

## ОТЗЫВ

официального оппонента, доктора технических наук, доцента Камбулова Сергея Ивановича, по диссертационной работе Швабауэра Юрия Александровича «Снижение энергетических затрат процесса чизелевания почвы за счет совершенствования геометрических параметров поверхности рабочих органов плуга», представленную в диссертационный совет 24.2.505.02, созданный на базе федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Калмыцкий государственный университет имени Б.Б. Городовикова» на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 4.3.1. «Технологии, машины и оборудование для агропромышленного комплекса» (технические науки).

### **Актуальность темы диссертации**

Актуальность темы диссертационного исследования не вызывает сомнений, поскольку выполненная работа посвящена изучению и разработке методов совершенствования геометрических поверхностей рабочих органов орудий для безотвальной обработки почвы, направленных на снижение энергетических затрат. Для снижения значительных энергетических затрат на сплошную обработку почвы, необходимо рассмотрение физических процессов взаимодействия почвообрабатывающего орудия с почвой, изучение которых дает основание для совершенствования геометрии рабочих органов орудий по критериям энергоэффективности.

**Степень обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации их достоверность и новизна**

Исследования соответствуют паспорту заявленной научной специальности. Сформулированные в диссертации положения, выводы и рекомендации производству логично вытекают из материалов исследований. Полученные соискателем результаты полностью раскрывают поставленные задачи.

Результаты и выводы проведенных исследований имеют практическое значение и могут использоваться при изготовлении и эксплуатации рабочих органов сельскохозяйственных машин.

**Первый вывод** соответствует первой задаче исследований, получен в результате анализа процесса разрушения почвенного пласта рабочими органами почвообрабатывающих орудий: профиль рабочего органа чизельного орудия, обеспечивающий минимальное значение энергетических затрат, должен отвечать принципу взаимосвязи и взаимоперехода форм поверхностей.

**Второй вывод** соответствует второй задаче исследований, получен в результате теоретического обоснования геометрических параметров поверхно-

сти рабочего органа чизельного плуга на основании исследования дифференциальных уравнений движения частицы почвы по поверхности рабочего органа. На основании параболической интерполяции аналитически заданных параболических линий получены параметрические уравнения образующей кривой и поверхности моделируемого рабочего органа. Вывод достоверен и подтверждён результатами второго раздела диссертации.

**Третий вывод** соответствует третьей задаче исследований, получен в процессе подготовки экспериментального образца чизельного агрегата, оборудованного рабочими органами с улучшенными геометрическими характеристиками, разработано устройство для измерения горизонтального усилия от сельскохозяйственной машины, навешиваемой на трактор (получен патент RU 2776191 C1), а также способ и устройство для определения точки приложения равнодействующей продольной силы, действующей на рабочий орган почвообрабатывающей машины (патент RU 2801775 C1). Вывод достоверен, подтверждается выданными патентами на изобретения, результатами исследований, представляет научный и практический интерес.

**Четвёртый вывод** соответствует четвёртой задаче исследований, получен на основе результатов производственной проверки чизельного плуга с модернизированными рабочими органами в производственных условиях. Вывод достоверен, подтверждается материалами исследований четвёртого раздела диссертации, актами внедрений.

**Пятый вывод** соответствует четвертой задаче исследований, получен по результатам экономической и энергетической оценок эффективности применения, обладает научной и практической значимостью. Достоверность вывода подтверждается материалами пятого раздела диссертации.

**Научная новизна и практическая ценность полученных результатов диссертационной работы.**

Достоверность результатов исследований, полученных соискателем, не вызывает сомнений, подтверждается достаточным объемом экспериментальных материалов, полученных с применением ГОСТ и общепризнанных методик при проведении исследований и обработке полученных результатов.

Ценность для науки заключается в:

- обосновании формы поверхности рабочих органов чизельного плуга по критерию минимизации энергетических затрат процесса чизелевания почвы;
- разработке математической модели, описывающей поверхность рабочего органа чизельного плуга по критерию минимума энергетических затрат процесса чизелевания;

- разработке способа и устройства для измерения тягового сопротивления сельскохозяйственной машины, агрегатируемой с трактором;
- результатах теоретико-экспериментальных исследований оценки эффективности рабочих органов чизельных орудий с усовершенствованной формой рабочей поверхности.

Ценность для практики заключается в разработке экспериментальных образцов рабочих органов чизельного плуга, позволяющих выполнять процесс чизелевания почвы с меньшими энергетическими затратами.

Предлагаемые конструкторские, технические и технологические решения подтверждаются патентами РФ на изобретения.

Результаты научных исследований апробированы на конференциях различного уровня, а также внедрены в крупные акционерные общества Волгоградской области, занимающие лидирующее положение в РФ.

