

На правах рукописи



РЕДКОКАШИН АЛЕКСАНДР АНАТОЛЬЕВИЧ

ОБОСНОВАНИЕ КОНСТРУКТИВНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ  
РАБОТЫ ДИСКОВОЙ БОРОНЫ С РАБОЧИМИ ОРГАНАМИ ТИПА  
«КАЧАЮЩАЯСЯ ШАЙБА» В УСЛОВИЯХ ПРИМОРСКОГО КРАЯ

Специальность 05.20.01—технологии и средства механизации  
сельского хозяйства

АВТОРЕФЕРАТ  
диссертации на соискание ученой степени  
кандидата технических наук

Благовещенск - 2013

Работа выполнена в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего профессионального образования «Приморская государственная сельскохозяйственная академия»

Научный руководитель

кандидат технических наук, доцент  
Шишлов Сергей Александрович

Официальные оппоненты:

Самуйло Виктор Вацлавович, доктор технических наук, профессор, ФГБОУ ВПО ДальГАУ/ факультет механизации сельского хозяйства, кафедра «Эксплуатация и ремонт транспортно - технологических машин и комплексов», заведующий

Сюмак Анатолий Васильевич, кандидат технических наук, ГНУ ВНИИ сои Россельхозакадемии/лаборатория севооборотов и технологий возделывания сои, ведущий научный сотрудник

Ведущая организация ГНУ

ДальНИИМЭСХ Россельхозакадемии

Защита состоится «27» декабря 2013 г. в 12<sup>00</sup> часов на заседании диссертационного совета Д 220.027.01 при ФГБОУ ВПО «Дальневосточный государственный аграрный университет», по адресу: 675005, Амурская область, г. Благовещенск, ул. Политехническая, 86, корп. 12, ауд. 82, тел/факс 8(4162)49-10-44.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке ФГБОУ ВПО «Дальневосточный государственный аграрный университет».  
Автореферат размещён на сайтах ДальГАУ и ВАК

Автореферат разослан 22 ноября 2013 г.

Ученый секретарь  
диссертационного совета



Якименко Андрей Владимирович

## ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

**Актуальность темы.** Механическая обработка почвы — очень важный элемент в системе земледелия. Способы обработки почвы многообразны и зависят от ее физико-механических свойств, а также требуемого качества для возделывания определенных культур.

Главная задача боронования — создать оптимальную структуру состава почвы, обеспечивающую наилучшие условия для развития культурных растений и, как следствие, получение высокого урожая, соответствующего генетическому потенциалу культурных растений, а также защиты культурных растений от сорняков, вредителей и болезней.

В Приморском крае боронование сложно произвести с соблюдением всех агротехнических требований, так как почвы имеют тяжёлый механический состав и поднятые при основной обработке пласты быстро иссушиваются ветром и становятся прочнее. Это служит причиной того, что провести боронование с соблюдением всех агротехнических требований очень сложно.

В связи с этим исследования по совершенствованию поверхностной обработки почвы являются важной и актуальной задачей для современной системы земледелия.

Работа выполнялась в рамках «Государственной программы развития сельского хозяйства и регулирования рынков сельскохозяйственной продукции, сырья и продовольствия на 2008 – 2012 гг.», а также в соответствии с программами: «Концепция развития аграрной науки и научного обеспечения агропромышленного комплекса Российской Федерации на период до 2025 г.»; «Стратегия машинно-технологической модернизации сельского хозяйства России на период до 2020 г.» и программой научно-исследовательских работ ФГБОУ ВПО «Приморская государственная сельскохозяйственная академия» в период 2009-2012 гг.

**Цель исследования.** Повышение качества поверхностной обработки почвы на основе совершенствования конструктивно-технологических параметров дисковых рабочих органов.

**Методы исследования.** Анализ и обобщение существующего опыта, аналитическое моделирование и лабораторные методы на основе планирования факторного эксперимента с обработкой результатов на основе прикладной статистики с использованием программы MS Excel на ПК.

**Объект исследования** Технологический процесс поверхностной обработки почвы, осуществляемый дисковыми рабочими органами.

**Предмет исследования.** Закономерности влияния конструктивно-технологических параметров на качество поверхностной обработки почвы.

**Достоверность результатов.** Результаты теоретических и экспериментальных исследований согласуются в пределах зоны доверительного интервала, таким образом, теоретические исследования подтверждаются экспериментально.

**Научная новизна.** Заключается в получении математической модели кинематического обоснования движения рабочих органов, определении тягового

сопротивления дискового орудия, оптимизации конструктивно-технологических параметров предлагаемой бороны с дисковыми рабочими органами, установленными по принципу «качающаяся шайба», позволяющими реализовать заданные агротехнологические режимы для повышения качества обработанного поверхностного слоя почвы.

**На защиту выносятся** результаты теоретических исследований параметров и режимов работы экспериментальной дисковой бороны, экспериментальных исследований влияния параметров и режимов работы бороны на качество поверхностной обработки почвы и математическая модель оптимизации условий боронования, анализ экономической эффективности и внедрения предлагаемой разработки.

**Практическая значимость работы.** Состоит в разработке по результатам исследований новых сельскохозяйственных орудий для поверхностной обработки почвы, оснащённых дисковыми рабочими органами, конструктивные решения которых защищены патентами РФ №№ 74542, 89920. Результаты исследований могут быть использованы при проектировании и совершенствовании дисковых почвообрабатывающих орудий.

**Внедрение.** Бороны, оснащённые рабочими органами с изменяющимся углом резания внедрены в колхозе «Хвалынский» Спасского муниципального района Приморского края в течение трёх лет. Результаты исследований внедрены в учебный процесс на кафедре «Автотракторная и сельскохозяйственная техника» ФГБОУ ВПО «Приморская ГСХА».

**Апробация работы.** Основные положения диссертационной работы докладывались и обсуждались на межвузовских научно-практических конференциях «Молодые ученые – агропромышленному комплексу Дальнего Востока» (г. Уссурийск, 2010, 2011, 2012 г.г.), заседаниях кафедры «Автотракторная и сельскохозяйственная техника» ФГБОУ ВПО «Приморская ГСХА» (г. Уссурийск, 2011, 2012, 2013), а также на научных конференциях в ФГОУ ВПО ДальГАУ (Благовещенск, 2009-2010 гг.). Результаты исследований демонстрировались на краевой выставке-ярмарке научно-технических идей (Владивосток, 2010 г.), научно-технической выставке, посвященной 50-летию института механизации сельского хозяйства «Инновационные технологии и средства в агроинженерии» (Уссурийск, 2011 г.)

