

ОТЗЫВ

официального оппонента доктора технических наук, профессора, профессора кафедры «Транспортно-технологические машины и комплексы» ФГБОУ ВО «Чувашский государственный аграрный университет» Максимова Ивана Ивановича на диссертационную работу Михайлина Андрея Андреевича «Ресурсосберегающие технологические процессы и технические средства для глубокой обработки склоновых и равнинных земель юга России», представленную к защите в диссертационный совет 35.2.019.03 при ФГБОУ ВО «Кубанский государственный аграрный университет имени И. Т. Трубилина», на соискание учёной степени доктора технических наук по специальности 4.3.1. Технологии, машины и оборудование для агропромышленного комплекса

1. Актуальность темы диссертационной работы

Функционирование системы «растение-почва-воздух» на склоновых и равнинных землях юга России в частности, при современном уровне развития технологических процессов и технических средств в сельском хозяйстве основано на использовании традиционных методов обработки почвы и неадекватности существующих почвообрабатывающих технических средств современным условиям ресурсосбережения, универсальности, адаптивности. При этом возделывание агрокультур сопровождается нарастающими деградационными процессами в почве, на фоне изменяющегося климата на юге России по влагодефицитному типу.

Президент Российской Федерации В.В. Путин в 2011 году издал указ № 899 (ред. от 16.12.2015) "Об утверждении приоритетных направлений развития науки, технологий и техники в Российской Федерации и перечня критических технологий Российской Федерации" в частности, раздела "Рациональное природопользование" как приоритетного направления развития науки, технологий и техники, а также в 2020 году указ № 20 (ред. от 10.03.2025) "Об утверждении Доктрины продовольственной безопасности Российской Федерации", в частности, разделов "продовольственная независимость Российской Федерации" и "Восстановление и повышение плодородия земель сельскохозяйственного назначения, предотвращение сокращения площадей земель сельскохозяйственного назначения, рациональное использование таких земель, защита и сохранение сельскохозяйственных угодий от водной и ветровой эрозии и опустынивания". Исходя из этого для соответствия данным указам необходимо создать ресурсосберегающие технологические процессы и технические средства для повышения степени аккумуляции внутрипочвенной влаги, а также сохранения плодородия склоновых и равнинных обрабатываемых почв, обеспечивающих агрономически ценную почвенную структуру.

Поэтому рассматриваемой научной проблемой является повсеместно распространяющаяся деградация обрабатываемых агроландшафтов в условиях изменяющегося климата на юге России по влагодефицитному типу, при отсутствии соответствующих ресурсосберегающих технологических процессов и технических средств, обеспечивающих эффективную аккумуляцию влаги в почве.

Следовательно диссертационная работа Михайлина Андрея Андреевича, посвященная снижению энергоемкости процесса глубокой обработки почв на глубину до 0,6 м, повышению качества обрабатываемого слоя и направленная на сохранение плодородия почвы путём разработки системы ресурсосберегающей обработки склоновых и равнинных земель и комплекса почвообрабатывающих орудий на базе глубокорыхлителя чизельного типа, весьма актуальна.

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

В представляемой к защите диссертации научные положения, выводы и рекомендации автором получены в результате глубокого анализа результатов аналитических и экспериментальных исследований по проблеме как ведущих учёных, так и проведённых самостоятельно.

Итоги диссертационной работы обобщены в заключении (страницы 306 – 310), где автором сформулировано девять выводов как результаты решения поставленных при исследовании всех задач. Все общие выводы достоверны и следуют из содержания основных глав диссертационной работы с результатами теоретических и экспериментальных исследований соискателя, соответствующих рассматриваемой проблеме, целям и задачам.

Первый вывод обладает новизной и содержит решение первой задачи исследований.

Второй вывод содержит теоретическую и практическую значимость и отражает решение второй задачи исследований.

Третий вывод обладает научной новизной, содержит решение третьей задачи исследований; создана математическая модель для анализа устойчивости влагонасыщенного обработанного склона новым способом.

Четвёртый вывод обладает научной новизной, содержит решение четвёртой задачи исследований; разработана математическая модель внутрипочвенного влагопереноса, определяющая его параметры (коэффициенты диффузивности, влагопроводности и капиллярно-сорбционного потенциала) на обработанном склоне новым ресурсосберегающим способом, с устройством внутрипочвенных стенок, на базе глубокого рыхления до 0,6 м.

Пятый и шестой выводы обладают новизной, отражают решение пятой и шестой задач исследований: установлены закономерности деформации разрыхляемых пластов почвы от воздействия нижней части стойки глубокорыхлителя с глубиной обработки до 0,60 м, что позволило определить ресурсосберегающие технические средства, имеющие основные три варианта глубокорыхлителей, отвечающих конкретным условиям рельефа и состояния обрабатываемой почвы, уточнены локальные параметры их горизонтальных и вертикальных элементов системы деформаторов.

Седьмой вывод обладает практической значимостью, содержит решение седьмой задачи исследований, в результате проведенных лабораторно-полевых исследований, испытаний на машиноиспытательной станции и в производственных условиях получена валидация требуемых параметров по ресурсосбережению орудия и обработанного слоя почвы

Восьмой вывод отражает решение восьмой задачи, обладает научной новизной и теоретической значимостью; реализована концепция перспективного адаптивного орудия для глубокого рыхления, которая позволяет в автоматическом режиме изменять геометрические характеристики рамы орудия и соответствующей системы деформаторов по критерию заданного качества рыхления, обоснованы параметры перспективных горизонтальных элементов системы деформаторов стоек глубокорыхлителей, имеющих ломаный профиль и использующих эффект дрожания.

Девятый вывод содержит решение девятой задачи, представляет экономический эффект от применения инновационного комплекса глубокорыхлителей на базе глубокорыхлителя чизельного типа ГНЧ-0,6М.

Достоверность и обоснованность научных положений, выводов и результатов исследований, сформулированных в диссертации Михайлина А.А., подтверждается сходимостью теоретических и экспериментальных исследований соискателя, выполненных в соответствии с существующими государственными стандартами и отраслевыми методическими указаниями, применением современных и оригинальных методик исследований с использованием математических приёмов и программ, согласованностью предпосылок с общеизвестной теорией земледельческой механики при обосновании параметров инновационного комплекса глубокорыхлителей на базе чизеля ГНЧ-0,6М, а также проверкой на машиноиспытательной станции и при производственных испытаниях в условиях юга Ростовской области.

Научную новизну работы составляют:

- структура и информационная модель системы ресурсосберегающей обработки склоновых и равнинных земель как интегрированная среда взаимодействующих функциональных, базовых и развивающихся структур, состоящую из усовершенствованных тернарной объектно-целевой диаграммы классов и диаграммы прецедентов.
- система ресурсосберегающей обработки склоновых, равнинных земель и технологический процесс глубокой обработки склоновых земель, предусматривающий аккумуляцию внутрипочвенной влаги на склоне.
- математическая модель оценки устойчивости влагонасыщенного пласта почвы на склоне, обработанного новым ресурсосберегающим способом глубокого рыхления на глубину 0,60 м.
- математическая модель внутрипочвенного влагопереноса, отличающаяся тем, что в ней исследуется верхний слой почвы глубиной 0,60 м обработанный новым способом.
- закономерности деформации разрыхляемых пластов почвы от воздействия нижней части стойки глубокорыхлителя с глубиной обработки до 0,60 м, позволяющие определить рациональные геометрические характеристики элементов системы деформаторов орудия.
- способ экспериментальной оценки качества формирования области разрыхления, возникающей в результате процесса разуплотнения почвы стойками глубокорыхлителей любых форм их систем деформаторов при глубине обработки от 0,40 м и более.

– концепт перспективного адаптивного орудия для глубокого рыхления с использованием флаттер-эффекта в горизонтальных элементах системы деформаторов глубокорыхлителя.

Новизна разработанных в диссертации технических решений подтверждена 4-мя патентами Российской Федерации на изобретения.

Результаты исследований могут быть использованы научными и конструкторскими организациями при создании новых глубокорыхлителей и их модернизации, а также сельскохозяйственными предприятиями для ресурсосберегающей обработки почв при выращивании сельскохозяйственных культур на фоне изменяющегося климата юга России.

3. Оценка содержания диссертационной работы, её завершённость в целом и замечания по оформлению

Диссертация представлена на 395 страницах машинописного текста, содержит 28 таблиц и 204 рисунка. Структура диссертации состоит из введения, восьми глав, общих выводов, списка использованной литературы и 11 приложений.

Во введении обоснована актуальность темы, сформулированы цель работы и вытекающие из неё задачи, научная и рабочая гипотезы, обозначены объект и предмет исследований, научная новизна, теоретическая и практическая значимость, методология, методы исследований и основные положения, выносимые на защиту.

В первой главе «Современное состояние ресурсосберегающих мероприятий для обрабатываемых земель юга России» приведён обзор и анализ современного технологического и технического уровня обработки почвы. Показано текущее состояние обрабатываемых земель на юге России. Дан анализ основных существующих моделей оценки устойчивости склонов и откосов.

В окончании главы автором сформулированы цель и задачи исследований. Содержащийся в первой главе материал достаточно полно отражает главные вопросы рассматриваемой проблемы.

Во второй главе «Разработка информационной модели ресурсосберегающей системы обработки почв с соответствующими техническими средствами и технологическим процессом глубокой обработки склоновых земель» представлена разработка информационной модели ресурсосберегающей системы обработки почв, технологических процессов сохранения и повышения плодородия склоновых земель и обоснования метода выбора их базовой структуры. Разработаны общие принципы концептуального конструирования соответствующих технических средств для обработки склоновых и равнинных земель, учитывающих адаптивность к особенностям мезо- и макрорельефа, повышение интенсивности выпадения осадков. Разработан ресурсосберегающий технологический процесс обработки склоновых земель на базе глубокого рыхления, позволяющий аккумулировать внутрипочвенную влагу на обрабатываемых склонах.

В третьей главе «Создание математической модели устойчивости обработанного новым ресурсосберегающим процессом влагонасыщенного пласта почвы на склоне» приведены постановка и допущения для создания

математической модели оценки устойчивости верхнего обработанного влагонасыщенного слоя почвы на склоне. При этом модель учитывает послойное увлажнение склона и находящиеся на нём различные энергонагруженные транспортно-технологические средства. Представлены результаты теоретических исследований по оценке устойчивости верхнего слоя почвы, обработанного новым способом, находящегося во влагонасыщенном состоянии.

Аналитическими исследованиями было установлено, что влагонасыщенный, до 33 – 34 % от наименьшей влагоёмкости слой почвы толщиной до 0,60 м на склоне крутизной до 5,7°, содержащий чередующиеся внутрипочвенные стенки и области разрыхления устойчив.