### **Оценка содержания диссертационной работы и её завершенность**

Рассматриваемая диссертация состоит из введения, пяти глав, заключения, списка литературы, приложений. Работа изложена на 131 страницах машинописного текста, включая 86 иллюстраций, 10 таблиц и 5 приложений. Список цитируемой литературы представлен 174 источниками.

**Во введении** обоснована актуальность работы, сформулированы цель и задачи проводимого исследования, сформулированы научная новизна, теоретическая и практическая значимость результатов исследований, сформулированы положения, выносимые на защиту, степень достоверности и апробация результатов исследований.

**В первом разделе** «Проблемные вопросы снижения энергетических затрат технологического процесса чизелевания почвы» рассматриваются технологический процесс чизелевания почвы, современные конструкции чизельных плугов и их рабочих органов, проблемные вопросы обоснования формы поверхности рабочих органов чизельных орудий, математическая модель физико-механического процесса разрушения почвенной среды рабочими органами при почвообработке. Сформулированы цели и задачи исследования.

**Во втором разделе** «Теоретическое обоснование рациональной поверхности рабочего органа чизельного плуга» на основании рациональной формулы профессора Горячкина В.П. доказано, что один из методов уменьшения энергозатрат на почвообработку – использование рабочих органов, геометрическая форма которых обеспечивает переменную изгибную деформацию почвенного пласта. На основании исследования дифференциальных уравнений

движения частицы почвы по поверхности рабочего органа получено уравнение траектории движения, движение по которой происходит с наименьшими энергетическими затратами. Выдвинута гипотеза о том, что параболическая поверхность рабочего органа может обеспечивать снижение одного из слагаемых общего тягового сопротивления рабочего органа, связанного с перемещением частицы почвы по его поверхности.

**В третьем разделе** представлена программа экспериментальных исследований чизельного агрегата, оборудованного рабочими органами с улучшенными геометрическими характеристиками, которая предусматривает изготовление опытной партии экспериментальных долот, создание экспериментальной установки, позволяющей выполнить тяговые испытания рабочей секции чизельного орудия, оборудованной экспериментальными рабочими органами; создание натурального объекта исследования, в виде чизельного машинно-тракторного агрегата, позволяющего оценить эффективность применения экспериментальных рабочих органов в условиях реальной эксплуатации.

**В четвертом разделе** представлены результаты экспериментальных исследований, иллюстрирующих эффективность применения модернизированных рабочих органов. Изменение тягового сопротивления рабочей секции чизельного плуга изучалась в функции действительной скорости движения. Данная характеристика способна оценить не только силовую нагруженность трактора, но и динамическую составляющую тягового сопротивления.

**В пятом разделе** оценена экономическая и энергетическая эффективность использования модернизируемых рабочих органов. Расчеты показали, что применение чизельного плуга, оборудованного рабочими органами, поверхность которых получена методами параболической интерполяции, позволяет получить снижение эксплуатационных расходов.

**В заключении** приводятся основные результаты работы, отвечающие поставленной цели и задачам исследования.

Диссертационная работа изложена в логической последовательности научным языком.

**В приложении** приводятся патенты на изобретения, полученные акты внедрения.

Достоверность полученных результатов не вызывает сомнений и обеспечивается применением современных методов экспериментального исследования, использованием современной регистрирующей и измерительной аппаратуры. Все главы завершаются выводами, логично вытекающими из основного содержания работы.

Подтверждение публикации основных результатов диссертации в научной печати и соответствие автореферата диссертации

Основные положения диссертационной работы опубликованы в 14 печатных работах, в том числе 5 работ в рецензируемых научных изданиях, рекомендованных ВАК при Министерстве науки и высшего образования РФ, имеются 3 патента на изобретения. Объем опубликованных работ составляет 6,85 п.л., из них 3,08 п.л. принадлежит лично автору.

Опубликованные работы достаточно полно отражают основное содержание диссертации.

Автореферат по своему содержанию полностью соответствует научным положениям диссертационной работы.

### **Замечания по работе**

Оценивая положительно диссертационную работу Швабауэра Юрия Александровича, следует отметить следующие замечания:

1. Целью исследования является снижение энергоемкости процесса чизелевания почвы за счет оптимизации геометрических параметров поверхности рабочего органа чизельного плуга. Не совсем ясна методика проведения оптимизации.

2. Не ясно, как теория описывает реально протекающие процессы, не в достаточной степени приводятся сравнения теоретических и экспериментальных данных.

3. Не достаточно полно, на наш взгляд, раскрыта физика явлений снижения тягового сопротивления при применении экспериментальных образцов в зависимости от влажности почвы, скорости движения.