**Публикации.** Материалы исследований отражены в 15 печатных работах, в том числе в 3х печатных изданиях, рекомендованных ВАК Минобрнауки РФ, а также в описании двух патентов на полезную модель. Объем публикаций составляет 3,9 п.л., на долю автора приходится 2,25 п.л.

**Структура и объем работы.** Работа состоит из введения, пяти глав, общих выводов, списка литературы и приложений. Диссертация изложена на 132 страницах машинописного текста, основной текст сопровождается 16 таблицами, 71 рисунком и 70 формулами. Список литературы содержит 149 наименований, из них 9 на иностранных языках.

## СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

**Во введении** показана актуальность темы, обоснованы направления исследований, кратко изложены основные положения работы.

**В первой главе** «Состояние вопроса и задачи исследований» рассмотрены природноклиматические и почвенные условия, рассмотрены физико-механические свойства почв Приморского края. Проведен анализ конструкций рабочих органов существующих дисковых борон.

Вопросам изучения поверхностной обработки почвы были посвящены работы Богдан В. И., Булавина С. А., Бычкова В. В. Кислова А. А., Любина В. Н., Мякотинной О. М., Никитина В. В., Ожерельева В. Н., Посметьева В. И., Рыжкова А. В., Самуйло В. В., Тарасюк Д. А., Третьякова А. И., Шевкун В. А., и других авторов.

Анализ существующих орудий для поверхностной обработки почвы показал, что наиболее целесообразно, с агротехнической точки зрения, в условиях Приморского края с «тяжелым» физико-механическим составом почв, применять дисковые бороны.

В ходе проведенного патентного поиска и анализа литературных источников выявлено, что существующие конструкции дисковых борон и применяемые рабочие поверхности дисков не позволяют провести необходимую обработку суглинистых, «тяжелых» почв, что особенно характерно в условиях переувлажненных зон Приморского края.

По результатам проведенного анализа и в соответствии с поставленной целью были определены следующие задачи.

1. Провести анализ существующих дисковых борон и их рабочих органов и выявить основные недостатки поверхностной обработки почвы.

2. Разработать конструкцию дисковой бороны, обеспечивающую качественную обработку поверхностного слоя почвы в соответствии с установленными агротехническим требованиями.

3. Аналитически определить и экспериментально подтвердить влияние конструктивных и технологических параметров на тяговое сопротивление дисковой бороны.

4. Провести экспериментальные исследования, получить математические модели и оптимизировать агротехнологические параметры поверхностной обработки почвы.

5. Реализовать представленные предложения в производственных условиях и дать их технико-экономическую оценку.

**Во второй главе** «Теоретические исследования» описаны особенности конструкции и принцип работы экспериментальной бороны оснащённой рабочими органами с изменяющимся углом резания. Обоснованы геометрические параметры дисковых рабочих органов. Выведены уравнения кинематических и энергетических зависимостей работы экспериментальной дисковой бороны. Представлены зависимости тягового сопротивления от конструктивно-технологических параметров работы экспериментальной бороны.

Абсолютную скорость диска при движении агрегата с учетом его движений по траектории, соответствующей режиму гармонических колебаний (рисунок 1,б) а также его вращения вокруг собственной оси будем определять как сумму векторов скоростей:

- движение диска в режиме гармонических колебаний

$$v_{ax} = 4\cos(kt + \beta)R\sin\varphi \quad (1)$$

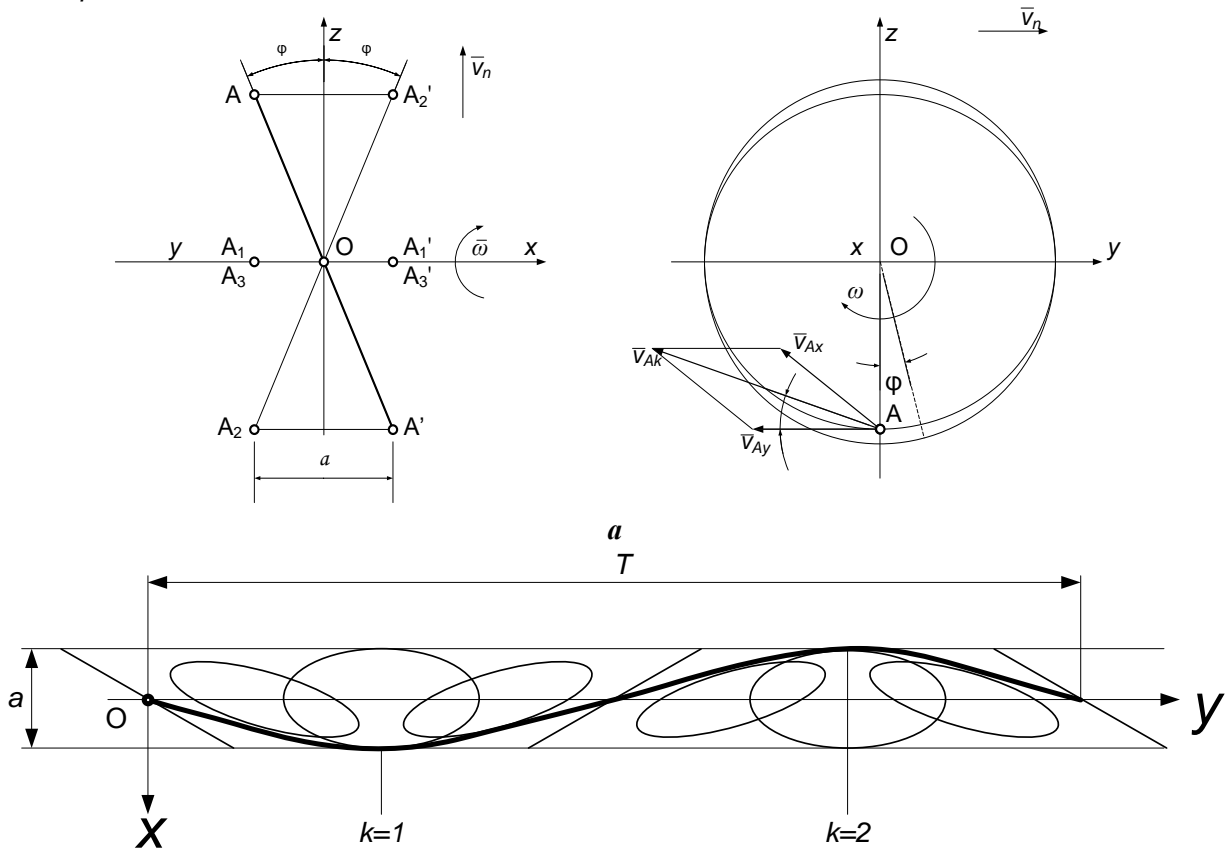
где  $k$  - круговая частота колебаний,  $k=2c-1$ ;