В четвертой главе «РАЗРАБОТКА МАТЕМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ ВНУТРИПОЧВЕННОГО ВЛАГОПЕРЕНОСА НА ОБРАБОТАННОМ СКЛОНЕ С ОБРАЗОВАННЫМИ ВНУТРИПОЧВЕННЫМИ СТЕНКАМИ» представлен обзор процессов переноса влаги в почве постановка и допущения. Приведена разработка математической модели движения внутрипочвенной влаги в обработанном слое на склоне и программа оценки динамики влагопереноса.

Результаты вычислительных экспериментов показали, что устроенная на склоне, крутизной 5,7° внутрипочвенная стенка в почвенном горизонте, толщиной 0,6 м является преградой для движения внутрипочвенной влаги на склоне. Горизонтальная составляющая скорости фильтрационного течения, при всех показанных условиях крайне мала – 10^{-6} м/с. Разрыхленные области склона на протяжении 2 суток удерживают внутрипочвенную влагу в размере 0,40 – 0,45 м³/м³, что на 50 % больше, чем её содержание во внутрипочвенных стенках.

В пятой главе «Совершенствование конфигурации элементов системы деформаторов комплекса орудий глубокого рыхления» исследованы закономерности процесса разрушения переуплотнённых горизонтов почвы с нижней частью стойки глубокорыхлителя любого типа на глубину от 0,40 м и более. Уточнены локальные параметры горизонтальных и вертикальных элементов системы деформаторов стоек комплекса орудий. В соответствии с Системой Ресурсосберегающей Обработки Склоновых и Равнинных Земель и с условиями эксплуатации обоснованы структуры компоновки комплекса орудий глубокого рыхления, имеющие три основных варианта, отвечающих конкретным условиям рельефа и состояния обрабатываемой почвы на базе глубокорыхлителя чизельного типа. Разработана техническая документация и изготовлен в металле комплекс орудий для обработки склоновых и равнинных земель на базе глубокорыхлителя ГНЧ-0,6М для основной ресурсосберегающей обработки агроландшафтов при изменяющихся климатических условиях юга России.

Установлено, что поперечная проекция наральника, выполняющего функцию долота, имеет форму трапеции с четырьмя наклонными гранями, из которых передние две грани образуют тупой угол от 120° до 170° создаёт увеличение в среднем, в 2 – 3 раза количество деформационных трещин, что формирует наиболее качественную зону деформаций разрыхляемого слоя почвы. Вертикальные элементы системы деформаторов стоек орудия – наральники, имеют трапециевидный профиль. Горизонтальные элементы – почвоподъёмники изготовлены в виде изометрических наклонных пластин с постоянным профилем, жёстко закреплённые к стойке орудия, размер которых по длине 160 мм, по ширине 135 мм, при толщине 7 мм, выполненных из стали С245.

В этой главе автором предлагаются оригинальные технические решения конструкций почвообрабатывающих рабочих органов, обеспечивающих заданные качества обработки почвы, способствующие аккумуляции внутрипочвенной влаги на склоновых и равнинных землях и, при этом, снижающие тяговое сопротивление при обработке, что подтверждается патентами на изобретение РФ.

В шестой главе «**Результаты лабораторно-полевых исследований эксплуатационно-технических характеристик экспериментальных чизельных глубокорыхлителей**» изложены цель, задачи, программа, методика проведения лабораторно-полевых экспериментов, их результаты. Представлены результаты проверки на машиноиспытательной станции эксплуатационно-технических характеристик экспериментальных чизельных глубокорыхлителей. Показано натурное исследование влияния нового ресурсосберегающего способа обработки склоновых земель на скорость впитывания воды. Приведено исследование воздействия разработанных ресурсосберегающих технологического процесса и технических средств глубокого рыхления для обработки склонов на урожайность сельскохозяйственных культур в полевых условиях.

Проведённые натурные испытания инновационного глубокорыхлителя навесного чизельного ГНЧ-0,6М на полях машиноиспытательной станции (МИС) при мелиоративной обработке склоновых и равнинных земель в Зерноградском районе Ростовской области выявили, что при тенденции изменения климата на юге России по влагодефицитному типу базовый вариант комплекса глубокорыхлителей в режиме «Глубокорыхлитель сверхпереуплотнённых равнинных земель» показал лучшие, в среднем на 17 – 25 %, характеристики рыхления по сравнению с другими экспериментальными глубокорыхлителями. Экспериментально установлено, что в базовой компоновке «Глубокорыхлитель склоновых земель» устойчивая целостность внутрипочвенной стенки, создаваемой новой ресурсосберегающей обработкой склонов, обеспечивается если ширина внутрипочвенных стенок в верхней 0 – 30 см части лежит в пределах 45 – 47 см. Это позволило при обработке поля с уклоном в пределах 5° , при часовом расходе топлива 54,4 кг/час получить прибавку урожайности в первый год 22,1 %, в последующем году она составила 13,2 % на примере возделывания ярового ячменя и озимой пшеницы соответственно. Это полностью соответствует полученным критериям устойчивости в математической модели для обработанного склона. Сравнение результатов натурного исследования по скважности почвы на склоне обработанным новым способом и теоретических данных по влагосодержанию на момент времени 0,135 суток показало достаточную сходимость результатов, с процентом относительной ошибки до 16,7 %.

Приведённые в главе результаты исследований обладают научной и практической новизной, а также имеют достоверный характер.

В седьмой главе «**Прогнозирование ресурсосберегающих конструкций почвообрабатывающих агрегатов для глубокого рыхления**» представлено обоснование целей расчёта инновационных элементов системы деформаторов энергоэффективного глубокорыхлителя, численное исследование на прочность ломаных почвоподъёмников различной конфигурации, разработка концептуальной адаптивной конструкции глубокорыхлителя.

В результате обоснованы параметры перспективных горизонтальных элементов системы деформаторов, имеющих ломаный профиль и использующих флаттер – эффект. Установлены три соответствующие базовые формы профиля и проведены исследования их напряжённо-деформированного состояния. Определено, что для обработки равнинных участков новые горизонтальные элементы с ломаным профилем по третьей базовой форме, выполненные из стали марки С245, при толщине 5 мм и отклонениями латерального ребра до 4 мм обеспечены необходимые прочностные характеристики. Получен инвариант базовой структуры, реализован в конструкции концепта перспективного адаптивного орудия для глубокого рыхления. Он позволяет в автоматическом режиме изменять геометрические характеристики рамы орудия и соответствующей системы деформаторов по критерию заданного качества рыхления. Это способствует стабилизировать нагрузки на рабочие органы и привод тяговой машины при обработке равнинных и склоновых агроландшафтов на глубину до 0,6 м.

Представленные в главе результаты исследований обладают научной и практической новизной, подтверждённой патентом на изобретение РФ.

В восьмой главе «Определение экономической эффективности применения технологического процесса и соответствующих орудий для глубокого рыхления» изложены условия и установка критериев расчёта для оценки экономической эффективности. Приведены данные для базового расчёта экономической эффективности и данные для расчёта экономической эффективности инновационного комплекса орудий на примере модельного хозяйства.

В результате расчёта экономической эффективности применения инновационного комплекса орудий для глубокого рыхления склоновых и равнинных земель в южной подзоне Ростовской области при ставке дисконтирования в 8,5 % годовых (данные 2022 г.) выявлено: срок окупаемости проекта 0,85 года, чистый дисконтированный эффект 10,5 тыс. руб./га за 1 год его применения.

Представленный материал подтверждает технико-экономическую эффективность предложенных в диссертации мероприятий и их практическую целесообразность.

Глава является логическим завершением работы.

В заключении сформулированы основные результаты исследования, предложения и рекомендации производству, обозначены перспективы дальнейших исследований.

4. Освещение основных результатов работы в печати и соответствие содержания автореферата основным положениям диссертации

Основные положения диссертации, научная новизна, теоретическая и практическая значимость результатов, полученных при исследовании проблемы имеют широкое отражение в специализированных журналах, рекомендованных ВАК РФ, на международных, всероссийских и региональных научно-практических конференциях и выставках. По результатам исследований Михайлиным А.А. опубликовано 36 печатных работы, из них в виде статей,

опубликованных в журналах из перечня ВАК Российской Федерации - 17; в изданиях, индексируемых в международных базах данных - 2; 13 публикаций в других журналах и материалах конференций, а также в виде патентов: 1 патент на способ и 3 патента на изобретение.

Автореферат, включающий совместно со списком публикаций по теме диссертации 40 страниц, полностью отражает основные положения и научные результаты диссертации, выносимые на защиту. Полученные результаты научно-исследовательской работы, судя по представленным документам в приложениях, прошли достаточную производственную проверку.

В целом представленная Михайлиным А.А. к защите диссертация является законченной научно-исследовательской работой, имеющей высокий уровень исполнения. Её содержание соответствует критериям, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени доктора наук.

5. Замечания по диссертационной работе

Глава 1

1. В диссертации задачи исследований приведены дважды (см. стр. 8...9 и стр.76...77).

2. На стр. 26 автором упоминаются тракторы марок МТЗ, ЮМЗ, которые уже несколько десятков лет не выпускаются

3. В обзоре не упоминаются современные глубокорыхлители ведущих фирм таких как Horsch, Kverneland, Lemken, Amazone.

4. Автором не упомянута классическая модель «бесконечного склона» (infinite slope), которая тоже решает задачу анализа устойчивости склонов и откосов.

Глава 2

1. Из текста главы не понятно, что автор относит к функциональным, базовым и развивающимся структурам.

2. Автором не раскрыто почему он применяет именно «тернарную» объектно-целевую диаграмму классов.

3. Выводы по главе 2 не несут никакой цифровой информации.

Глава 3

1. Автор не объясняет, почему в заданных условиях были приняты такие соотношения длины склона к его высоте.

2. В выводах по главе автором приводятся максимальные значения крутизны склона 23° в п.1 и 22° в п.4 и п.5.

3. Выводы п.1 и п.6 практически одинаковы. В чём разница?

Глава 4

1. В уравнении (4.13) в последнем слагаемом стоит неопределённый знак « $\pm K$ », и не указано, какой вариант реально решался.

2. Коэффициенты диффузии и капиллярно-сорбционного потенциала (табл. 4.5) приведены без источника и, по оговорке автора, взяты «для грунтов», а не для чернозёмов юга России.

Глава 5

1. Не ясно какая площадь представленной области разрыхления на рисунках 5.7а и 5.7б?
2. Из текста главы не понятно какой угол двух передних граней наральника в поперечной проекции является наиболее приоритетным в указанном автором диапазоне от 120° до 170° ?