4. Энергетическая оценка приводится лишь в разделе 5 «Экономическая эффективность».

5. При проведении оптимизации рекомендуется использовать методику планирования экспериментов.

Указанные замечания и пожелания не снижают научную и практическую ценность полученных диссертантом результатов.

### **Заключение**

Диссертационная работа Швабауэра Юрия Александровича «Снижение энергетических затрат процесса чизелевания почвы за счет совершенствования геометрических параметров поверхности рабочих органов плуга», представляет собой завершённую научно-квалификационную работу на актуаль-

ную тему, содержащая новые научно-обоснованные подходы по совершенствованию формы рабочих органов чизельных орудий по критериям энергоэффективности.

Основные положения и выводы диссертации не вызывают сомнения, изложены аргументированно и логично вытекают из проведенных теоретических и экспериментальных исследований, подтверждаются актами производственных испытаний и внедрений.

По своей актуальности, объему выполненных исследований, научному содержанию, новизне и практической значимости результатов, диссертация соответствует требованиям пункта 9 «Положения о порядке присуждения ученых степеней», утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации № 842 от 24.09.2013 г., а её автор, Швабауэр Юрий Александрович, заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 4.3.1. «Технологии, машины и оборудование для агропромышленного комплекса» (технические науки).

Главный научный сотрудник отдела

механизации растениеводства

ФГБНУ «АНЦ, «Донской»

д-р техн. наук, доцент

(05.20.01 – Технологии и средства механизации сельского хозяйства)

«08» ноября 2024 г.

Сергей Иванович Камбулов

Подпись, ученую степень, звание и должность Камбулова Сергея Ивановича удостоверяю

ученый секретарь

структурного подразделения

«СКНИИМЭСХ»

ФГБНУ «АНЦ «Донской»

д-р техн. наук, ст. науч. сотр.



Виктор Федорович Хлыстунов

**Камбулов Сергей Иванович** доктор технических наук, доцент  
(специальность 05.20.01 – Технологии и средства механизации сельского хозяйства), главный научный сотрудник отдела механизации растениеводства  
Тел. 8-928-140-60-94, e-mail: [kambulov.s@mail.ru](mailto:kambulov.s@mail.ru)

**Адрес служебный:** Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Аграрный научный центр «Донской» подразделение «Северо-Кавказский научно-исследовательский институт механизации и электрификации сельского хозяйства» (ФГБНУ «АНЦ «Донской» структурное подразделение «СКНИИМЭСХ»)

347740, г. Зерноград Ростовской области ул. им. Ленина, 14  
Тел.: 8 (863-59) 41-6-91; E-mail: [vnptim@gmail.com](mailto:vnptim@gmail.com)

Председателю диссертационного совета 24.2.505.02,  
созданного на базе ФГБОУ ВО «Калмыцкий  
государственный университет имени Б.Б.  
Городовикова» доктору технических наук,  
профессору Эвиеву В.А.

Я, Камбулов Сергей Иванович, доктор технических наук, выражаю свое согласие на оппонирование диссертации Швабауэра Юрия Александровича «Снижение энергетических затрат процесса чизелевания почвы за счет совершенствования геометрических параметров поверхности рабочих органов плуга», представленной к защите на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 4.3.1. Технологии, машины и оборудование для агропромышленного комплекса (технические науки).

Согласен на включение моих персональных данных в аттестационное дело и их дальнейшую обработку.

Сообщаю о себе следующие данные:

ФИО	Камбулов Сергей Иванович
Учёная степень	доктор технических наук
Учёное звание	доцент
Организация места работы (полное название)	Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Аграрный научный центр «Донской»
То же сокращенное название	ФГБНУ АНЦ «Донской»
Организационно-правовая форма	Государственная
Ведомственная принадлежность	Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Должность	главный научный сотрудник
Подразделение (отдел, лаборатория)	отдел механизации растениеводства
Шифр и название специальности, по которой защищена диссертация	Доктор технических наук, 05.20.01. – «Технологии и средства механизации сельского хозяйства»
Адрес организации	
Индекс	347740
Город	Зерноград Ростовской обл.
Улица	Научный городок
Дом	3
Телефон организации	+7 (86359) 41-4-68
E-mail организации	vniizk30@mail.ru
Веб-сайт организации	https://vniizk.ru/
Телефон (контактный)	8-928-14-06-094
E-mail (контактный)	kambulov.s@mail.ru

Официальный оппонент:

Главный научный сотрудник  
отдела механизации растениеводства  
ФГБНУ «АНЦ «Донской»

д-р техн. наук, доц.

«01» 10 2024 г.