$t$  - период колебаний,  $t=2\pi/k= \pi$ , с;

$(kt + \beta)$  - фаза колебаний, с,

$R$  - радиус дисков, м;

$\varphi$  - рабочий угол, град;



б

Рисунок 1 – Кинематика (а) и траектория (б) дискового рабочего органа

- вращение диска вокруг оси

$$v_{ay} = \omega R, \quad (2)$$

где  $\omega$  - угловая скорость вращения диска,  $c^{-1}$ ;

- поступательная (линейная) скорость точек окружности диска

$$v_n = r \cdot \omega, \quad (3)$$

где  $r$  - параметр винтового движения диска, м.

Абсолютная скорость диска будет определяться соответственно:

$$v_a = \sqrt{(v_{ax})^2 + (v_{ay})^2 + (v_n)^2}, \quad (4)$$

Подставив значения скоростей точки А диска бороны, получим окончательно

$$v_a = \sqrt{16R^2 \sin^2 \varphi \cos^2 (2t + \beta)] + \omega^2 (\omega^2 (R^2 + r^2))} \quad (5)$$

Работа бороны с дисковыми рабочими органами, расположенными на параллельных осях поперечно направлению поступательного движения характеризуется попеременным изменением величины и направления осевой реакции (вдоль оси вращения). Поэтому с точки зрения динамики воздействия рабочих органов с почвой представляет интерес характер действующих сил сопротивления каждого диска.

Общее тяговое усилие, необходимое для движения дисковой бороны будет определяться

$$P_D = (P_D^3 + P_D^B) \cdot N_D, \quad (6)$$

где  $P_D^3$  - сила сопротивления почвы в фазе заглабления диска, Н;  
 $P_D^B$  - сила сопротивления почвы в фазе выглабления диска, Н;  
 $N_D$  - количество дисков в одном ряду батареи.

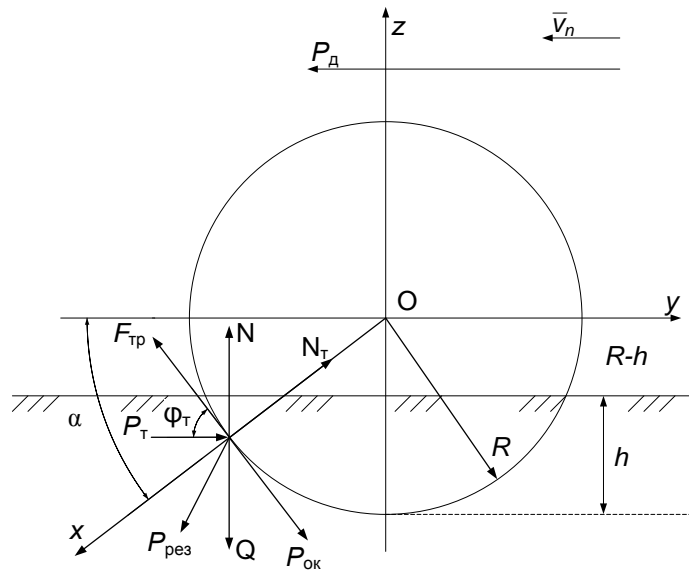


Рисунок 2 - Схема к определению общего тягового сопротивления бороны

Сила сопротивления движению диска в фазе заглабления в почву будет определяться из выражения

$$P_D^3 = bl\gamma t g(\alpha + \varphi_T) \lambda \cos^2 \varphi_T - f r_d h l \cos \varphi_T + (Q/g) (v_{ок}/t_c) \sin \alpha (t - \sin \alpha) \quad (7)$$

в фазе выглабления диска из почвы значение силы сопротивления будет равно

$$P_D^B = bl\gamma t g(\alpha + \varphi_T) \lambda \cos^2 \varphi_T - Q f \cos \alpha \cos \varphi_T + (Q/g) (v_{ок}/t_c) \sin \alpha (t - \sin \alpha) \quad (8)$$

где  $b, l, h$  - ширина, длина и глубина соответственно фронтальной проекции рабочего

участка плоскости диска, м;

$\gamma$  - объёмный вес почвы, Н/м<sup>3</sup>;

$\alpha$  - рабочий угол, град.;

$\varphi_T$  - угол трения, град.;

$\lambda$  - коэффициент, характеризующий отношение скорости поступательного движения диска к скорости перемещения частиц почвы,  $\lambda = v_{po} / v_{чп}$ .

$f$  - коэффициент трения;

$r_d$  - удельное давление почвы на диск, Н/м<sup>2</sup>.

$Q$  - вес диска, Н;

$v_{ок}$  - линейная скорость диска, м/с;

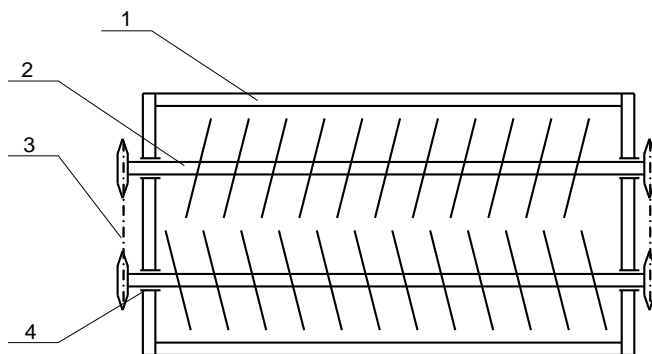
$t_c$  - время полуоборота диска.