Глава 6

1. Почему для проведения натурных исследований была выбрана южная зона Ростовской области?
2. Условия деформирования в разгруженной стенке траншеи отличаются от динамического рыхления в массиве. Нет обоснования почему был принят к рассмотрению представленный способ.
3. Почему для сравнения с экспериментальным комплексом орудий на базе глубокорыхлителя ГНЧ-0,6М были выбраны рыхлители КАО-2 и УНС-5?
4. Чем обосновано сравнение рабочего органа комплекса орудий для глубокого рыхления на базе ГНЧ-0,6М с КАО-2 при разной глубине обработки (60 см против 40 см)?
5. Как было установлено, что механическая целостность внутрпочвенной стенки обеспечена?
6. Данные по урожайности на опытном поле получены всего за два года.

Глава 7

1. Из текста главы не совсем ясно – как ломаный профиль почвоподъёмников повлияет на возникновение их дрожания?
2. При какой скорости обработки будет возникать дрожание ломаных почвоподъёмников?

Глава 8

1. Ставка дисконтирования 8,5 % многократно ниже ключевой ставки ЦБ РФ текущего периода.

Общие замечания по работе

1. Общие выводы и выводы по всем главам достаточно громоздкие.
2. В тексте диссертации и в автореферате встречаются опечатки, стилистические ошибки, неудачные формулировки.
3. Отсутствуют ссылки на литературные источники [1,29,44,48,53,54, 57, и др.].

Замечания по автореферату

1. В автореферате диссертации не приведены результаты натурного исследования влияния нового ресурсосберегающего способа обработки склоновых земель на скорость впитывания воды.
2. Не представлен в автореферате концепт инновационного энергосберегающего адаптивного глубокорыхлителя для обработки равнинных и склоновых земель, на который получен патент на изобретение № 2799608.

**6. Заключение о соответствии диссертации критериям
Положения о присуждении ученых степеней ВАК РФ**

Несмотря на указанные замечания следует констатировать, что представленная диссертация является законченной научно-квалификационной работой, выполненную соискателем самостоятельно на актуальную проблему.

В диссертации Михайлина Андрея Андреевича изложены научно обоснованные технологические и технические разработки, имеющие важное народнохозяйственное значение для повышения степени аккумуляции внутрипочвенной влаги, а также сохранения плодородия склоновых и равнинных обрабатываемых почв, обеспечивающих агрономически ценную почвенную структуру. Полученные автором результаты достоверны, выводы и заключение обоснованы. Работа проделана большая и необходимая сельскохозяйственному производству. Диссертация написана грамотно, логически завершена, имеет целостный характер, доходчиво и аккуратно оформлена. По каждой главе в работе, сделаны соответствующие достоверные выводы.

Несмотря на отмеченные в отзыве замечания диссертационная работа отвечает критериям, изложенным в пунктах 9, 10, 11, 12, 13, 14 действующего Положения о присуждении ученых степеней, утвержденного Постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 г. № 842.

На основании вышеизложенного считаю, что Михайлин Андрей Андреевич заслуживает присуждения ученой степени доктора технических наук по научной специальности 4.3.1. Технологии, машины и оборудование для агропромышленного комплекса.

Официальный оппонент: доктор
технических наук, профессор,
профессор, кафедры «Транспортно-
технологические машины и комплексы»
ФГБОУ ВО «Чувашский
государственный аграрный университет»

 Максимов Иван Иванович

24 сентября 2026г.



С отзывом официального оппонента ознакомлен.
М.П. 28.09.2026г.
Михайлин А.В.

Председателю диссертационного
совета Д 220.038.08 на базе
ФГБОУ ВО Кубанский ГАУ
С. В. Оськину

Сведения об официальном оппоненте

по диссертационной работе Михайлина Андрея Андреевича на тему «Ресурсосберегающие технологические процессы и технические средства для глубокой обработки склоновых и равнинных земель Юга России», представленной на соискание ученой степени доктора технических наук по специальности 4.3.1. Технологии, машины и оборудование для агропромышленного комплекса

Фамилия, Имя, Отчество	Максимов Иван Иванович
Ученая степень (с указанием шифра научной специальности, по которой защищена диссертация)	Доктор технических наук 05.20.01 – Технологии и средства механизации сельского хозяйства
Наименование диссертации	Прогноз эрозионных процессов, техника и технология для обработки склоновых земель (1996 г.)
Ученое звание	Профессор
Полное наименование организации в соответствии с уставом на момент предоставления согласия	Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Чувашский государственный аграрный университет»
Наименование подразделения	Кафедра транспортно-технологических машин и комплексов
Должность	Профессор кафедры
Адрес организации места работы	428003 Чувашская Республика, г. Чебоксары, ул. К. Маркса, д. 29.
Телефон и официальный сайт организации места работы	тел. +7 (8352) 62-23-34 http://academy21.ru/
Основные публикации официального оппонента, затрагивающие сферу диссертационного исследования соискателя	
1. Чучкалов, С.И. Оценка влияния работы почвообрабатывающей техники на изменение эрозионной устойчивости агроландшафта / С.И. Чучкалов, В.П. Филиппов, В.В. Алексеев, С.А. Васильев, И.И. Максимов // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: Наука и высшее профессиональное образование. - 2025. - № 3 (81). - С. 537-546.	
2. Васильев, С.А. Интеллектуальная технология контурного глубокого	

рыхления с вертикальным мульчированием почвы склоновых земель в системе точного земледелия / С.А. Васильев, А.А. Васильев, В.Е. Таркинский, **И.И. Максимов** // Техника и оборудование для села. - 2024. - № 4 (322). - С. 10-13.

3. Васильев, А.А. Распределение гранулированных удобрений рабочим органом плоскореза-удобрителя / А.А. Васильев, С.А. Васильев, **И.И. Максимов**, В.В. Ильичев, Ю.В. Ильичёва, Н.П. Шкилев // Вестник НГИЭИ. - 2024. - № 2 (153). - С. 16-26.

4. **Максимов, И.И.** Рабочий орган плоскореза-глубокорыхлителя удобрителя / И.И. Максимов, А.А. Васильев, С.А. Васильев, Ю.Ф. Казаков, П.В. Зайцев // Вестник Казанского государственного аграрного университета. - 2023. - Т. 18. № 2 (70). - С. 102-107.

5. Чучкалов, С.И. Совершенствование методики проектирования почвозащитных технологий на склоновых агроландшафтах / С.И. Чучкалов, В.В. Алексеев, **И.И. Максимов**, Ю.Ф. Казаков, К.А. Хафизов // Вестник Казанского государственного аграрного университета. - 2023. - Т. 18. - № 3 (71). - С. 111-116.

Доктор технических наук, профессор
«15» нояб 2026 г.

 И. И. Максимов

Подпись, должность, ученую степень и звание И.И. Максимова удостоверяю:



УЧЕБНЫЙ СЕКРЕТАРЬ
УЧЕБНОГО СОВЕТА

 Т.В. Горелова

15.06.2026

ОТЗЫВ

официального оппонента доктора технических наук Старцева Сергея Викторовича на диссертационную работу Михайлина Андрея Андреевича «Ресурсосберегающие технологические процессы и технические средства для глубокой обработки склоновых и равнинных земель Юга России», представленную в диссертационный совет 35.2.019.03 при Федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина» на соискание ученой степени доктора технических наук по специальности 4.3.1. Технологии, машины и оборудование для агропромышленного комплекса.

Актуальность темы исследования. Одним из наиболее значимых факторов получения большого и высококачественного урожая сельскохозяйственных культур, особенно в почвенно-климатических зонах земледелия с недостаточным выпадением атмосферных осадков в период роста растений, является технология и технические средства основной обработки почвы. Глубокое рыхление почвы орудиями с чизельными рабочими органами, механика взаимодействия которых с почвой основана на крошении уплотненного слоя без оборота, широко применяется в таких районах. Выполнение технологического процесса глубокого рыхления почв низкой влажности, склонных к образованию плотной корки и плужной подошвы, и расположенных на склоновых агроландшафтах во многом зависит от конструкции рабочего органа. При работе на склоновых полях известные глубокорыхлители не в полной мере обеспечивают снижение внутрипочвенного стока воды и как следствие её аккумуляцию в корнеобитаемом слое почвы. Поэтому решение научной проблемы обоснования ресурсосберегающего технологического процесса и технических средств для повышения степени аккумуляции внутрипочвенной влаги, путём разработки

комплекса орудий, обеспечивающих агрономически ценную почвенную структуру является своевременной и актуальной.

Научная новизна исследований заключается в обосновании перспективной системы ресурсосберегающей обработки склоновых и равнинных земель, разработки технологического процесса и глубокорыхлителя с различной геометрической формой деформаторов почвы для глубокой обработки склоновых земель, предусматривающих аккумуляцию внутрипочвенной влаги. Автор впервые установил и аналитически обосновал, что в результате глубокого рыхления почвенного пласта образуется боковая стенка, создающая преграду для движения внутрипочвенной влаги на склоне. Установлены закономерности процесса разрушения переуплотнённых горизонтов почвы разработанным рабочим органом глубокорыхлителя на глубину до 60см, увеличивающим в 2–3 раза количество деформационных трещин, повышающих качество разрыхляемого слоя почвы. Обоснована структура компоновки инновационного комплекса глубокорыхлителей склоновых и равнинных земель.

Новизна технических решений подтверждена патентами на разработку RU 2255450 способа обработки склоновых почв; RU 2694571 C2 универсального глубокорыхлителя навесного чизельного; RU 2742657 C1 безотвального чизель-рыхлителя навесного; RU 2799608 C1 адаптивного глубокорыхлителя для обработки уплотнённых равнинных и склоновых земель.

Значимость полученных результатов диссертации для науки и производства заключается в теоретическом обосновании ресурсосберегающего технологического процесса обработки склоновых земель, способствующего интенсивному впитыванию воды на разном рельефе и ее аккумуляции на склоне; разработке математических моделей устойчивости влагонасыщенного обработанного пласта почвы и внутрипочвенного влагопереноса; получении закономерностей процесса разрушения переуплотнённых горизонтов почвы стойкой глубокорыхлителя, позволяющих определить рациональные её конструктивные параметры; разработке способа экспериментальной оценки качества формирования области разрыхления почвы, позволяющего определить

степень аккумуляции внутрипочвенной влаги склоновых и равнинных полей в условиях засушливого земледелия.

