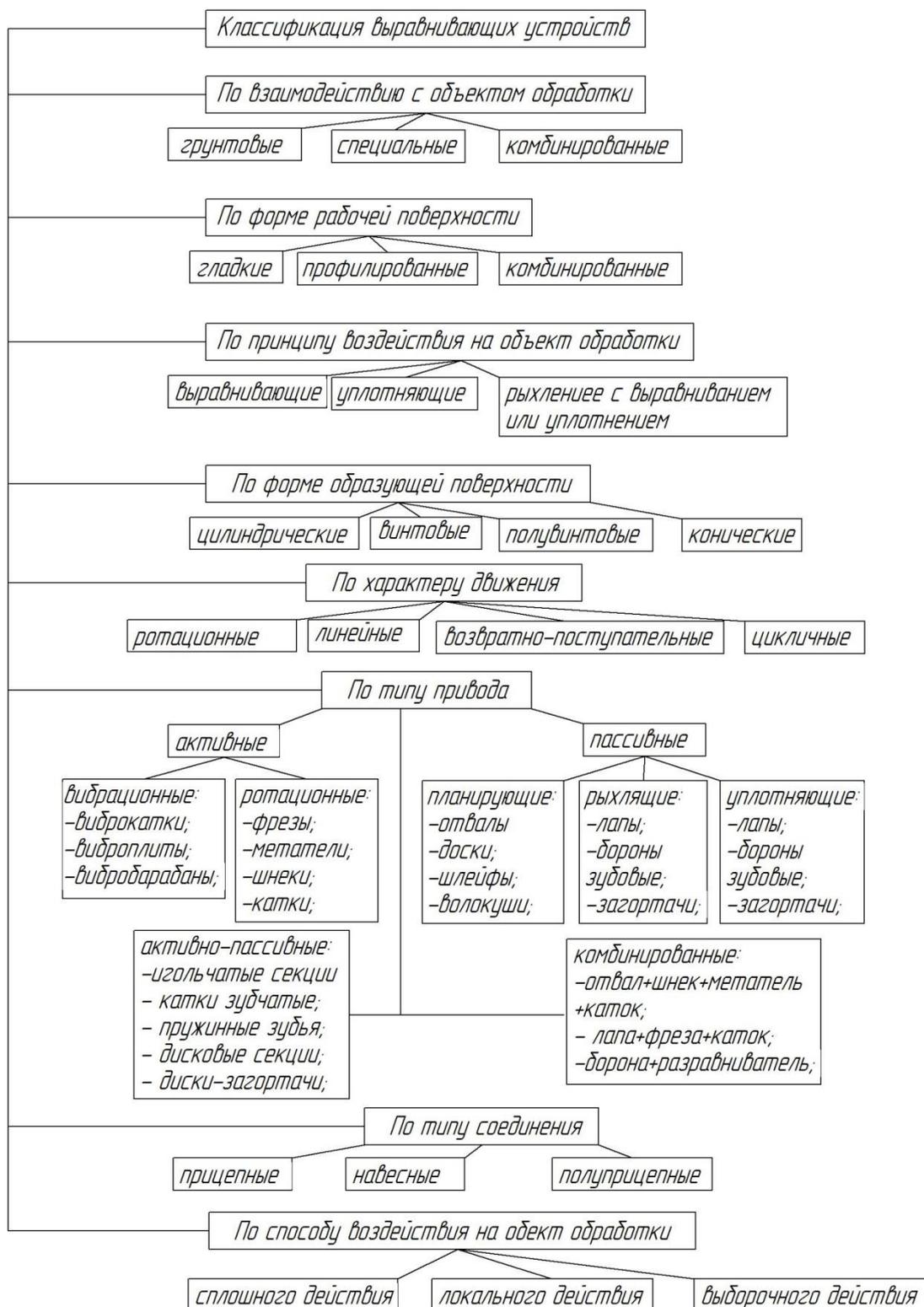


Рисунок 2 – Классификация выравнивающих устройств

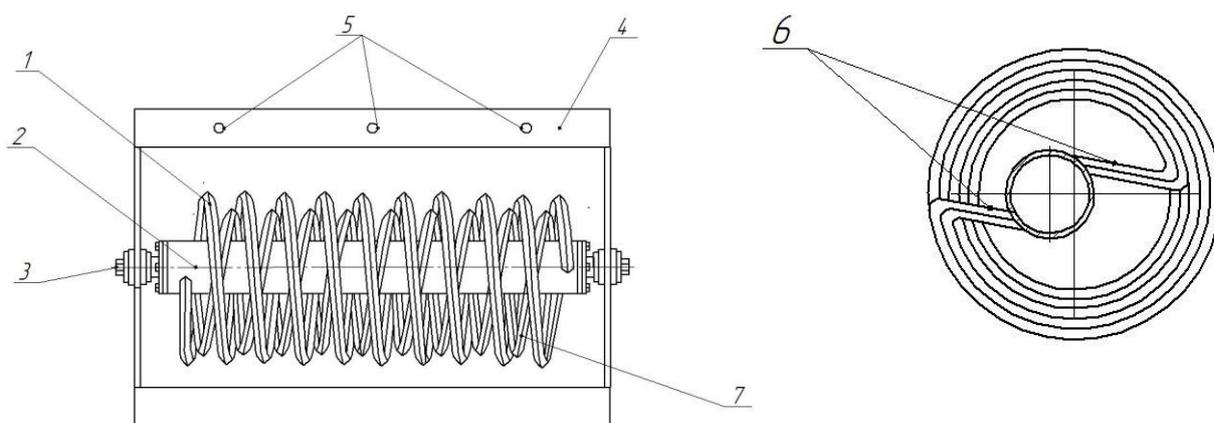
Широкое и частое использование выравнивающих устройств ставит новые задачи для проектировщиков, ведь им необходимо выбирать наиболее перспективные типы катков из широкого спектра доступных вариантов и создавать новые поверхности. Раньше отечественные почвообрабатывающие агрегаты, которые подготавливали почву перед посевом, работали совместно кольчатыми катками РВК-3.6; РВК-3 или с катками рабочая поверхность, которых образована поперечными планками АКШ-6; АКШ-7.2 ассортимент катков постоянно совершенствуется рабочая поверхность придает обрабатываемому объекту различные свойства н-р уплотнение, выравнивание, рыхление, соккрытие влаги, измельчение агрегатов и т.д. Найти универсальную рабочую поверхность все ещё не удастся также стоит измениться показателю, влажности почвы, то все применяемые рабочие поверхности катков не справляются со своими задачами и показатели качества работ снижаются [6].

Современные агрегаты для предпосевной подготовки почвы и почвообрабатывающие-посевные комплексы все чаще оснащаются катками, представляющие собой автомобильные колёса. Образуя сплошное полотно ровной поверхности превосходно планируют и выравнивают поверхность поля обеспечивая заданную глубину посева. Подходит такое сочетание рабочих органов для посева мелкосемянных полевых и овощных культу. Увеличить давление таких катко можно путём заполнения полостей каучуком или полистиролом.