Численная реализация результатов теоретических исследований зависимости тягового усилия предназначенного для преодоления сопротивления почвы от действия кинематических и конструктивно-технологических факторов дисковой борона при изменении одного и базовых значениях остальных исследуемых конструктивно-технологических параметров показывают линейные зависимости увеличения тягового сопротивления при увеличениях рабочей скорости агрегата  $v$ , глубины обработки почвы  $h$ , вертикальной нагрузки на диск  $F$ , и объёмного веса почвы  $\gamma$  и нелинейную зависимость увеличения тягового усилия при увеличении рабочего угла диска  $\alpha$ .

В третьей главе «Программа и методика экспериментальных исследований» изложены программа экспериментальных исследований, описаны экспериментальная установка, оборудования и методика обработки экспериментальных данных.

Программа исследований включала: разработка лабораторного стенда дисковой борона для проведения исследований на почвенном канале; экспериментальное подтверждение теоретической зависимости тягового сопротивления дисковой борона от конструктивно-технологических параметров рабочих органов; исследование влияния основных варьирующих факторов на качество поверхностной обработки почвы и установление их оптимальных параметров; производственная проверка эффективности применения экспериментальной дисковой борона.

Для исследования влияния конструктивно-технологических параметров на тяговое сопротивление экспериментальной дисковой борона, а также на качество обработки поверхностного слоя почвы была разработана и изготовлена экспериментальная установка, состоящая из борона оснащённой дисковыми рабочими органами (рисунок 3, а, б) с изменяющимся углом резания, тягово-транспортной тележкой, установленной на ходовые рельсы почвенного канала и тяговой станции.



*а*

*б*

Рисунок 3 – Схема (*а*) и общий вид (*б*) экспериментальной дисковой бороны



Регистрация энергосиловых показаний исследования дисковых рабочих органов на почвенном канале осуществлялась снятием сигналов с и обработки их в аналого-цифровом преобразователе ЭМА-П.

Обработка статистических данных, полученных в ходе проведения эксперимента, проводилась по стандартной методике.

При планировании многофакторного эксперимента после теоретических исследований априорного ранжирования и ряда отсеивающих опытов были выявлены варьирующие факторы, оказывающие наибольшее влияние на критерий оптимизации при изучении объекта исследований. При получении опытных данных, проверку на исключение резко выделяющихся значений проводили по критерию Стьюдента. Значимость коэффициентов регрессии также определяли по критерию Стьюдента. Адекватность уравнений проверяли по критерию Фишера.

При проведении анализа лабораторных исследований показателей работы дисковой борона использовалась ПЭВМ со стандартным программным обеспечением Microsoft Excel.

**В четвертой главе «Результаты экспериментальных исследований»** приведен анализ результатов лабораторных и полевых экспериментов. Приведены основные экспериментальные зависимости и установлены оптимальные конструктивно-технологические параметры и режимы работы экспериментальной дисковой борона.

Графические изображения теоретических зависимостей тягового сопротивления от варьируемых факторов и зависимости, полученные по результатам испытаний представлены на рисунках 4- 8.

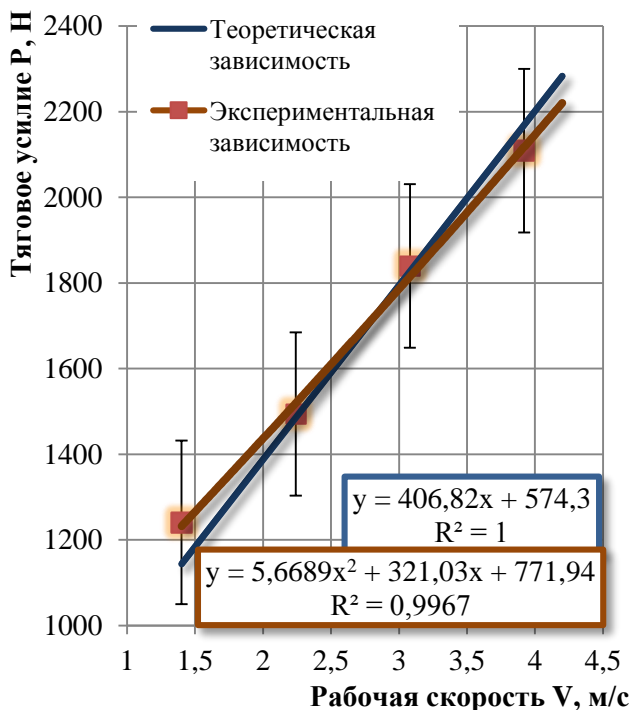


Рисунок 4 - Зависимость тягового усилия дисковой борона от рабочей скорости

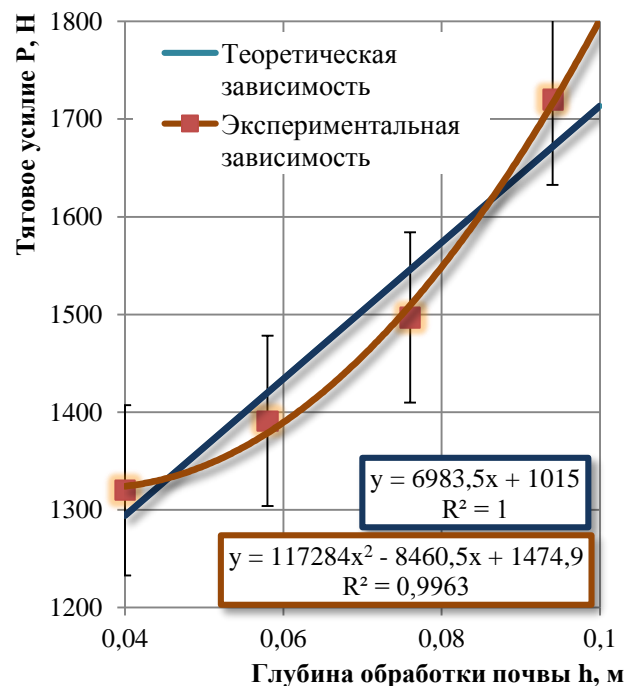


Рисунок 5 - Зависимость тягового усилия дисковой борона от глубины обработки почвы