Практическая значимость работы состоит в создании адаптивного глубокорыхлителя с изменяемой шириной захвата, универсальных рабочих органов чизельного типа в двух вариантах: «Глубокорыхлитель равнинных земель» и «Глубокорыхлитель склоновых земель», что позволяет, не останавливая процесс рыхления стабилизировать нагрузки на рабочие органы, на привод тяговой машины и качественно повысить разрыхление переуплотнённых слоёв почвы на глубину до 0,6м на равнинных и склоновых агроландшафтах. Проведена экспериментальная (ФГБУ Северо-Кавказская МИС г.Зерноград, Ростовской области) и производственная (ФГБУ ВО Донской УНПК «Учхоз Зерновое» Донского ГАУ Зерноградского района Ростовской области, ИП Глава КФХ Доценко Е.Н. Еланского района и ООО «Шаповалов» Киквидзенского района Волгоградской области) проверка плуга в различных эксплуатационных условиях влажности почвы, что способствует повышению эффективности применения орудия на основной обработке почвы. Технологические и технические решения диссертации внедрены в ФГБУ «Россельхозцентр» ФИЛИАЛ по Волгоградской области, а также в учебный процесс двух кафедр ФГБОУ ВО ЮРГПУ (НПИ) имени М.И. Платова.

Степень обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций, их достоверность и новизна подтверждается достаточным объёмом экспериментальных исследований, сходимостью результатов теоретических и экспериментальных данных, результатами производственных исследований процесса, использованием современной регистрирующей и измерительной аппаратуры в процессе проведения натурных испытаний, применением законов и методов математики и статистики, использованием апробированных и частных методик, внедрением результатов исследований, выступлением с результатами исследований и их одобрением на международных научно-практических конференциях, большим объёмом публикаций в открытой печати, патентами на изобретения.

Соискатель для достижения поставленной цели проанализировал и изучил научные разработки других ученых и ведущих профильных организаций по подобным темам исследования.

В результате выполненной работы получены следующие заключения.

Первое заключение соответствует первой задаче, основано на результатах анализа почвозащитной обработки почв глубокорыхлителями, на базе которых разработана информационная модель и структура ресурсосберегающей системы глубокого рыхления почвы до 60см. Вывод не вызывает сомнений.

Второе заключение полностью отражает вторую задачу, сделано по результатам разработки ресурсосберегающего технологического процесса обработки склоновых земель, способствующего интенсивному впитыванию воды на разном рельефе и ее аккумуляции на склоне. Вывод новый, достоверный и подтверждается полученным патентом на изобретение № 2255450, публикацией результатов исследований в открытой печати.

Третье и четвертое заключение соответствуют третьей и четвертой задаче, обладают достоверной информацией и новизной, посвящены разработанным математическим моделям устойчивости влагонасыщенного обработанного пласта почвы на склоне новым способом с устройством внутрипочвенных стенок на глубине до 60см и влагопереносу в нем. Выводы достоверны и подтверждаются достаточной степенью сходимости теоретических и экспериментальных данных.

Пятое заключение соответствуют пятой задаче исследований. Сделано по результатам теоретических исследований закономерностей разрушения переуплотнённых горизонтов почвы нижней частью стойки глубокорыхлителя. Вывод достоверен и подтверждается большим объемом исследований и патентом на изобретение № 2742657.

Шестое заключение соответствует шестой задаче и основано на результатах аналитического обоснования параметров горизонтальных и вертикальных элементов системы деформаторов стоек комплекса орудий и их

анализа напряжённо – деформированного состояния. Достоверен, подтверждается результатами расчетов и патентом на изобретение № 2694571.

Седьмое и восьмое заключение соответствуют седьмой и восьмой задачам, посвящены разработанной программе и полученным результатам экспериментальных исследований комплекса глубокорыхлителей для обработки склоновых и равнинных земель на базе глубокорыхлителя ГНЧ-0,6М для основной ресурсосберегающей обработки агроландшафтов, при изменяющихся климатических условиях юга России. Выводы достоверны и подтверждаются большим объемом экспериментальных данных, протоколом испытаний на ФГБУ Северо-Кавказская государственная зональная машиноиспытательная станция (МИС).

Девятое заключение соответствует девятой задаче и основано на результатах анализа технико-экономического расчета применения технологии и комплекта разработанного ресурсосберегающего комплекса орудий для глубокого рыхления склоновых и равнинных земель. Вывод достоверен, подтверждается расчетами эксплуатационных затрат и актами внедрения технических средств в хозяйствах Волгоградской и Ростовской областей.

В целом, все выводы отражают проведенные автором теоретические и экспериментальные исследования, являются достоверными и представляют ценность для аграрного машиностроения и с.-х. предприятий РФ.

Основные результаты диссертации опубликованы в 35 научных работах, включающих 17 статей в журналах, рекомендованных ВАК РФ по защищаемой специальности, 2 работы – в научных изданиях, индексируемых в международных базах цитирования Scopus и Web of Science; 13 работ – в научно-тематических сборниках и материалах конференций, получено 4 патента РФ на изобретения.

Оценка содержания диссертации, её завершенности в целом, замечания по диссертации.

Диссертационная работа состоит из введения, восьми глав, заключения, рекомендаций производству, перспективы дальнейшей разработки темы, списка

литературы из 243 источников, из них 14 на иностранных языках. Работа изложена на 395 страницах, содержит 28 таблиц, 204 рисунка и 11 приложений.

Во *введении* автором обоснована актуальность темы, определены научная новизна, теоретическая и практическая значимость работы, положения выносимые на защиту.

В первой главе «Современное состояние ресурсосберегающих мероприятий для обрабатываемых земель юга России» проведен анализ состояния почв и ландшафтов при современных почвозащитных обработках, рассмотрены машины и орудия для глубокого рыхления почвы в России и за рубежом, а также существующие методики расчета устойчивости склонов и откосов. Как результат анализа изучаемого предмета и объекта сформулирована научная проблема и гипотеза, поставлена цель и задачи исследований.

Замечания по первой главе:

1. Из главы не ясно, установлены ли агротехнические требования на глубокое рыхление почвы более 45см. На с.175, с.244 диссертации имеются ссылки на такие условия.
2. На с.45 диссертации указывается на «большой собственный вес и высокие показатели тягового сопротивления» современных глубокорыхлителей, но таких данных в разделе не приводится.
3. На с.49 диссертации после анализа отечественных и зарубежных глубокорыхлителей автор констатирует, что после их работы «остаётся малый процент сохранения стерни на дневной поверхности». Чем это подтверждается не ясно?
4. В выводе 3 указывается о высоких энергозатратах на рыхление до 45см существующей архитектурой систем деформаторов пассивных прицепных и навесных почвообрабатывающих орудий. Как это соотносится с собственными полученными результатами исследований энергоёмкости при расходе топлива адаптивным глубокорыхлителем 32кг/га (табл.6.4, с.219).
5. При формулировании научной проблемы (с.75) не достаточно явно просматривается наличие противоречия в науке.

6. В научной работе поставлено много задач. Можно было объединить в одну задачу третью и четвертую, как однонаправленные, шестую, седьмую и восьмую в одну задачу, как однотипные.

Во второй главе «Разработка информационной модели ресурсосберегающей системы обработки почв с соответствующими техническими средствами и технологическим процессом глубокой обработки склоновых земель» получена информационная модель системы мелиорирования склоновых и равнинных земель, разработана методология концептуального и целевого анализа и синтеза базовой структуры системы ресурсосберегающей обработки склоновых и равнинных земель. Установлено, что для создания аккумуляции внутрипочвенной влаги на склоне необходимо создание препятствий для внутрипочвенного стока в виде устроенных поперёк наклонного участка внутрипочвенных стенок.

Замечания по второй главе:

7. В названии главы акцент сделан на технологический процесс глубокой обработки склоновых земель, но по содержанию в нем разделов рассматриваются как склоновые, так и равнинные земли. Например: с.80, 82, 88 на Рис.2.1, 89, 94 и т.д.

8. По тексту материалов исследований принято слишком много сокращений, что отражается на трудности чтения диссертации.

В третьей главе «Создание математической модели устойчивости обработанного новым ресурсосберегающим процессом влагонасыщенного пласта почвы на склоне» проведено моделирование процесса устойчивости склона, обработанного новой мелиоративной обработкой почвы на базе глубокого рыхления. Получен уточнённый профиль обработанного склона, образующийся от рыхления стойки орудия для глубокого рыхления на базе чизеля ГНЧ-0,6М.

Замечания по третьей главе:

9. В разделе 3.1 (с.104) при расчёте схемы обработанного пласта почвы на склоне, его вид принят параболическим. Чем это обосновывается?

10. Отсутствие в приложении результатов расчета по полученным уравнениям (3.4), (3.5) и (3.6) условий равновесного состояния влагонасыщенного слоя почвы, затрудняет их анализ.

В четвертой главе «Разработка математической модели внутрипочвенного влагопереноса на обработанном склоне с образованными внутрипочвенными стенками» проведено моделирование процесса динамики влагопереноса в обрабатываемом слое почвы на склоне. Получено уравнение влагопереноса, путем расчета из которого установлено, что движение влаги в обработанной зоне происходит по законам фильтрации, стенка переуплотненных участков почвы задерживает влагу между разрыхленными участками почвенного массива. Рассмотрен процесс промокания почвы через 0,135 суток; 0,385 суток; 1 сутки; 2 суток при интенсивности атмосферных осадков 60 мм/сут.

Замечания по четвертой главе:

11. С какой целью приводится известное описание различных видов и агрегатных состояний воды на с.127 по 133 диссертации.

12. В главе отсутствуют рисунки с 4.1 по 4.3, хотя на рис.4.2 имеется ссылка в тексте на с.139.

13. Как понимать выражение (4.24), где максимальная гигроскопичность будет: $\theta^0 = \theta(x, y, z, 0) = \theta^*$. А в выражении (4.23) это же соотношение поименовано как начальная влажность.

В пятой главе «Совершенствование конфигурации элементов системы деформаторов комплекса орудий глубокого рыхления» дано обоснование конструктивно-технологических параметров элементов разработанного рабочего органа стойки глубокорыхлителя ГНЧ-0,6М. Указывается, что в поперечной проекции форма стойки должна быть ломаной в виде нескольких граней, а её фронтальная часть должна быть заострена. Эта деталь названа наральником и в совокупности с закрепленными в нижней части стойки почвоподъемниками, увеличивают степень крошения переуплотненного пласта почвы. Приведены три варианта компоновки рабочих органов на раме глубокорыхлителя для различных условий рыхления агроландшафтов.

Замечания по пятой главе:

14. Для улучшения степени крошения почвы на глубине более 45см предлагается «многогранный наральник» с заостренной фронтальной частью на стойке глубокорыхлителя. Известно, что такая конструкция будет препятствовать сходу корневых органических остатков растений, вызывает обволакивание стойки остатками, рост тягового сопротивления орудия и как следствие нарушение технологического процесса обработки почвы.

15. На рис.5.8, на разрезе наральника указаны разные величины одного размера тыльной (30мм) и лобовой поверхности (10мм).

16. На с.177 констатируется, что передние две грани наральника должны образовывать тупой угол от 120^0 до 170^0 , чем это обосновано?