Результаты и их обсуждения

Технический результат – повышение качества обработки почвы за счет устойчивого движения орудия, интенсивного крошения и уплотнения почвы, что также повышает качество операции предпосевной обработки при работе шлейф-катка в составе агрегата дискового орудия или культиватора.

Предлагаемая конструкция с винтовой поверхностью в виде спирали включает внутреннюю дополнительную рабочую, расположенную между витками внешней спирали с зазором для обеспечения сепарации комков почвы, при этом общая ось спиралей и смещена относительно оси барабана, на котором они закреплены, что обеспечивает технологическую и конструктивную надежность его работы. Принцип работы, шлейф-каток стыкуется с основным орудием через отверстия под углом по направлению движения или с нулевым углом атаки также можно использовать как отдельную сельскохозяйственную машину. При движении агрегата по полю внешняя спираль заглубляется под собственным весом, раздавливая комья почвы, различные фракции попадают в пространство между спиралями и в пространство между барабаном и внутренней поверхностью спирали, поднимаются на верх и перемещаются в противоположном направлении, спиралью, по отношению к спирали, постоянно измельчаясь в процессе движения катка по полю, из-за смещения центра спиралей и барабана, шлейф-



каток также оказывает кратковременный динамический импульс, подбрасывая комки почвы вверх отделяя их от общей части и распределяет по полю.