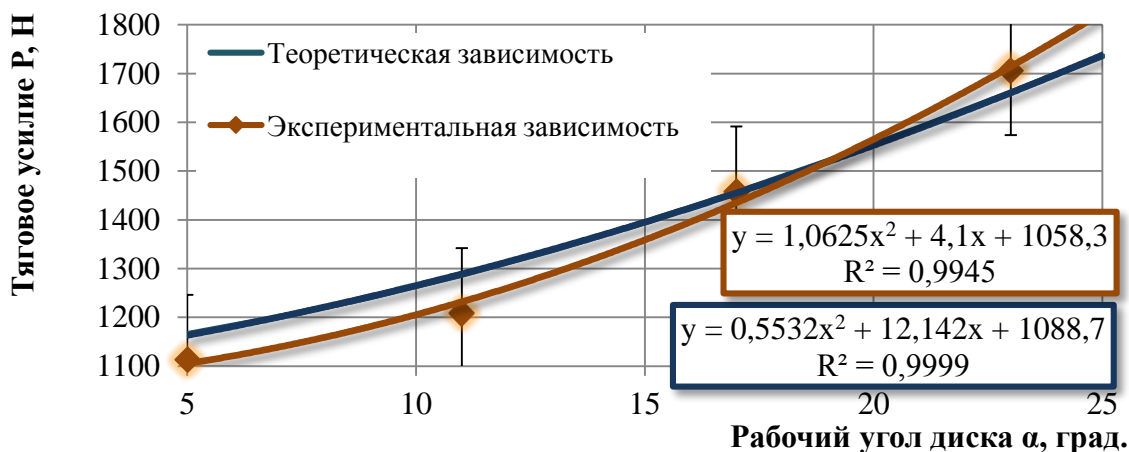


Рисунок 6 - Зависимость тягового усилия дисковой бороны от рабочего угла диска

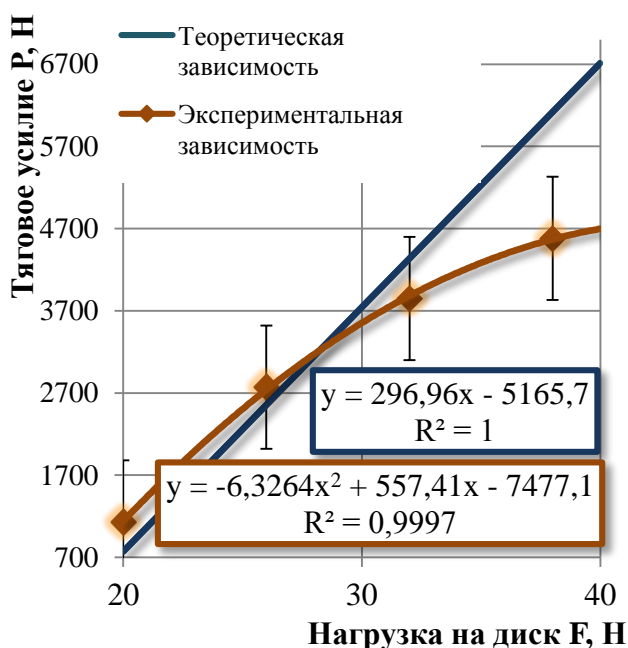


Рисунок 7 - Зависимость тягового усилия дисковой бороны от вертикальной нагрузки на каждый диск

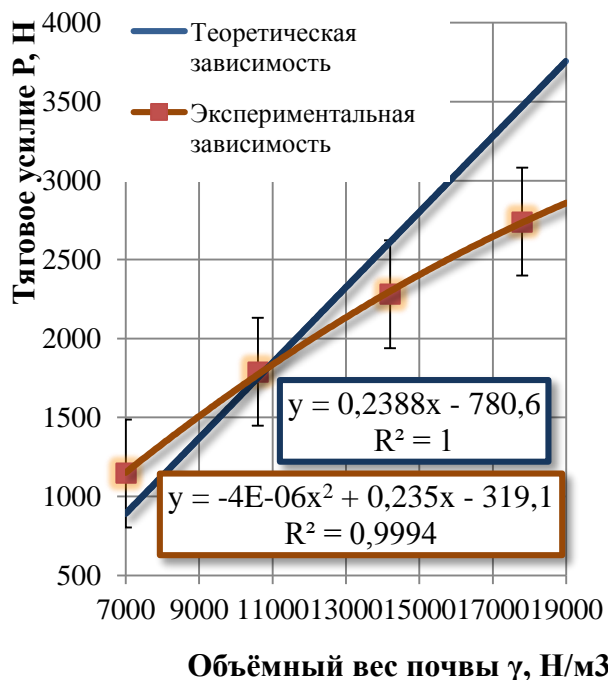


Рисунок 8 - Зависимость тягового усилия дисковой бороны от объёмного веса почвы

На графиках наглядно видно (рисунки 4-8), что экспериментальные данные согласуются с теоретическими зависимостями в зонах доверительных границ при следующих интервалах конструктивно-технологических параметров: рабочей скорости агрегата  $v = 1,4 - 4,2$  м/с (при этом интервал изменения тягового усилия находится в пределах  $P=1310 - 2313$ ); изменении глубины обработки почвы  $h=0,04 - 0,1$  м (интервал тягового усилия  $P=1720 - 1700$ ); изменении рабочего угла  $\alpha=5 - 25$  град. (тяговое усилие  $P=1113 - 1707$ ); изменении вертикальной нагрузки на диск  $F=200 - 348$  Н (тяговое усилие  $P=1100 - 4300$ ); объёмного веса почвы  $\gamma=7000 - 14000$  Н/м<sup>3</sup> ( $P=1100 - 2300$ ).

В результате постановки факторного эксперимента были получены результаты вариационно-статистической обработки экспериментальных данных, а также уравнение регрессии, которое в кодированном виде имеет вид:

$$y = 8,56 - 1,17 \cdot x_1 + 0,9 \cdot x_2 - 0,89 \cdot x_3 - 1,45 \cdot x_1^2 - 0,25 \cdot x_2^2 - 1,33 \cdot x_3^2 + 0,16 \cdot x_1 x_3$$

Адекватность полученного уравнения проверялась по критерию Фишера.