17. Также без обоснования констатируется (с.178), что почвоподъемники должны быть установлены на высоте 15см от носка наральника по вертикали.

18. Из раздела 5.4 не ясно, каких размеров должны быть крылья наральника, которые создают глубокие борозды на поверхности обработанного поля, что особенно важно при обработке равнинных земель. Это подтверждается на рис.6.32 (с.224).

В шестой главе «Результаты лабораторно-полевых исследований эксплуатационно-технических характеристик экспериментальных чизельных грубокорыхлителей» представлены описание общей и частных методик лабораторно-полевых опытов и результаты экспериментальных исследований области разрыхления от стойки инновационного комплекса грубокорыхлителей на базе чизеля ГНЧ-0,6М. Дано обоснование расположения системы деформаторов на рабочем органе, влияющее на форму стенки области разрыхления уплотненной почвы. Приведены результаты оценки технического средства на испытаниях в условиях Северо-Кавказской МИС г. Зерноград Ростовской области.

Замечания по шестой главе:

19. Каким образом замерялась твердость (табл.6.1) и влажность (табл.6.2) почвы по слоям необработанного горизонта почвы. Как получили влажность в слое 0-10см от 4,6 до 6,4%.

20. На с.219 указывается на преимущества глубокорыхлителя ГНЧ-0,6М перед УНС-5 по потребляемой мощности – более чем на треть. За счет чего это преимущество получено?

21. На рисунке 6.28 представлен общий вид стоек с нижним расположением почвоподъемников, какой угол раствора 2γ принят в конструкции не ясно?

22. В выводе 3 по главе констатируется, что плотность почвы наиболее полно отвечает агротехническим требованиям после обработки. Чем это подтверждается?

В седьмой главе «Прогнозирование ресурсосберегающих конструкций почвообрабатывающих агрегатов для глубокого рыхления» рассматривается процесс повышения ширины захвата глубокорыхлителя чизельного типа без увеличения количества рабочих органов по фронту движения агрегата. В результате проведенных расчетов на прочность трёх базовых конфигураций ломаных деформаторов почвы различной толщины установлены оптимальные конструктивные параметры увеличения расстояния между стойками и удлинения горизонтальных элементов почвоподъемников.

Замечания по седьмой главе:

23. Раздел 7.2 диссертации, с.252, чем обоснованы принятые нагрузки на почвоподъемники: фронтальные элементы 60 кН/м^2 и вертикальные элементы 10 кН/м^2 ?

24. Рекомендуются изготавливать почвоподъемники (с.259) из стали С245 (Ст3). Это низкоуглеродистая сталь с низкими прочностными свойствами. Тогда где исследования на долговечность рабочих органов?

25. На с.273 по с.277 приводится полностью описание изобретения почвообрабатывающего орудия. Материал можно вынести в приложение.

26. Автор на с.276-277 указывает, что без прерывания процесса обработки почвы можно изменять ширину захвата глубокорыхлителя. Как это выполнить практически при рыхлении почвы на глубину до 60см не ясно?

27. В выводе 3 главы отражено, что при расположении медиальных частей почвоподъемников горизонтально, работа глубокорыхлителя

соответствует лучшим условиям обработки склонов. За счет чего тогда обеспечивается заглубляемость почвообрабатывающего орудия?

В восьмой главе «Определение экономической эффективности применения технологического процесса и соответствующих орудий для глубокого рыхления» приведен расчет показателей экономической эффективности использования комплекса разработанных глубокорыхлителей для обработки уплотненных равнинных и склоновых земель. Даны расчеты себестоимости производства озимой пшеницы и ярового ячменя с учетом увеличения урожайности.

Замечания по восьмой главе:

28. С какой целью приводятся графики загрузки трактора Т-150К (рис.8.5) и загрузки механизаторов (рис.8.6)?

29. Как повлияло на ресурсосбережение применение нового комплекса орудий при погектарном расходе топлива 32,36кг/га (рис.8.17, с.292)?

30. В таблице 8.1 (с.300) представлены эксплуатационные затраты использования комплекса орудий, не ясно какой агрегат принят за базовый?

В Заключение сформулированы основные результаты работы, отвечающие поставленной цели и задачам диссертационного исследования.

В Приложении помещены таблицы прочностных расчетов деталей глубокорыхлителей, технологические карты, первые страницы патентов на изобретение и акты внедрения выполненных исследований в производство.

Автореферат соответствует содержанию и достаточно полно отражает основные результаты, представленные в диссертационной работе.

Заключение

Диссертационная работа Михайлина Андрея Андреевича «Ресурсосберегающие технологические процессы и технические средства для глубокой обработки склоновых и равнинных земель Юга России», соответствует критериям, отмеченным в пунктах 9-14 Положения о присуждении ученых степеней, утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации №842 от 24.09.2013г, является законченной научно-квалификационной работой, в которой изложены научно-обоснованные решения по обоснованию ресурсосберегающего технологического процесса и технических средств для повышения степени аккумуляции внутрипочвенной влаги склоновых и равнинных земель за счет научного обоснования базовой архитектуры комплекса орудий. Представленные замечания не снижают ценность работы, её теоретическую и практическую значимость, а её автор Михайлин Андрей Андреевич заслуживает присуждения ученой степени доктора технических наук по специальности 4.3.1. Технологии, машины и оборудование для агропромышленного комплекса.

Официальный оппонент, доктор технических наук
профессор кафедры «Техническое обеспечение АПК»
ФГБОУ ВО «Саратовский государственный университет генетики, биотехнологии
и инженерии имени Н.И. Вавилова»  С.В. Старцев

Сведения об оппоненте: Старцев Сергей Викторович, доктор технических наук по специальностям 05.20.01- Технологии и средства механизации сельского хозяйства и 05.20.03- Технологии и средства технического обслуживания в сельском хозяйстве, профессор, профессор кафедры «Техническое обеспечение АПК», Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Саратовский государственный университет генетики, биотехнологии и инженерии имени Н.И. Вавилова». Россия, 410012, г. Саратов, пр-кт им. Петра Столыпина, зд.4, стр.3. Телефон: +7-904-701-33-33. E-mail: kingofscience@yandex.ru <https://www.vavilovsar.ru/kadry/starcev-sergei-viktorovich>

Подпись д.т.н. профессора С.В. Старцева удостоверяю:
Ученый секретарь Ученого Совета ФГБОУ ВО
Вавиловский университет, к.т.н., доцент
14.09.2026г



А.М. Марадудин

*С отзывом официального
оппонента ознакомлен. Мф 22.09.2026г.
Михайлин А.А.*

Председателю диссертационного
совета Д 220.038.08 на базе
ФГБОУ ВО Кубанский ГАУ
С. В. Оськину

Сведения об официальном оппоненте

по диссертационной работе Михайлина Андрея Андреевича на тему «Ресурсосберегающие технологические процессы и технические средства для глубокой обработки склоновых и равнинных земель Юга России», представленной на соискание ученой степени доктора технических наук по специальности 4.3.1. Технологии, машины и оборудование для агропромышленного комплекса

Фамилия, Имя, Отчество	Старцев Сергей Викторович
Ученая степень (с указанием шифра научной специальности, по которой защищена диссертация)	Доктор технических наук 05.20.01 - Технологии и средства механизации сельского хозяйства 05.20.03 - Технологии и средства технического обслуживания в сельском хозяйстве
Наименование диссертации	Повышение эффективности использования пахотных агрегатов путем улучшения их эксплуатационно-технологических параметров (2004 г.)
Ученое звание	Профессор
Полное наименование организации в соответствии с уставом на момент предоставления согласия	Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Саратовский государственный университет генетики, биотехнологии и инженерии имени Н.И. Вавилова»
Наименование подразделения	Кафедра «Техническое обеспечение в АПК»
Должность	Профессор кафедры
Адрес организации места работы	410012, г. Саратов, пр-кт им. Петра Столыпина зд. 4, стр. 3.
Телефон и официальный сайт организации места работы	тел. +7 (8452) 23-32-92 https://www.vavilovsar.ru/
Основные публикации официального оппонента, затрагивающие сферу диссертационного исследования соискателя	
1. Бойков В.М. Разработка плугов-рыхлителей для тракторов тягового класса 5 / В.М. Бойков, С.В. Старцев, А.В. Павлов, Е.С. Нестеров // Аграрный научный журнал. – 2026. – № 4. – С. 98-104.	
2. Бойков, В.М. Экспериментальные исследования технологий основной обработки почвы плугами-рыхлителями / В.М. Бойков, С.В. Старцев, А.В. Павлов, Е.С. Нестеров // Аграрный научный журнал. – 2025. – №7. – С. 102-107.	
3. Старцев, С.В. Эксплуатационно-технологические показатели агрегатов с плугами ПНЛ-8-40 и ПБС-8М для обработки почвы в засушливом земледелии	

/С.В. Старцев, А.В. Павлов, Е.С. Нестеров // Инженерные технологии и системы. – 2025. – Том 35. – №3. – С. 513-528.

4. Бойков, В.М. Разработка лемешно-отвальных плугов для тракторов тягового класса 5 / В.М. Бойков, **С.В. Старцев** // Аграрный научный журнал. – 2024. – №11. – С.113-119.

5. Бойков, В.М. Результаты экспериментальных исследований прицепного плуга-рыхлителя в агрегате с трактором мощностью 400 кВт / В.М. Бойков, **С.В. Старцев**, А.В. Павлов, Е.С. Нестеров // Аграрный научный журнал. – 2024. – №5. – С.125-129.

6. Бойков, В.М. Результаты исследований заделки пожнивных остатков зерновых культур плугами ПЛН и ПБС / В.М. Бойков, **С.В. Старцев**, А.В. Павлов, Е.С. Нестеров // Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии. – 2023. – №2. – С. 25–30.

7. Бойков, В.М. Результаты экспериментальных исследований плуга-рыхлителя с трактором тягового класса 5 / В.М. Бойков, **С.В. Старцев**, А.В. Павлов, Е.С. Нестеров // Наука в центральной России. – 2023. – №4. – Т.64. – С. 56-62.

8. Бойков В.М. Энергоемкость обработки почвы при комбинации отвального и плоскорезного технологических процессов / В.М. Бойков, **С.В. Старцев**, А.В. Павлов, Е.С. Нестеров // Технологии пищевой и перерабатывающей промышленности АПК – продукты здорового питания. – 2023. – № 1. – С. 162-168.

9. Бойков В.М. Результаты исследований заделки пожнивных остатков зернобобовых культур лемешно-отвальными плугами / В.М. Бойков, **С.В. Старцев**, А.В. Павлов, Е.С. Нестеров // Аграрный научный журнал. – 2023. – № 6. – С. 122-127.