1- внешняя спираль; 2 – вал; 3 – ступица; 4 – рама; 5– отверстия для крепления; 6 – спицы; 7– дополнительная внутренняя спираль.

Рисунок 1 – Спиральный шлейф-каток, предлагаемая разработка

Для устойчивого движения орудия, интенсивного крошения уплотнения почвы и повышения качества операции по крошению почвенных комков и выравниванию поверхности поля перед посевом, выравнивающий каток оснащен рычагами и барабаном, который вращается на полуосях, установленных на подшипниках и ступицах. Ступицы жестко зафиксированы на рычагах. На барабане закреплена спираль с клинообразной рабочей поверхностью, имеющая левую и правую навивку, и состоящая из граней, ребер и зубьев. Каждый зуб направлен острием в сторону вращения катка. Спираль крепится к барабану спицами, а ее витки расположены под углом к продольной и поперечной плоскостям, проходящим через ось вращения барабана, предлагаемая конструкция катка имеет дополнительную спираль, образующую внутреннюю рабочую поверхность, расположенную между витками внешней спирали с зазором для обеспечения сепарации комков почвы, при этом общая ось спиралей смещена относительно оси барабана, на котором они закреплены.

Повышение эффективности работы спирального шлейф-катка заключалась в комплексные оценки взаимосвязи факторов, влияющих на качество обработки почвы, в частности, на выравнивание микрорельефа по всей ширине захвата наличие пропусков в работе, неравномерность распределения агрегатов и образование гребней.

После вспашки необходимо подготовить почву на заданную глубину посева выровнять горизонт для соблюдения равномерной глубины посева чтобы получить дружные всходы [2, 3]. Агрегат в составе дисковой бороны и выравнивающего спирального шлейф-катка работает с одинаковой скоростью движения $V = 10$ км/ч.

Следующие конструктивные показатели такие как диаметр спирали и шаг витков спирали мы задавали как значимые факторы принятые учеными, которые рассматривали этот вопрос, он составил $L = 15$ мм; 25мм и

35мм. Качество распределения и крошения агрегатов почвы оценивали размерами комков диаметрами 25мм; 50мм и более таблица 1.

Согласно предлагаемой конструкции спирали имеет левую и правую навивку, для равномерного распределения почвенных агрегатов и устойчивого движения орудия по полю. Также для соблюдения условия прикатывания конструкция должна предусматривать регулировку веса, мы решили этот вопрос путем установки во внутрь дополнительного спирального шлейф-катка.

Таблица 1 – Агротехнические показатели работы спирального шлейф-катка после дискования

Показатель	Значение показателя		
Диаметр катка, мм	250	350	450
Расстояние между витками, мм	15	25	35
Скорость движения, км/ч	7	8	9
Гребнистость поверхности, см	3,2-5,0	1,8-2,5	2,7-4,8
Содержание почвенных агрегатов по размерам,%:			
- менее 10 мм;	13,1-18,7	9,5-16	15,5-18,7
- 10-25 мм;	29-50	75-77,4	52-63
- 25-50 мм;	11-30	7,8-8,0	10,2-13,5
- ≥ 50 мм;	12-23	4,3	6,7-19,3

Равномерность распределения контролировали с помощью рамки размером 50X50 мм устанавливаемой попеременно в десяти местах по диагонали участка. Очень важно добиться высокой равномерности распределения почвенных агрегатов по полю и получить оптимальное количество продуктивных размеров почву, размер которых составляет 10-25мм, на

единицу площади путем изменения диаметра спирали и шага ее витков. Необходимо установить при каких параметрах диаметр, расстояние между витками и режиме работы скорость движения мы получим гребнистость не более 3%.

Возможность влияния других конструктивных факторов предлагаемого спирального-шлейф катка как значимые считаем не целесообразным так как они косвенно влияют на размер почвенных агрегатов.

При выборе оптимального плана эксперимента для оценки коэффициентов регрессии необходимо учитывать их случайную природу и, как следствие, разброс оценок. Разброс оценок можно представить в виде эллипсоида. Положение осей, площадь эллипсоида обусловлены планом проводимого эксперимента заполнения коммуникативной матрицы М или матрицы попарных ковариаций М-1.