По уравнению регрессии вычисляем значение выходного параметра и определяем дисперсию адекватности.

При семи значимых коэффициентах регрессии, имеем:  $f_1 = N - d = 15 - 9 = 6$ ;  $f_2 = N(m - 1) = 15(3 - 1) = 30$ . Тогда при 95% уровне значимости  $F_T = 2,2$

Расчетное значение критерия Фишера составило  $F_P = 2,08$ , тогда:

$F_T - F_P = 2,2 - 2,08 = 0,12 > 0$ . Значит, полученное уравнение регрессии адекватно описывает процесс в пределах исследуемой области.

Для удобства расчетов проводим преобразование (раскодирование) с учетом формулы перехода к именованным величинам.

Раскодированное уравнение имеет вид:

$$P = -1,02 + 0,3\alpha + 0,02F + 3,01v - 0,015\alpha^2 - 0,000025F^2 - 0,68v^2 + 0,011\alpha v$$

Оптимальные значения варьирующих факторов: рабочий угол  $\alpha = 10$  град.; вертикальная нагрузка на диск  $F = 480$  Н; скорость агрегата  $v = 2,3$  м/с при значении критерия оптимизации  $P = 9,96$  баллов

Для анализа парного влияния факторов на критерий оптимизации (качество поверхностной обработки), построены поверхности откликов при варьировании: нагрузки на каждый диск и скорости; рабочего угла и рабочей скорости; рабочего угла и нагрузки на диск (рисунок 9).

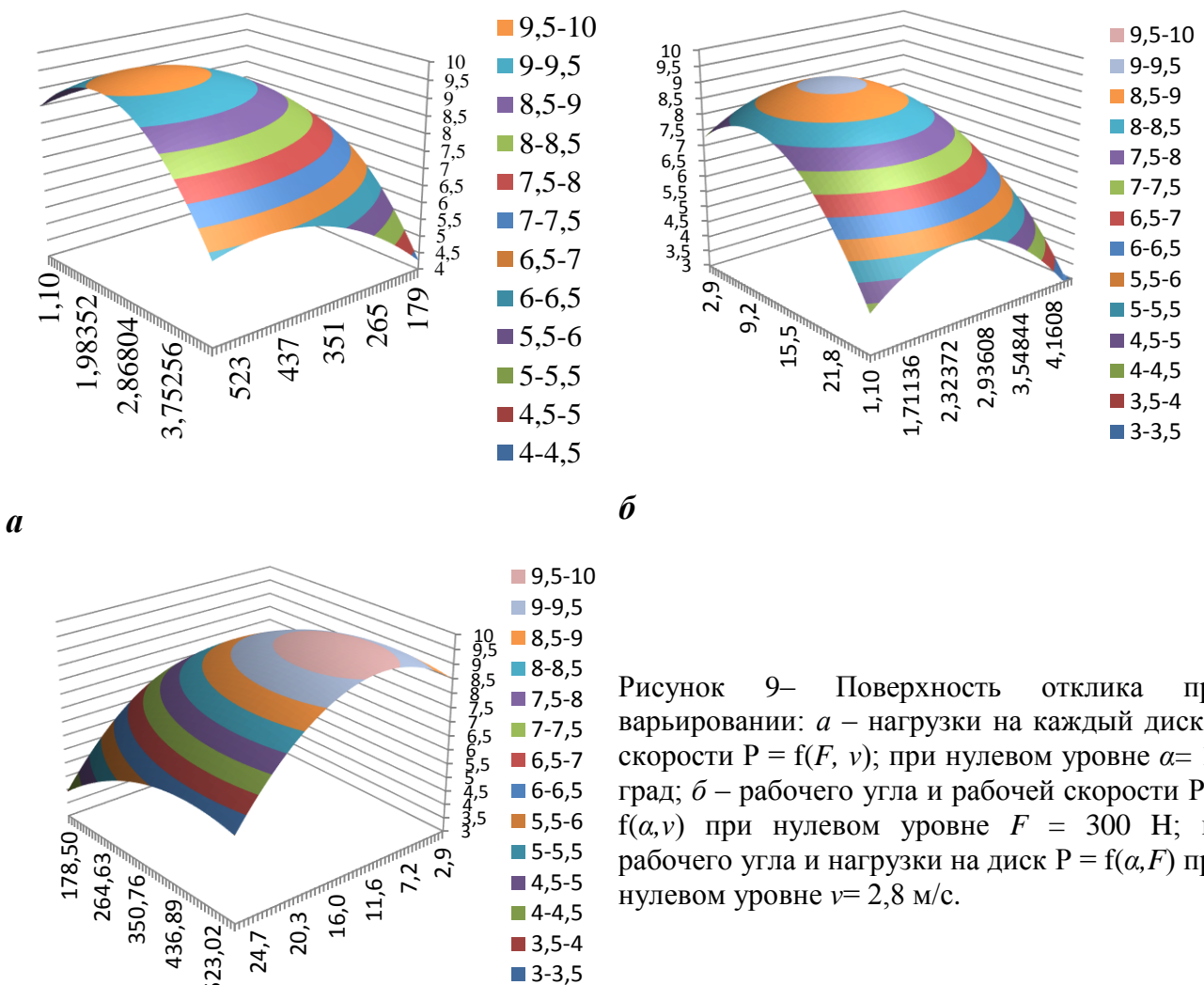


Рисунок 9– Поверхность отклика при варьировании: *а* – нагрузки на каждый диск и скорости  $P = f(F, v)$ ; при нулевом уровне  $\alpha = 15$  град; *б* – рабочего угла и рабочей скорости  $P = f(\alpha, v)$  при нулевом уровне  $F = 300$  Н; *в* – рабочего угла и нагрузки на диск  $P = f(\alpha, F)$  при нулевом уровне  $v = 2,8$  м/с.