10. Бойков, В.М. Результаты экспериментальных исследований плуга для агрегатирования с тракторами тягового класса 3 / В.М. Бойков, **С.В. Старцев**, А.В. Павлов, Е.С. Нестеров // Тракторы и сельхозмашины. – 2022. – Т.89. – №3. – С. 207–213.

11. Бойков, В.М. Оценка загруженности сельскохозяйственных тракторов на пахотных работах / В.М. Бойков, **С.В. Старцев**, А.В. Павлов, Е.С. Нестеров // Аграрный научный журнал. – №5. – 2022. – С. 74-76.

Доктор технических наук, профессор

«11» июня 2026 г.



С. В. Старцев

Подпись д.т.н. профессора С.В. Старцева удостоверяю

Ученый секретарь Ученого Совета ФГБОУ ВО

Вавиловский университет к.т.н., доцент

М.П.



А.М. Марадудин

ОТЗЫВ

официального оппонента доктора технических наук, доцента, начальника проектного офиса, ГБОУ ВО РК «Крымский инженерно-педагогический университет имени Февзи Якубова» Соболевского Ивана Витальевича на диссертационную работу Михайлина Андрея Андреевича «Ресурсосберегающие технологические процессы и технические средства для глубокой обработки склоновых и равнинных земель юга России», представленную к защите в диссертационный совет 35.2.019.03 при ФГБОУ ВО «Кубанский государственный аграрный университет имени И. Т. Трубилина», на соискание учёной степени доктора технических наук по специальности 4.3.1. Технологии, машины и оборудование для агропромышленного комплекса

1. Актуальность темы диссертационной работы

В сложившихся хозяйственных взаимоотношениях, характерных также и для агропромышленного комплекса России, наиболее значимым для получения высокого урожая являются соответствующие почвообрабатывающие технологические процессы и технические средства это обеспечивающие. При этом обрабатываемые агроландшафты испытывают на себе многие факторы деградации, такие как переуплотнение, дефляция, поверхностный смыв. В Волгоградской и Ростовской областях обрабатываемые земли находятся в большей степени в эрозионно опасной зоне с риском потенциального опустынивания, находясь под длительным воздействием техногенной нагрузки. При этом возделывание агрокультур сопровождается нарастающими деградационными процессами в почве, на фоне изменяющегося климата на юге России по влагодефицитному типу. Ситуацию усугубляет отсутствие технологий и орудий, соответствующих в должной мере требованиям по остановке деградационных процессов, по причине неадекватности существующих современным условиям ресурсосбережения, универсальности, адаптивности.

Президент Российской Федерации В.В. Путин в 2011 году издал указ № 899 (ред. от 16.12.2015) «Об утверждении приоритетных направлений развития науки, технологий и техники в Российской Федерации и перечня критических технологий Российской Федерации» в частности, раздела «Рациональное природопользование» как приоритетного направления развития науки, технологий и техники, а также в 2020 году указ № 20 (ред. от 10.03.2025) «Об утверждении Доктрины продовольственной безопасности Российской Федерации», в частности, разделов «Продовольственная независимость Российской Федерации» и «Восстановление и повышение плодородия земель сельскохозяйственного назначения, предотвращение сокращения площадей земель сельскохозяйственного назначения, рациональное использование таких земель, защита и сохранение сельскохозяйственных угодий от водной и ветровой эрозии и опустынивания». Исходя из этого для соответствия данным указам необходимо создать ресурсосберегающие технологические процессы и технические средства для повышения степени аккумуляции внутрипочвенной влаги, а также сохранения плодородия склоновых и равнинных обрабатываемых почв, обеспечивающих агрономически ценную почвенную структуру.

Исходя из изложенного научно значимой проблемой является повсеместно распространяющаяся деградация обрабатываемых агроландшафтов в условиях

изменяющегося климата на юге России по влагодефицитному типу, при отсутствии соответствующих ресурсосберегающих технологических процессов и технических средств, обеспечивающих эффективную аккумуляцию влаги в почве.

Следовательно диссертационная работа Михайлина Андрея Андреевича, посвященная снижению энергоемкости процесса глубокой обработки почв на глубину до 0,6 м, повышению качества обрабатываемого слоя и направленная на сохранение плодородия почвы путём разработки системы ресурсосберегающей обработки склоновых и равнинных земель и комплекса почвообрабатывающих орудий на базе глубокорыхлителя чизельного типа, является актуальной.

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

В представляемой к защите диссертации научные положения, выводы и рекомендации автором получены на основе глубокого анализа результатов аналитических и экспериментальных исследований по проблеме как ведущих учёных, так и проведённых самостоятельно.

Результаты диссертационной работы представлены в заключении (страницы 306 – 310), содержат девять выводов, являющихся результатом решения поставленных при исследовании всех задач. Общие выводы являются достоверными. Логически следуют из содержания основных глав диссертационной работы с результатами теоретических и экспериментальных исследований соискателя, соответствующих рассматриваемой проблеме, целям и задачам.

Первый вывод обладает новизной и содержит решение первой задачи исследований.

Второй вывод содержит теоретическую и практическую значимость и отражает решение второй задачи исследований.

Третий вывод обладает научной новизной, содержит решение третьей задачи исследований; создана математическая модель для анализа устойчивости влагонасыщенного обработанного склона новым способом.

Четвёртый вывод обладает научной новизной, содержит решение четвёртой задачи исследований; разработана математическая модель внутрипочвенного влагопереноса, определяющая его параметры (коэффициенты диффузивности, влагопроводности и капиллярно-сорбционного потенциала) на обработанном склоне новым ресурсосберегающим способом, с устройством внутрипочвенных стенок, на базе глубокого рыхления до 0,6 м.

Пятый и шестой выводы обладают новизной, отражают решение пятой и шестой задач исследований: установлены закономерности деформации разрыхляемых пластов почвы от воздействия нижней части стойки глубокорыхлителя с глубиной обработки до 0,60 м, что позволило определить ресурсосберегающие технические средства, имеющие основные три варианта глубокорыхлителей, отвечающих конкретным условиям рельефа и состояния обрабатываемой почвы, уточнены локальные параметры их горизонтальных и вертикальных элементов системы деформаторов.

Седьмой вывод обладает практической значимостью, содержит решение седьмой задачи исследований, в результате проведенных лабораторно-полевых исследований, испытаний на машиноиспытательной станции и в производственных

условиях получена валидация требуемых параметров по ресурсосбережению орудия и обработанного слоя почвы.

Восьмой вывод отражает решение восьмой задачи, обладает научной новизной и теоретической значимостью; реализована концепция перспективного адаптивного орудия для глубокого рыхления, которая позволяет в автоматическом режиме изменять геометрические характеристики рамы орудия и соответствующей системы деформаторов по критерию заданного качества рыхления, обоснованы параметры перспективных горизонтальных элементов системы деформаторов стоек глубокорыхлителей, имеющих ломаный профиль и использующих эффект дрожания.

Девятый вывод содержит решение девятой задачи, отражает экономическую эффективность от применения инновационного комплекса глубокорыхлителей на базе глубокорыхлителя чизельного типа ГНЧ-0,6М.

Достоверность и обоснованность научных положений, выводов и результатов исследований, сформулированных в диссертации Михайлина А.А., подтверждается сходимостью теоретических и экспериментальных исследований соискателя, выполненных в соответствии с существующими государственными стандартами и отраслевыми методическими указаниями, применением современных и оригинальных методик исследований с использованием математических приёмов и программ, согласованностью предпосылок с общеизвестной теорией земледельческой механики при обосновании параметров инновационного комплекса глубокорыхлителей на базе чизеля ГНЧ-0,6М, а также проверкой на машиноиспытательной станции и при производственных испытаниях в условиях юга Ростовской области.

Научную новизну работы составляют:

- структура и информационная модель системы ресурсосберегающей обработки склоновых и равнинных земель как интегрированная среда взаимодействующих функциональных, базовых и развивающихся структур, состоящую из усовершенствованных тернарной объектно-целевой диаграммы классов и диаграммы прецедентов.

- система ресурсосберегающей обработки склоновых, равнинных земель и технологический процесс глубокой обработки склоновых земель, предусматривающий аккумуляцию внутрипочвенной влаги на склоне.

- математическая модель оценки устойчивости влагонасыщенного пласта почвы на склоне, обработанного новым ресурсосберегающим способом глубокого рыхления на глубину 0,60 м.

- математическая модель внутрипочвенного влагопереноса, отличающаяся тем, что в ней исследуется верхний слой почвы глубиной 0,60 м обработанный новым способом.

- закономерности деформации разрыхляемых пластов почвы от воздействия нижней части стойки глубокорыхлителя с глубиной обработки до 0,60 м, позволяющие определить рациональные геометрические характеристики элементов системы деформаторов орудия.

- способ экспериментальной оценки качества формирования области разрыхления, возникающей в результате процесса разуплотнения почвы стойками глубокорыхлителей любых форм их систем деформаторов при глубине обработки от 0,40 м и более.

– концепт перспективного адаптивного орудия для глубокого рыхления с использованием флаттер-эффекта в горизонтальных элементах системы деформаторов глубокорыхлителя.

Новизна разработанных в диссертации технических решений подтверждена 4-мя патентами Российской Федерации на изобретения.

Результаты исследований могут быть использованы научными и конструкторскими организациями при создании новых глубокорыхлителей и их модернизации, а также сельскохозяйственными предприятиями для ресурсосберегающей обработки почв при выращивании сельскохозяйственных культур на фоне изменяющегося климата юга России.

3. Оценка содержания диссертационной работы, её завершённость в целом и замечания по оформлению

Диссертация представлена на 395 страницах машинописного текста, содержит 28 таблиц и 204 рисунка. Структура диссертации состоит из введения, восьми глав, общих выводов, списка использованной литературы и 11 приложений.

Во введении обоснована актуальность темы, сформулированы цель работы и вытекающие из неё задачи, научная и рабочая гипотезы, обозначены объект и предмет исследований, научная новизна, теоретическая и практическая значимость, методология, методы исследований и основные положения, выносимые на защиту.

В первой главе «Современное состояние ресурсосберегающих мероприятий для обрабатываемых земель юга России» приведён обзор и анализ современного технологического и технического уровня обработки почвы. Показано текущее состояние обрабатываемых земель на юге России. Дан анализ основных существующих моделей оценки устойчивости склонов и откосов.

В окончании главы автором сформулированы цель и задачи исследований. Содержащийся в первой главе материал достаточно полно отражает главные вопросы рассматриваемой проблемы.