Чтобы уменьшить разброс оценок коэффициентов регрессии, мы выбрали D-наиболее благоприятный алгоритма исследования. D-наилучший гарантирует минимальную общую распределение всех оценок, делая его наиболее полным и точным критерием по сравнению с другими. Анализ непрерывных одинаковых алгоритмов второго порядка показал, что D-наилучший достигается при максимальном значении определителя информационной модели, что, в свою очередь, зависит от определенных значений моментов алгоритма:

$$\lambda_2 = \frac{k+3}{(k+1)(k+2)} \left[1 + (k-1) \frac{\lambda_3}{\lambda_2} \right] \quad \text{при } k=1, \quad (1)$$

$$\lambda_3 = \frac{2k+1 + \sqrt{4k^2 + 12k + 17}}{4(k+2)} \lambda_2 \quad \text{при } k>1, \quad (2)$$

$$\lambda_4 = \lambda_2, \quad (3)$$

Условие в выражении (2) соблюдается при плане отражающем координаты точек равных значениям 0 и ± 1 .

Для проведения эксперимента были подготовлены одинаковые комбинированные алгоритмы типа Вк. Как и все комбинированные алгоритмы, они включают в себя “ядро” (набор базовых точек) и “пиковые точки” (дополнительные точки, расширяющие область эксперимента). Чтобы выполнить выражение (2), пиковые участки были установлены одинаковыми 1,0. Важно отметить, что эти алгоритмы не содержат в себя генеральной точки.

Для подготовки исследования второго порядка следует применить одинаковый комбинированный алгоритм вида Вк. Его спецификой является то, что “ядром” является законченный составной эксперимент (ПФЭ). Пиковые точки принимают значения +1 и -1. Такой подход позволяет сократить количество изготавливаемых для наблюдения конструктивных единиц и повысить точность определения параметров на этапах наблюдений.

В исследовании рассматривалось влияние трех величин, показания которых были отмечены на наилучших критериях, было исследовано. Эти величины, их допуски смещений и критерии смещений представлены в таблице 2.

На этом примере, точность распределения почвы обусловлена диаметром спирали (D , мм), шагом между витками (L , мм) и быстроты выполнения работы (V , км/ч). Этапы наблюдений за параметрами были выбраны таким образом, чтобы наилучшие показатели, ожидаемые в ходе расчетов или с учетом настоящих границ, стремились в начало интервала варьирования.

Таблица 2 – Важные величины, допуски их смещений

Параметры	Упрощенные обозначения	Пределы отклонений	Уровни параметров		
			-1	0	+1
Диаметр спирали (D), мм	X_1	100	250	350	450
Расстояние между витками (L), мм	X_2	10	15	25	35
Скорость движения (V), км/ч	X_3	1	7	8	9

Максимальное значение для первого параметра X_1 (диаметр спирали) составляло $D_{max} = 450$ мм, а минимальное значение - $D_{min} = 250$ мм. Это соответствует пределу изменения данного параметра.

Для второго параметра X_2 (расстояние между витками спирали) было установлено максимальное значение $L_{max} = 35$ мм и минимальное значение $L_{min} = 10$ мм. Это соответствует пределу изменения данного параметра.

Третий параметр X_3 (скорость) имеет максимальное и минимальное значения, которые находятся в пределах, от 7 км/ч до 9 км/ч, при постоянной скорости на каждом из опыта определяли размер почвенных агрегатов предпочтение отдавали частицам размер, которых составлял 10-25мм что в среднем по всем режимам составило 50% и более.

Наиболее важным для оценки качества работы предлагаемой конструкции спирального шлейф-катка для нас является гребнистость так как влияет не только на равномерность глубины посева, но и на тяговое сопротивление агрегата, таблица 3.