  
Сергей Иванович Камбулов

Подпись, ученую степень, звание и должность Камбулова С.И. удостоверяю

Специалист по персоналу



Е.А. Воротникова

## СПИСОК

основных научных трудов Камбулова Сергея Ивановича по теме диссертации соискателя Швабауэра Юрия Александровича «Снижение энергетических затрат процесса чизелевания почвы за счет совершенствования геометрических параметров поверхности рабочих органов плуга», представленной к защите на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 4.3.1. Технологии, машины и оборудование для агропромышленного комплекса (технические науки), опубликованных в рецензируемых научных изданиях за последние 5 лет:

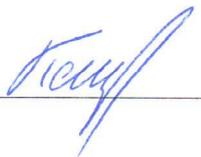
1 СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ВАРИАНТОВ РАБОЧЕГО ОРГАНА ПАРОВОГО КУЛЬТИВАТОРА ПО КАЧЕСТВЕННЫМ ПОКАЗАТЕЛЯМ Пархоменко Г.Г., Подлесный Д.С., Камбулов С.И., Божко И.В. Таврический вестник аграрной науки. 2024. № 1 (37). С. 136-148.
2 МЕТОДИКА ОПРЕДЕЛЕНИЯ КРИТЕРИЕВ ПОДОБИЯ ДЛЯ РАБОЧИХ ОРГАНОВ ГЛУБОКОРЫХЛТЕЛЯ Пархоменко Г.Г., Камбулов С.И., Белоусов С.В. Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: Наука и высшее профессиональное образование. 2023. № 1 (69). С. 556-563.
3 ПРИМЕНЕНИЕ ЦИФРОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ПРИ ПРОВЕДЕНИИ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ РАБОЧЕГО ОРГАНА ПАРОВОГО КУЛЬТИВАТОРА Божко И.В., Камбулов С.И., Пархоменко Г.Г., Подлесный Д.С. Таврический вестник аграрной науки. 2023. № 3 (35). С. 23-32.
4 ВЛИЯНИЕ ПАРАМЕТРОВ РАБОЧЕГО ОРГАНА КУЛЬТИВАТОРА НА КАЧЕСТВО КРОШЕНИЯ ПОЧВЕННОГО ПЛАСТА Камбулов С.И., Пархоменко Г.Г., Бабенко О.С., Божко И.В. Сельскохозяйственные машины и технологии. 2022. Т. 16. № 1. С. 41-46.
5 ОПРЕДЕЛЕНИЕ КАЧЕСТВЕННЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ РАБОЧИХ ОРГАНОВ ДЛЯ ПОСЛОЙНОЙ БЕЗОТВАЛЬНОЙ ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ Пархоменко Г.Г., Божко И.В., Камбулов С.И., Пахомов В.И. Таврический вестник аграрной науки. 2022. № 1 (29). С. 123-131.
6 КАЧЕСТВО МИНИМАЛЬНОЙ ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ ПЛОСКОРЕЗНЫМ РАБОЧИМ ОРГАНОМ Пархоменко Г.Г., Божко И.В., Камбулов С.И., Бабенко О.С. Таврический вестник аграрной науки. 2022. № 2 (30). С. 94-102.
7 ENERGY ASSESSMENT OF TILLAGE WORKING BODIES Bozhko I.V., Kambulov S.I., Parkhomenko G.G., Belousov S.V. В сборнике: AIP Conference Proceedings. INTERNATIONAL CONFERENCE ON MODERN TRENDS IN MANUFACTURING TECHNOLOGIES AND EQUIPMENT 2021. 2022. С. 030044.
8 RESEARCH OF THE CHISEL WITH MULTI-OPERATION WORKING BODIES FOR TILLAGE Parkhomenko G.G., Kambulov S.I., Zubrilina E.M., Babenko O.S., Vysochkina L.I. В сборнике: IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. Ser. "Fundamental and Applied Scientific Research in the Development of Agriculture in the Far East, AFE 2021 - Papers" 2021. С. 022095.
9 МНОГООПЕРАЦИОННЫЙ ЧИЗЕЛЬ ДЛЯ ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ В ВИНОГРАДНИКАХ Пархоменко Г.Г., Камбулов С.И. Русский виноград. 2021. Т. 17. С. 31-39.

10 АГРОТЕХНИЧЕСКИЕ И ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ  
ПОЧВООБРАБАТЫВАЮЩИХ РАБОЧИХ ОРГАНОВ

Пархоменко Г.Г., Божко И.В., Камбулов С.И., Пахомов В.И.

Инженерные технологии и системы. 2021. Т. 31. № 1. С. 109-126.

Официальный оппонент,  
доктор технических наук



С.И. Камбулов

Подпись, ученую степень, звание и должность Камбулова С.И. удостоверяю

Специалист по персоналу

01.10.2024г.



Е.А. Воротникова