Во второй главе «Разработка информационной модели ресурсосберегающей системы обработки почв с соответствующими техническими средствами и технологическим процессом глубокой обработки склоновых земель» представлена разработка информационной модели ресурсосберегающей системы обработки почв, технологических процессов сохранения и повышения плодородия склоновых земель и обоснования метода выбора их базовой структуры. Разработаны общие принципы концептуального конструирования соответствующих технических средств для обработки склоновых и равнинных земель, учитывающих адаптивность к особенностям мезо- и макрорельефа, повышение интенсивности выпадения осадков. Разработан ресурсосберегающий технологический процесс обработки склоновых земель на базе глубокого рыхления, позволяющий аккумулировать внутрипочвенную влагу на обрабатываемых склонах.

В третьей главе «Создание математической модели устойчивости обработанного новым ресурсосберегающим процессом влагонасыщенного пласта почвы на склоне» приведены постановка и допущения для создания математической модели оценки устойчивости верхнего обработанного влагонасыщенного слоя почвы на склоне. При этом модель учитывает послойное

увлажнение склона и находящиеся на нём различные энергонагруженные транспортно-технологические средства. Представлены результаты теоретических исследований по оценке устойчивости верхнего слоя почвы, обработанного новым способом, находящегося во влагонасыщенном состоянии.

Аналитическими исследованиями было установлено, что влагонасыщенный, до 33 – 34 % от наименьшей влагоёмкости слой почвы толщиной до 0,60 м на склоне крутизной до $5,7^{\circ}$, содержащий чередующиеся внутрипочвенные стенки и области разрыхления устойчив.

В четвёртой главе «Разработка математической модели внутрипочвенного влагопереноса на обработанном склоне с образованными внутрипочвенными стенками» представлен обзор процессов переноса влаги в почве постановка и допущения. Приведена разработка математической модели движения внутрипочвенной влаги в обработанном слое на склоне и программа оценки динамики влагопереноса.

Результаты вычислительных экспериментов показали, что устроенная на склоне, крутизной $5,7^{\circ}$ внутрипочвенная стенка в почвенном горизонте, толщиной 0,6 м является преградой для движения внутрипочвенной влаги на склоне. Горизонтальная составляющая скорости фильтрационного течения, при всех показанных условиях крайне мала – 10^{-6} м/с. Разрыхленные области склона на протяжении 2 суток удерживают внутрипочвенную влагу в размере 0,40 – 0,45 м³/м³, что на 50 % больше, чем её содержание во внутрипочвенных стенках.

В пятой главе «Совершенствование конфигурации элементов системы деформаторов комплекса орудий глубокого рыхления» исследованы закономерности процесса разрушения переуплотнённых горизонтов почвы с нижней частью стойки глубокорыхлителя любого типа на глубину от 0,40 м и более. Уточнены локальные параметры горизонтальных и вертикальных элементов системы деформаторов стоек комплекса орудий. В соответствии с Системой Ресурсосберегающей Обработки Склоновых и Равнинных Земель и с условиями эксплуатации обоснованы структуры компоновки комплекса орудий глубокого рыхления, имеющие три основных варианта, отвечающих конкретным условиям рельефа и состояния обрабатываемой почвы на базе глубокорыхлителя чизельного типа. Разработана техническая документация и изготовлен в металле комплекс орудий для обработки склоновых и равнинных земель на базе глубокорыхлителя ГНЧ-0,6М для основной ресурсосберегающей обработки агроландшафтов при изменяющихся климатических условиях юга России.

Установлено, что поперечная проекция наральника, выполняющего функцию долота, имеет форму трапеции с четырьмя наклонными гранями, из которых передние две грани образуют тупой угол от 120° до 170° создаёт увеличение в среднем, в 2 – 3 раза количество деформационных трещин, что формирует наиболее качественную зону деформаций разрыхляемого слоя почвы. Вертикальные элементы системы деформаторов стоек орудия – наральники, имеют трапециевидный профиль. Горизонтальные элементы – почвоподъёмники изготовлены в виде изометрических наклонных пластин с постоянным профилем, жёстко закреплённые к стойке орудия, размер которых по длине 160 мм, по ширине 135 мм, при толщине 7 мм, выполненных из стали С245.

В этой главе автором предлагается оригинальные технические решения конструкций почвообрабатывающих рабочих органов, обеспечивающих заданные

качества обработки почвы, способствующие аккумуляции внутрипочвенной влаги на склоновых и равнинных землях и, при этом, снижающие тяговое сопротивление при обработке, что подтверждается патентами на изобретение РФ.

В шестой главе «**Результаты лабораторно-полевых исследований эксплуатационно-технических характеристик экспериментальных чизельных глубокорыхлителей**» изложены цель, задачи, программа, методика проведения лабораторно-полевых экспериментов, их результаты. Представлены результаты проверки на машиноиспытательной станции эксплуатационно-технических характеристик экспериментальных чизельных глубокорыхлителей. Показано натурное исследование влияния нового ресурсосберегающего способа обработки склоновых земель на скорость впитывания воды. Приведено исследование воздействия разработанных ресурсосберегающих технологического процесса и технических средств глубокого рыхления для обработки склонов на урожайность сельскохозяйственных культур в полевых условиях.

Проведённые натурные испытания инновационного глубокорыхлителя навесного чизельного ГНЧ-0,6М на полях машиноиспытательной станции (МИС) при мелиоративной обработке склоновых и равнинных земель в зерноградском районе Ростовской области выявили, что при тенденции изменения климата на юге России по влагодефицитному типу базовый вариант комплекса глубокорыхлителей в режиме «Глубокорыхлитель сверхпереуплотнённых равнинных земель» показал лучшие, в среднем на 17 – 25 %, характеристики рыхления по сравнению с другими экспериментальными глубокорыхлителями. Экспериментально установлено, что в базовой компоновке «Глубокорыхлитель склоновых земель» устойчивая целостность внутрипочвенной стенки, создаваемой новой ресурсосберегающей обработкой склонов, обеспечивается если ширина внутрипочвенных стенок в верхней 0 – 30 см части лежит в пределах 45 – 47 см. Это позволило при обработке поля с уклоном в пределах 5°, при часовом расходе топлива 54,4 кг/час получить прибавку урожайности в первый год 22,1 %, в последующем году она составила 13,2 % на примере возделывания ярового ячменя и озимой пшеницы соответственно. Это полностью соответствует полученным критериям устойчивости в математической модели для обработанного склона. Сравнение результатов натурального исследования по скважности почвы на склоне обработанным новым способом и теоретических данных по влагосодержанию на момент времени 0,135 суток показало достаточную сходимость результатов, с процентом относительной ошибки до 16,7 %.

Приведённые в главе результаты исследований обладают научной и практической новизной, а также имеют достоверный характер.

В седьмой главе «**Прогнозирование ресурсосберегающих конструкций почвообрабатывающих агрегатов для глубокого рыхления**» представлено обоснование целей расчёта инновационных элементов системы деформаторов энергоэффективного глубокорыхлителя, численное исследование на прочность ломаных почвоподъёмников различной конфигурации, разработка концептуальной адаптивной конструкции глубокорыхлителя.

В результате обоснованы параметры перспективных горизонтальных элементов системы деформаторов, имеющих ломаный профиль, с возникающим в них эффектом дрожания (флаттер). Установлены три соответствующие базовые формы профиля и проведены исследования их напряжённо-деформированного состояния. Определено, что для обработки равнинных участков новые горизонтальные элементы с ломаным

профилем по третьей базовой форме, выполненные из стали марки С245, при толщине 5 мм и отклонениями латерального ребра до 4 мм обеспечены необходимые прочностные характеристики. Получен инвариант базовой структуры, реализован в конструкции концепта перспективного адаптивного орудия для глубокого рыхления. Он позволяет в автоматическом режиме изменять геометрические характеристики рамы орудия и соответствующей системы деформаторов по критерию заданного качества рыхления. Это способствует стабилизировать нагрузки на рабочие органы и привод тяговой машины при обработке равнинных и склоновых агроландшафтов на глубину до 0,6 м.

Представленные в главе результаты исследований обладают научной и практической новизной, подтверждённой патентом на изобретение РФ.

В восьмой главе «Определение экономической эффективности применения технологического процесса и соответствующих орудий для глубокого рыхления» изложены условия и установка критериев расчёта для оценки экономической эффективности. Приведены данные для базового расчёта экономической эффективности и данные для расчёта экономической эффективности инновационного комплекса орудий на примере модельного хозяйства.

В результате расчёта экономической эффективности применения инновационного комплекса орудий для глубокого рыхления склоновых и равнинных земель в южной подзоне Ростовской области при ставке дисконтирования в 8,5 % годовых (в данных 2022 г.) выявлено: срок окупаемости проекта 0,85 года, чистый дисконтированный эффект 10,5 тыс. руб./га за 1 год его применения.

Представленный материал подтверждает технико-экономическую эффективность предложенных в диссертации мероприятий и их практическую целесообразность. Данная глава является логическим завершением диссертационной работы.

В заключении сформулированы основные результаты исследования, предложения и рекомендации производству, обозначены перспективы дальнейших исследований.

4. Освещение основных результатов работы в печати и соответствие содержания автореферата основным положениям диссертации

Основные положения диссертации, научная новизна, теоретическая и практическая значимость результатов, полученных при исследовании проблемы имеют широкое отражение в специализированных журналах, рекомендованных ВАК РФ, на международных, всероссийских и региональных научно-практических конференциях и выставках. По результатам исследований Михайлиным А.А. опубликовано 36 печатных работы, из них в виде статей, опубликованных в журналах из перечня ВАК Российской Федерации - 17; в изданиях, индексируемых в международных базах данных - 2; 13 публикаций в других журналах и материалах конференций, а также в виде патентов: 1 патент на способ и 3 патента на изобретение.

Автореферат, включающий совместно со списком публикаций по теме диссертации 40 страниц, полностью отражает основные положения и научные результаты диссертации, выносимые на защиту. Полученные результаты научно-исследовательской работы, судя по представленным документам в приложениях, прошли достаточную производственную проверку.

В целом представленная Михайлиным А.А. к защите диссертация является законченной научно-исследовательской работой, имеющей высокий уровень исполнения. Её содержание соответствует критериям, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени доктора наук.

5. Замечания по диссертационной работе

Глава 1

1. В тексте диссертации автор приводит задачи исследований дважды (см. стр. 8...9 и 76...77).

2. В обзоре не затронуты современные направления обработки почвы (no-till, strip-till, controlled traffic farming); их рассмотрение могло бы дополнить общую картину и усилить аргументацию автора.

3. Из текста главы не совсем понятно по каким признакам автор предположил, что метод Ш. Кулона, метод расчёта по круглоцилиндрическим поверхностям скольжения и Аналитическая модель устойчивости Г.М. Шахунянца (метод прислоненных отсеков) являются наиболее близкими для анализа устойчивости верхнего влагонасыщенного слоя почвы глубиной до 0,60 м на склоне, обработанного новым мелиоративным способом, направленным на аккумуляцию внутрипочвенной влаги.