Таблица 3 – Модель алгоритма при лучших показателях работы спирального шлейф-катка

№ опыта	x_0	X_1	X_2	X_3	x_1	x_2	x_3	x_1 x_2	x_1 x_3	x_2 x_3	x_1^2	x_2^2	x_3^2	Гребни сто сть, см
1	+1	450	35	9	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	4,7
2	+1	250	35	9	+1	+1	+1	-1	-1	+1	+1	+1	+1	2,3
3	+1	450	15	9	+1	-1	+1	-1	+1	-1	+1	+1	+1	3,0
4	+1	250	15	9	-1	-1	+1	+1	-1	-1	+1	+1	+1	2,8
5	+1	450	35	7	+1	+1	-1	+1	-1	-1	+1	+1	+1	4,4
6	+1	250	35	7	-1	+1	-1	-1	+1	-1	+1	+1	+1	3,6
7	+1	450	15	7	+1	-1	-1	-1	-1	+1	+1	+1	+1	3,5
8	+1	250	15	7	-1	-1	-1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	5,0
9	+1	450	25	8	+1	0	0	0	0	0	+1	0	0	2,1
10	+1	250	25	8	-1	0	0	0	0	0	+1	0	0	1,7
11	+1	350	35	8	0	+1	0	0	0	0	0	+1	0	2,3
12	+1	350	15	8	0	-1	0	0	0	0	0	+1	0	2,2
13	+1	350	25	9	0	0	+1	0	0	0	0	0	+1	2,4
14	+1	350	25	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3,3
1	+1	350	25	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3,6
2	+1	350	25	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2,8
3	+1	350	25	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1,5
4	+1	350	25	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2,9
5	+1	350	25	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3,7

Результаты параметров X_1 и X_2 располагали с креплением п раме лабораторной полевой установки спирального шлейф-катка, а величину X_3 определяли по цифровому одометру, установленному в кабине трактора.

С учетом проведенного анализа были определены пределы изменения и уровни параметров, значения которых занесены в таблицу 2. Планирование эксперимента представлено в таблице 3. Опыты проводились согласно описанной методике, а порядок их выполнения определялся таблицей случайных чисел. Средние значения оптимизируемых параметров представлены в таблице 2.

Результаты экспериментальных исследований, включающие определение основных качественных показателей и оптимизацию параметров гребнистости, были обработаны с помощью известных методов.

Математическая обработка экспериментальных данных позволила получить следующие уравнения регрессии для определения гребнистости:

$$Y=1,586+0,0227x_1+0,0755x_2+0,469x_3+0,1563x_1x_2+0,4125x_1x_3+0,2125x_2x_3-0,9233x_1^2-0,581x_2^2-1,181x_3^2 \quad (4)$$

Для определения дисперсии опыта были проведены дополнительно шесть опытов в центре плана см. таблицу 2.

После расчета получили дисперсию опыта $S_y^2=2,5$, при числе степеней свободы 4

После расчета коэффициентов проверяли гипотезу об их статистической значимости.

Следующим этапом обработки данных является проверка гипотезы об адекватности модели, т. е. поиск ответа на вопрос, можно ли использовать полученное уравнение или необходима более сложная модель.

Гипотезу об адекватности чаще всего проверяют с помощью F -критерия (критерия Фишера).

Поверхность отклика представляет собой эллипсоид, а ее центр - экстремум, причем минимум, так как коэффициенты уравнения регрессии в канонической форме положительны (3).