Уравнение регрессии при нулевом уровне рабочего угла:

$$P = 0,23 + 0,02F + 3,18v - 0,000025F^2 - 68v^2$$

Уравнение регрессии при нулевом уровне удельной нагрузки на диск:

$$P = 39,8 + 0,3\alpha + 3,01v - 0,015\alpha^2 - 0,68v^2 + 0,011\alpha v$$

Уравнение регрессии при нулевом уровне скорости агрегата:

$$P = 2,06 + 0,33\alpha + 0,024F - 0,015\alpha^2 - 2,54F^2.$$

Результаты полевого опыта (рисунок 11) показывают, что закономерность изменения тягового усилия во время проведения полевых испытаний и испытаний, проводимых в почвенном канале подтверждаются с той разницей, что отклонения полученной зависимости в полевых условиях объясняются многообразием характеристик естественного состава почвы в полевых условиях, которые оказывают непосредственное влияние при взаимодействии с рабочими органами на общее тяговое сопротивление применяемых орудий.

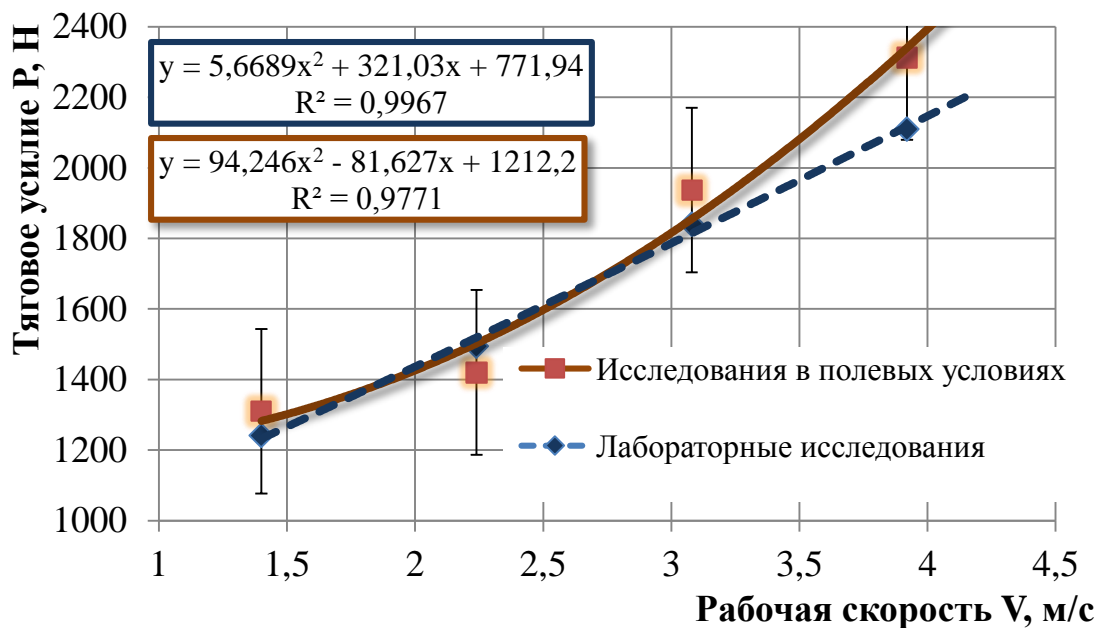


Рисунок 11 – Согласование графиков изменения тягового усилия по результатам лабораторных исследований и полевого опыта

**В пятой главе** «Экономическая и энергетическая оценка эффективности внедрения дисковой бороны в технологию поверхностной обработки почвы» приведен расчет экономической и энергетической эффективности внедрения дисковой бороны с рабочими органами типа "качающаяся шайба". Расчет, проведенный на основании результатов исследований, показывают, что годовая экономия от применения экспериментальной дисковой бороны по сравнению с бороной БДН-3 составляет 2 024,28 руб. или 6,82 %, его применение позволяет сэкономить 40,49 руб/га. Энергетическая оценка агрегатов показывает, что экспериментальная дисковая борона затрачивает энергии меньше на 157,72 МДж/га, чем серийная бороны БДН-3.

## ВЫВОДЫ

1. Установлено, что в результате применения серийных дисковых орудий для поверхностной обработки почвы в условиях пахотных земель Приморского края наблюдаются низкие показатели качества глыбистости, гребнистости и выровненности почвы вследствие малого угла атаки и недостаточных напряжений в почве в контактной зоне взаимодействия с поверхностью рабочего органа.
2. Разработана конструкция дисковой бороны с рабочими органами, установленными на параллельных осях с синхронным вращением и возможностью регулировки рабочих углов (патент РФ №74542), позволяющая производить более качественную поверхностную обработку почвы по показателям глыбистости, взрыхленности и выровненности.
3. Показано, что среднее тяговое сопротивление при проведении поверхностной обработки почвы предлагаемой конструкцией дисковой бороны ниже аналогичного параметра в случае применения существующих орудий на 0,52 кН. Зависимости тягового сопротивления от скорости движения агрегата, глубины обработки, вертикальной нагрузки, рабочего угла дисков и плотности почвы адекватны зависимостям, полученным при теоретических исследованиях.
4. В результате теоретических и экспериментальных исследований выделены основные факторы, влияющие на качество поверхностной обработки почвы, по результатам многофакторного эксперимента установлены их оптимальные параметры: рабочий угол  $\alpha=10^\circ$ ; вертикальная нагрузка на диск  $F=480\text{Н}$ ; скорость агрегата  $v=2,3\text{ м/с}$ .
5. Производственные испытания показали экономическую целесообразность применения дисковой бороны, оснащённой предлагаемыми рабочими органами, использование которой при подготовке почвы для посева сои дает прибавку урожая в среднем более чем 0,2 т/га по сравнению с подготовкой почвы базовыми орудиями.

### Основные положения диссертационной работы опубликованы в следующих работах:

*В изданиях, рекомендованных ВАК Минобрнауки РФ:*

1. **Редкокашин А. А.** Дисковая бороны / Редкокашин А. А., Шишлов А. Н. // Сельский механизатор. - 2010. - N 5. - С. 7.
2. **Редкокашин А. А.** Влияния параметров дисковой бороны (тип "качающаяся шайба") на глубину обработки почвы / Шишлов А.Н., Редкокашин А.А. // Кормопроизводство. - 2011. - N 4. - С. 47 - 48.
3. **Редкокашин А. А.** Новый рабочий орган дисковой бороны [Комбинирование глубокорыхлителя с дисковой бороной] / Редкокашин А.А., Шишлов А.Н.//Сельский механизатор. - 2013. - N 2. - С. 10-11.