Глава 2

1. В тексте главы недостаточно объяснён выбор унифицированного языка моделирования (UML) при разработке информационной модели ресурсосберегающей системы обработки почв с соответствующими техническими средствами и технологическим процессом глубокой обработки склоновых земель.

2. Почему автор выбрал именно тернарную архитектуру объектно-целевой диаграммы классов (ОЦДК)?

3. В представленной архитектуре анализа и синтеза системы ресурсосберегающей обработки склоновых и равнинных земель (см. рисунок 2.3) не ясно какие весовые категории имеют тернарная ОЦДК и диаграмма прецедентов.

4. В представленных выводах по главе отсутствуют численные значения информации.

Глава 3

1. При рассмотрении устойчивости склона следовало бы уточнить условия возникновения опасных состояний обработанного слоя.

2. На каком основании автор ограничивает применение представленной модели для анализа устойчивости, обработанного новым способом влагонасыщенного склона крутизной до 23°?

3. Представленные выводы п.1 и п.6 по смыслу близки. В чём разница?

Глава 4

1. Из текста главы не ясно какой тип существующей почвенной влаги автором рассматривался?

2. Не совсем ясно почему автором были приняты следующие моменты времени: 0,135 суток (3,24 часа); 0,385 суток (9,24 часа); 1 сутки (24 часа); 2 суток (48 часов)?

Глава 5

1. Из рисунка 5.7 не ясно – увеличивается ли деформационная область от применения усовершенствованного наральника?
2. Из текста главы не понятно, защищена ли патентом усовершенствованная форма наральника?

Глава 6

1. Чем обосновано сравнение рабочего органа комплекса орудий для глубокого рыхления на базе ГНЧ-0,6М с КАО-2 при разной глубине обработки (60 см против 40 см)?
2. Утверждение о механической целостности внутрисочвенной стенки не сопровождается ссылкой на способ её оценки; желательно уточнить критерий.

Глава 7

1. При выборе методов расчёта на прочность элементов системы деформаторов следовало бы привести допущения, которые бы объясняли выбор принятой расчетной схемы.

Глава 8

1. При значительном росте урожайности, отражено ли в расчёте приобретение дополнительной уборочной техники?

Общие замечания по работе

1. Общие выводы и выводы по всем главам достаточно громоздкие.
2. В тексте диссертации и в автореферате встречаются опечатки, стилистические ошибки, неудачные формулировки.

Замечания по автореферату

1. В автореферате диссертации не приведены результаты натурного исследования влияния нового ресурсосберегающего способа обработки склоновых земель на скорость впитывания воды.
2. Не представлен в автореферате концепт инновационного энергосберегающего адаптивного глубокорыхлителя для обработки равнинных и склоновых земель, на который получен патент на изобретение № 2799608.

6. Заключение о соответствии диссертации критериям

Положения о присуждении ученых степеней ВАК РФ

Несмотря на указанные замечания следует констатировать, что представленная диссертация является законченной научно-квалификационной работой, выполненную соискателем самостоятельно на актуальную проблему.

В диссертации Михайлина Андрея Андреевича изложены научно обоснованные технологические и технические разработки, имеющие важное народнохозяйственное значение для повышения степени аккумуляции внутрисочвенной влаги, а также сохранения плодородия склоновых и равнинных обрабатываемых почв, обеспечивающих агрономически ценную почвенную структуру. Полученные автором результаты достоверны, выводы и заключение обоснованы. Работа проделана большая и необходимая сельскохозяйственному производству. Диссертация написана

грамотно, логически завершена, имеет целостный характер, доходчиво и аккуратно оформлена. По каждой главе в работе, сделаны соответствующие достоверные выводы.

Несмотря на отмеченные в отзыве замечания диссертационная работа отвечает критериям, изложенным в пунктах 9, 10, 11, 12, 13, 14 действующего Положения о присуждении ученых степеней, утвержденного Постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 г. № 842.

На основании вышеизложенного считаю, что Михайлин Андрей Андреевич заслуживает присуждения ученой степени доктора технических наук по научной специальности 4.3.1. Технологии, машины и оборудование для агропромышленного комплекса.

Официальный оппонент:
доктор технических наук,
доцент
«20» августа 2026 г.



Соболевский Иван Витальевич

Ф.И.О. лица, предоставившего отзыв	Соболевский Иван Витальевич
Ученая степень	Доктор технических наук
Ученое звание	Доцент
Специальность, по которой защищена диссертация	4.3.1 – Технологии, машины и оборудование для агропромышленного комплекса
Место работы	Государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования республики Крым «Крымский инженерно-педагогический университет имени Февзи Якубова»
Адрес	295015, г. Симферополь, пер. Учебный, д.8
Телефон	+7-978-65-73-952
E-mail	sobolevskii-ivan@mail.ru

Согласен на сбор, обработку, хранение и передачу моих персональных данных при работе диссертационного совета Д 35.2.019.03 по диссертационной работе Михайлина А.А.

Подпись, должность, ученую степень и ученое звание И.В. Соболевского удостоверяю:

Ученый секретарь

Государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования Республики Крым «Крымский инженерно-педагогический университет имени Февзи Якубова»



С.А. Феватов

С отзывом официально-
го оппонента ознаком-
лен. М.П. 15.08.2026 М.П.
Михайлин А.А.

Председателю диссертационного
совета Д 220.038.08 на базе
ФГБОУ ВО Кубанский ГАУ
С. В. Оськину

Сведения об официальном оппоненте

по диссертационной работе Михайлина Андрея Андреевича на тему «Ресурсосберегающие технологические процессы и технические средства для глубокой обработки склоновых и равнинных земель Юга России», представленной на соискание ученой степени доктора технических наук по специальности 4.3.1. Технологии, машины и оборудование для агропромышленного комплекса

Фамилия, Имя, Отчество Ученая степень (с указанием шифра научной специальности, по которой защищена диссертация)	Соболевский Иван Витальевич Доктор технических наук 4.3.1. Технологии, машины и оборудование для агропромышленного комплекса
Наименование диссертации	Обоснование и разработка ресурсосберегающего комплекса рабочих органов технических средств поверхностной обработки почвы в условиях Республики Крым (2025 г.)
Ученое звание	Доцент
Полное наименование организации в соответствии с уставом на момент предоставления согласия	Государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования Республики Крым "Крымский инженерно-педагогический университет имени Февзи Якубова"
Наименование подразделения	Проектный офис
Должность	Начальник
Адрес организации места работы	295015, Республика Крым, г. Симферополь, пер. Учебный, д. 8
Телефон и официальный сайт организации места работы	тел. +7 (3652) 24-94-95 https://kipu-rc.ru/
Основные публикации официального оппонента, затрагивающие сферу диссертационного исследования соискателя	
1. Соболевский, И.В. Результаты экспериментальных исследований рабочего органа турбодискового культиватора тдкп-2,9 для вертикальной обработки почвы / И.В. Соболевский, В.А. Куклин, В.Н. Евдокимов // Таврический вестник аграрной науки. – 2026. – № 1 (45). – С. 250-260.	

2. **Соболевский, И.В.** Обоснование энергетических параметров комбинированного почвообрабатывающего агрегата системы «Компактор» / И.В. Соболевский, В.А. Куклин, В.Н. Евдокимов, И.В. Голиков, Я.Н. Исмаилов Я.Н. // Таврический вестник аграрной науки. – 2025. – № 2 (42). – С. 262-273.
3. **Соболевский, И.В.** Результаты полевых испытаний компактора предпосевного КП-7,2 «КРЫМ» / И.В. Соболевский, В.А. Куклин, В.Н. Евдокимов, И.В. Голиков // Таврический вестник аграрной науки. – 2025. – № 4 (44). – С. 188-200.
4. **Соболевский, И.В.** Обоснование параметров модернизированного планчатого почворежущего катка комбинированного агрегата / И.В. Соболевский, В.А. Куклин, И.И. Калафатов, И.В. Голиков, Я.Н. Исмаилов // Таврический вестник аграрной науки. – 2024. – № 1 (37). – С. 149-157.
5. **Соболевский, И.В.** Определение основных показателей рабочих органов почвообрабатывающих катков в лабораторных условиях / И.В. Соболевский, В.А. Куклин, Я.Н. Исмаилов // Таврический вестник аграрной науки. – 2024. – № 2 (38). – С. 178-188.
6. **Соболевский, И.В.** Результаты полевых испытаний модернизированного комбинированного стернового агрегата с усовершенствованными рабочими органами почвообрабатывающих катков / И.В. Соболевский, В.А. Куклин, Я.Н. Исмаилов, И.В. Голиков // Таврический вестник аграрной науки. – 2024. – № 4 (40). – С. 216-227.
7. **Соболевский, И.В.** Определение энергетических показателей поверхностной обработки почвы рабочими органами выравнивателя / И.В. Соболевский, В.А. Куклин, И.И. Калафатов // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. – 2023. – Т. 16. № 4 (79). – С. 110-119.
8. **Соболевский, И.В.** Обоснование конструктивных параметров рабочих органов выравнивателя для стернового культиватора / И.В. Соболевский, В.А. Куклин, И.И. Калафатов // Таврический вестник аграрной науки. – 2023. – № 1 (33). – С. 104-112.
9. **Соболевский, И.В.** Обоснование конструктивных параметров и расположения рабочих органов агрегата почвообрабатывающего комбинированного / И.В. Соболевский, В.А. Куклин, И.И. Калафатов // Таврический вестник аграрной науки. – 2023. – № 2 (34). – С. 102-109.
10. **Соболевский, И.В.** Исследование процесса работы экспериментального комбинированного стернового агрегата с модернизированными рабочими органами выравнивателя / И.В. Соболевский, В.А. Куклин, Я.Н. Исмаилов // Таврический вестник аграрной науки. – 2023. – № 3 (35). – С. 215-226.
11. **Соболевский, И.В.** Определение энергетических показателей рабочих органов стернового культиватора для поверхностной обработки почвы. / И.В. Соболевский, В.Ю. Москалевич, И.И. Калафатов // Таврический вестник аграрной науки. – 2022. – № 3 (31). – С. 171-179.

12. **Соболевский, И.В.** Исследование процесса работы экспериментального стерневого культиватора для поверхностной обработки почвы / И.В. Соболевский, В.А. Куклин // Таврический вестник аграрной науки. – 2022. – № 4 (32). – С. 213-221.

Доктор технических наук, доцент

«15» 06 2026 г.

И. В. Соболевский

Подпись, должность, ученую степень и звание И. В. Соболевского
удостоверяю:

Ученый секретарь

Государственного бюджетного

образовательного учреждения высшего

образования Республики Крым

«Крымский инженерно-педагогический университет
имени Февзи Якубова»:



С.А. Феватов