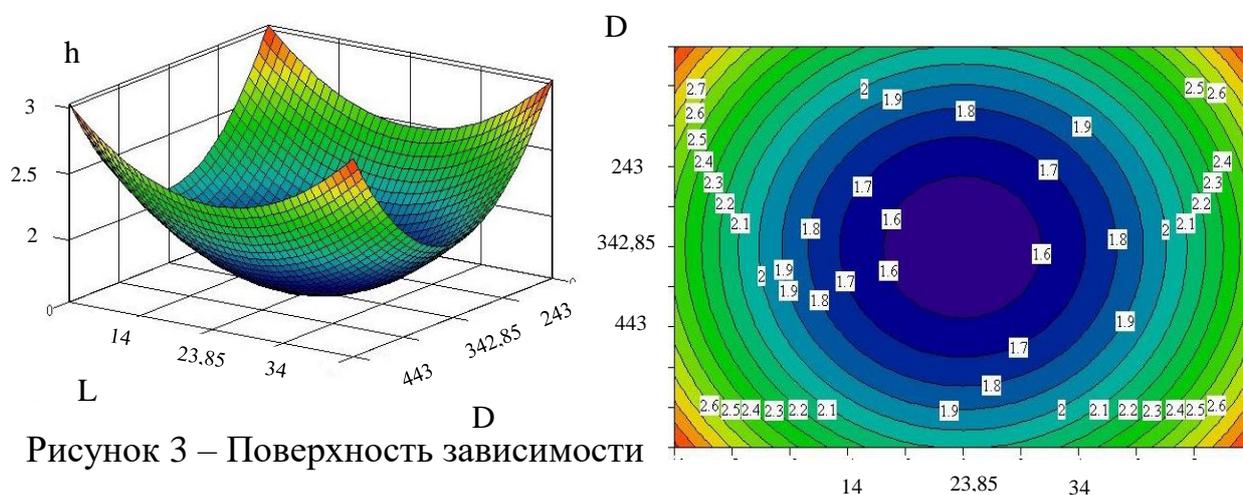


Рисунок 3 – Поверхность зависимости гребнистости h от диаметра D спирали шлейф-катка от L – расстояния между витками спирали и его двумерное сечение

Далее рассмотрим сечение поверхности отклика X_1SX_3 .

Поверхность отклика - параболоид, а ее центр - минимакс, поскольку коэффициенты уравнения регрессии в канонической форме имеют разные знаки.

Также рассмотрим сечение поверхности отклика X_2SX_3 . – параболоид, а ее центр минимакс, поскольку коэффициенты имеют разные знаки.

Минимальная гребнистость в данном случае будет при диаметре спирального шлейф-катка 343мм и расстоянии между витками спирали 24мм.

Рассмотрим аналогично двумерное сечение плоскостью X_1SX_3 , когда $x_2 = -0,1151$ т.е. значение гребнистости находится в центре плана. Расположение элементов производительности в области эксперимента напоминало поверхность типа «Сходящихся гребней», можно сделать вывод, что изменение значения x_1 в пределах эксперимента влияет на гребнистость по закону параболы, т.е. с увеличением диаметра спирали шлейф-катка выше

центра плана гребнистость увеличивается, а при увеличении скорости движения агрегата (x_3) гребнистость уменьшается.

Рассмотрев двумерное сечение плоскостью X_1SX_3 и значения таблицы, определяем, что оптимальная скорость движения агрегата (x_3) равна 8,2 км/ч.

Рассмотрим аналогично двумерное сечение X_2SX_3 , когда $x_1=0,0715$ т.е. значение диаметра спирали шлейф-катка находится в центре плана. Расположение элементов гребнистости в области эксперимента напоминало поверхность типа «Сходящихся гребней». Изменение значения (x_2) в пределах эксперимента влияет на гребнистость также по закону параболы, т.е. с увеличением расстояния между витками спирали относительно центра плана гребнистость возрастает, а при увеличении скорости движения агрегата (x_3) гребнистость уменьшается.

Выводы

1. Нам удалось установить зависимость между параметрами и качественными показателями, а именно гребнистости при работе, диаметра спирали, шага витков и скорости движения агрегата по полю с катком имеющего спиральную поверхность.

2. Также нами были найдены более лучшие параметры работы спирального шлейф-катка, которые обеспечивают более качественные показатели его работы при корректной регулировке и соблюдению агротехнических требований.

3. Проанализировав регрессионную зависимость относительно минимальному значению гребнистости 1,53 см, оптимальная скорость движения агрегата составила 8,2 км/ч, а расстояние между витками спирали 24 мм для диаметра спирали 343 мм шлейф-катка.

4. Уменьшение гребнистости наблюдается при диаметре спирали шлейф-катка 343 мм и шаге между витками 24 см. При этих значениях, гребнистость составляет 1,53 см. Однако увеличение скорости выше 3 км/ч

при неизменных параметрах диаметра и шаге между витками способствует росту гребнистости.

Список использованных источников.