*в других изданиях*

4. Пономарев А. В. К вопросу о снижении энергозатрат при обработке почвы рисового поля / А. В. Пономарев, **А. А. Редкокашин** // Актуальные вопросы конструирования, эксплуатации и сервиса механических, пневматических и электротехнических устройств сельскохозяйственного назначения. - Уссурийск: Прим. гос. с. - х. акад. - 2005. - С. 155 – 161.



5. Пономарев А. В. К вопросу о кинематике и динамике гармонических колебаний вибровозбудителя / А. В. Пономарев, **А. А. Редкокашин** // Актуальные вопросы теории, использования и технического сервиса средств механизации агропромышленного комплекса. - Уссурийск: Прим. гос. с. - х. акад. - 2006. - С. 186 – 190.
  6. **Редкокашин А. А.** Эксплуатационная планировка синусным механизмом / А. А. Редкокашин, А. В. Пономарев // Молодые ученые - агропромышленному комплексу Дальнего Востока: материалы 42 Межвуз. науч.-практ. конф. (31 октября - 1 ноября 2006 г.). Вып. 7. - Уссурийск: Прим. гос. с. - х. акад. - 2006. - с. 184 – 186.
  7. Завьялов С. М. Предпосылки внедрения рабочих органов ударно-импульсного воздействия для обработки почв Приморского края / С. М. Завьялов, **А. А. Редкокашин** // Инновации молодых –развитиюсельского хозяйства: материалы 43 студенческой науч. конф., посвященной 50-летию ПГСХА часть 2 (март - апрель 2007 г.).- Уссурийск: Прим. гос.с.-х. акад.- 200.-с.40– 44.
  8. **Редкокашин А. А.** К обоснованию конструкции дискового рабочего органа для предпосевной обработки почвы [Текст] / А. А. Редкокашин, А. Н. Шишлов // Совершенствование механизированных процессов производства и переработки сельскохозяйственной продукции в условиях Прим. края: сб. научных трудов / Уссурийск:Прим.гос.с.-х.акад.- 2009.– С. 33 - 37.
  9. **Редкокашин А. А.** Совершенствование технологии предпосевной обработки почвы в условиях Приморского края [Текст] / А.А. Редкокашин, А. Н. Шишлов // Механизация и электрификация технологических процессов в сельскохозяйственном производстве: сб. науч. тр. ДальГАУ. - Благовещенск: ДальГАУ, 2009 - Вып. 16. С 47 - 49.
  10. **Редкокашин А. А.** Влияние параметров работы дисковой бороны типа "качающаяся шайба" на тяговое усилие/ И. А. Бородин, С. А. Шишлов // Механизация и электрификация технологических процессов в сельскохозяйственном производстве: Сб. науч. тр. / ДальГАУ. – Благовещенск, 2011.-Вып. 18.- С. 181 – 186.
  11. **Редкокашин А. А.** Исследование глубины обработки почвы дисковым рабочим органом типа "качающаяся шайба" [Текст] / А. А. Редкокашин, А. Н. Шишлов // Молодые ученые - агропромышленному комплексу Дальнего Востока: материалы Межвуз. на-уч.-практ. конф. (27 - 28 октября 2011 г.) и 48 студ. научн. конф (февраль - март 2012 г.). Вып. 12. - Уссурийск: Прим. гос. с. - х. акад. - 2012. - С. 35 – 40.
  12. **Редкокашин А. А.** Исследование параметров работы дисковой бороны типа "качающаяся шайба" [Текст] / А. А. Редкокашин, А. Н. Шишлов // Молодые ученые - агропромышленному комплексу Дальнего Востока: материалы Межвуз. на-уч.-практ. конф. (27 - 28 октября 2010 г.) и 48 студ. научн. конф (февраль - март 2012 г.). Вып. 12. - Уссурийск: Прим. гос. с. - х. акад. - 2011. - С. 160 – 162.
  13. **Редкокашин А. А.** Оптимизация параметров работы дисковой бороны [Текст] / А. А. Редкокашин, С. А. Шишлов // Молодые ученые - агропромышленному комплексу Дальнего Востока: материалы Межвуз. на-уч.-практ. конф. (24 - 25 октября 2012 г.) и 49 студ. научн. конф (февраль - март 2012 г.). Вып. 13. - Уссурийск: Прим. гос. с. - х. акад. - 201.-С.252 – 257.
- В патентах*
14. Пат. №74542 Российская Федерация МПК<sup>7</sup> А01В 19/00. Дисковая борона [Текст] / **Редкокашин А. А.**; заявитель и патентообладатель Приморская гос. с.-х. академия. – №2008103099/22, Заяв. 28.01.2008; Оpubл. 10.07.2008, Бюл. №19. –3 с.: ил.
  15. Пат. №89920 Российская Федерация МПК<sup>7</sup> А01В 23/00. Дисковая борона [Текст] / **Редкокашин А. А.**; заявитель и патентообладатель Приморская гос. с.-х. академия. – № 2009129888/22, Заяв. 03.08.2009; Оpubл. 27.12.2009, Бюл. №19.–6 с.: ил.

*Редкокашин Александр Анатольевич*

ОБОСНОВАНИЕ КОНСТРУКТИВНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ  
РАБОТЫ ДИСКОВОЙ БОРОНЫ С РАБОЧИМИ ОРГАНАМИ ТИПА  
«КАЧАЮЩАЯСЯ ШАЙБА» В УСЛОВИЯХ ПРИМОРСКОГО КРАЯ

*Автореферат  
диссертации на соискание ученой степени  
кандидата технических наук*

Лицензия ЛР 020427 от 25.04.1997 г.  
Подписано к печати 21.11.2013 г. Формат 60×90/16.  
Уч.-изд.л. – 1,0. Усл.-п.л. – 1,5.  
Тираж 100 экз. Заказ 195.

---

Отпечатано в отделе оперативной полиграфии издательства ДальГАУ  
675005, г. Благовещенск, ул. Политехническая, 86