1. Патент № 2275782 С1 Российская Федерация, МПК А01С 7/00 (2006.01), А01В 49/06 (2006.01) Устройство для посева семян зерновых культур: № 2275782 : заявл. 12.11.2004 : опубл. 10.05.2006 / Медовник А. Н., Маслов Г. Г. Тарасенко Б. Ф., Чеботарёв М. И., Бугаёв С. В., Дробот В. А – 6 с. : ил. – Текст : непосредственный.
2. Патент № 2404558 С2 Российская Федерация, МПК А01В 35/00 (2006.01) Устройство для безотвальной обработки почвы: № 2404558: заявл. 11.01.2009; опубл. 27.11.2010 / Тарасенко Б. Ф., Медовник А.Н., Дробот В. А. [и др.]; – 5 с. : ил. – Текст : непосредственный.
3. Патент № 2564846 Российская Федерация, МПК А01В 49/02 (2006.01) Универсальное средство для обработки почвы: № 2564846: заявл. А. Г., Цыбулевский В. В., Дробот В. А., Дмитриев С. А., Дьяченко М. Н.; – 10 с. : ил. – Текст : непосредственный.
4. Патент № 2634281 Российская Федерация, МПК А01С 15/00 (2006.01) Машина для внесения твердых и сыпучих органических удобрений: № 2634281: заявл. 25.05.2016; опубл. 24.10.2017 / Брусенцов А.С., Туманова М.И., Юдина Е.М., Сторожук Т.А., Масюк Р.С., Фоменко Д.П.; – 6 с. : ил. – Текст : непосредственный.
5. Юрченко Е.Ю К вопросу поверхностной обработки почвы/ Юрченко Е.Ю., Афеев С.А., Брусенцов А.С. // Сборник тезисов Международной практической конференции студентов и молодых ученых за 2023. Краснодар 2024. С. 585-586.
6. Трубилин, Е. И. Силы сопротивления почвы при воздействии на нее горизонтально расположенного дискового рабочего органа / Е. И. Трубилин, В. А. Дробот. – Текст: электронный // Научный журнал КубГАУ. –2016. –№ 118(04). – С. 61-74. – URL: <http://ej.kubagro.ru/2016/04/pdf/03/> (дата обращения 11.10.2023).

List of sources used.

1. Patent № 2275782 С1 Rossijskaja Federacija, МПК А01С 7/00 (2006.01), А01В 49/06 (2006.01) Ustrojstvo dlja poseva semjan zernovyh kul'tur: № 2275782 : zajavl. 12.11.2004 : opubl. 10.05.2006 / Medovnik A. N., Maslov G. G. Tarasenko B. F., Chebotarjov M. I., Bugajov S. V., Drobot V. A – 6 s. : il. – Tekst : neposredstvennyj.
2. Patent № 2404558 С2 Rossijskaja Federacija, МПК А01В 35/00 (2006.01) Ustrojstvo dlja bezotval'noj obrabotki pochvy: № 2404558: zajavl. 11.01.2009; opubl. 27.11.2010 / Tarasenko B. F., Medovnik A.N., Drobot V. A. [i dr.]; – 5 s. : il. – Tekst : neposredstvennyj.
3. Patent № 2564846 Rossijskaja Federacija, МПК А01В 49/02 (2006.01) Universal'noe sredstvo dlja obrabotki pochvy: № 2564846: zajavl. А. G., Cybulevskij V. V., Drobot V. A., Dmitriev S. A., D'jachenko M. N.; – 10 s. : il. – Tekst : neposredstvennyj.
4. Patent № 2634281 Rossijskaja Federacija, МПК А01С 15/00 (2006.01) Mashina dlja vnesenija tverdyh i sypuchih organicheskih udobrenij: № 2634281: zajavl. 25.05.2016; opubl. 24.10.2017 / Brusencov A.S., Tumanova M.I., Judina E.M., Storozhuk T.A., Masjuk R.S., Fomenko D.P.; – 6 s. : il. – Tekst : neposredstvennyj.
5. Jurchenko E.Ju K voprosu poverhnostnoj obrabotki pochvy/ Jurchenko E.Ju., Afeev S.A., Brusencov A.S. // Sbornik tezisov Mezhdunarodnoj praktičeskoj konferencii studentov i molodyh uchenyh za 2023. Krasnodar 2024. S. 585-586.
6. Trubilin, E. I. Sily soprotivlenija pochvy pri vozdejstvii na nee gorizonta'l'no raspolozhennogo diskovogo rabočego organa / E. I. Trubilin, V. A. Drobot. – Tekst: jel-

ektronnyj // Nauchnyj zhurnal KubGAU. –2016. –№ 118(04). – S. 61-74. – URL:
<http://ej.kubagro.ru/2016/04/pdf/03/> (data obrashhenija 11.10.2023).