

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Тверская государственная сельскохозяйственная академия»

На правах рукописи

Блинов Филипп Леонидович

Обоснование параметров и режимов работы кротодренирующего рабочего органа
при освоении залежи

4.3.1. Технологии, машины и оборудование для агропромышленного комплекса

Диссертация на соискание ученой степени
кандидата технических наук

Научный руководитель
Кудрявцев Андрей Васильевич
кандидат технических наук, доцент

Тверь - 2024

ОГЛАВЛЕНИЕ

	с.
ВВЕДЕНИЕ.....	4
1 СОСТОЯНИЕ ВОПРОСА, ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ИССЛЕДОВАНИЙ.....	9
1.1 Актуальность вопроса	9
1.2 Анализ технологий при освоении залежи.....	11
1.3 Анализ и технических средств при освоении залежи	16
1.4 Выводы по главе	25
2 ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ	26
2.1 Обоснование технологической применимости кротодренирующего рабочего органа	26
2.2 Математическое моделирование технологического процесса работы глубококорыхлителя с кротодренирующим рабочим органом на залежных землях	29
2.3 Теоретическое обоснование конструктивных параметров и режимов работы кротодренирующего рабочего органа.....	31
2.3.1 Обоснование типа кротодренирующего рабочего органа	31
2.3.2 Обоснование конструктивных параметров кротодренирующего рабочего органа	35
2.3.3 Обоснование режимов работы кротодренирующего рабочего органа .	37
2.4 Энергоемкость работы глубококорыхлителя с кротодренирующим рабочими органами	49
2.5 Прочностной расчет стойки кротодренирующего рабочего органа	52
2.6 Выводы по главе	56
3 ПРОГРАММА И МЕТОДИКА ПРОВЕДЕНИЯ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ	57
3.1. Программа и методика проведения лабораторных исследований	57
3.2 Программа и методика проведения полевого опыта	62

3.3 Приборное обеспечение и измерительное оборудование экспериментальных исследований	64
3.4 Методика обработки результатов экспериментальных исследований ...	72
3.5 Программа и методика проведения производственного испытания	76
3.6 Выводы по главе.....	78
4 РЕЗУЛЬТАТЫ И АНАЛИЗ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ.....	80
4.1 Результаты и анализ лабораторных исследований	80
4.2 Результаты и анализ полевых исследований	83
4.3 Результаты и анализ производственных испытаний	94
4.4 Выводы по главе	98
5 ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ИСПОЛЬЗОВАНИЯ КРОТОДРЕНИРУЮЩЕГО РАБОЧЕГО ОРГАНА	100
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	104
РЕКОМЕНДАЦИИ ПРОИЗВОДСТВУ.....	106
ПЕРСПЕКТИВЫ ДАЛЬНЕШЕЙ РАЗРАБОТКИ	108
ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ ДИССЕРТАЦИИ ОПУБЛИКОВАНЫ В СЛЕДУЮЩИХ РАБОТАХ	109
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ.....	114
ПРИЛОЖЕНИЯ.....	132

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность темы. В современных условиях развития сельскохозяйственного производства требуется возврат в сельскохозяйственные севооборот более 59 % залежных земель, применительно к Российской Федерации в целом и в частности для Тверской области не менее 50 % - 42,3 тыс. га.

В условиях переувлажнённых участков, применение машинных технологий культуртехнической мероприятий, направленных на первичную глубокую обработку путём кротодренирования, позволяет улучшить водно-воздушный режим почвы. Обеспечение оптимальных условий в почвенном слое позволит не только сместить агросроки посева сельскохозяйственных культур, но и снизить энергоёмкость технологических процессов на последующую подготовку почвы в осенний и весенний периоды.

В связи с этим научные исследования направлены на обоснование технологических аспектов при глубокой обработке почвенного и подпочвенного слоев, рекомендации по выбору параметров и режимов работы кротодренирующих рабочих органов, оценку качества и энергетических показателей выполнения технологического процесса, что является актуальной, научно обоснованной темой.

Работа выполнена в рамках комплексной Федеральной программы «Мелиорируемые земли на 2022 – 2031 годы» (Постановления правительства РФ от 14 мая 2021 года № 731 «О Государственной программе эффективного вовлечения в оборот земель сельскохозяйственного назначения и развития мелиоративного комплекса Российской Федерации»), научно-исследовательской, опытно-конструкторской и технологической работы гражданского назначения в рамках грантовой поддержки по программе «УМНИК-2021» Фонда содействия инновациям, а также программами НИР ФГБОУ ВО Тверская ГСХА.

Степень разработанности темы исследования. Теоретическими аспектами проработки вопросов, раскрывающих взаимодействие рабочих органов с глубоким почвенным слоем заложены основоположником земледельческой механики, профессором В.П. Горячкиным. Дальнейшее развитие получили в работах

Желиговского В.А., Клёнина Н.И., Левшина А.Г., Казакова В.С., Резника Н.Е., Данатарова А. и других учёных. В данных исследованиях представлены основополагающие исследования теоретического и практического плана по обоснованию основных параметров рабочих органов для почвообработки, однако не в полной мере затронуты вопросы первичной, глубокой обработки, в том числе на глубине ниже расположения плужной подошвы, являющейся негативным фактором для подготовки почвенных условий.

Непосредственное обоснования основных форм, параметров и режимов работы орудий для культуртехнических мероприятий в слое на глубине не более 60 см почвогрунта залежных земель отражено в работах Токушева Ж.Е., Путрина С.А., Голубева В.В. и др. [112].

Вместе с тем, выполненный анализ позволил установить, что научно обоснованное использование технологической операции первичной обработки в виде кротодренирования позволяет улучшить водно-воздушный режим, что в условиях ввода залежи позволяет повысить урожайность возделываемых сельскохозяйственных культур не менее 20...25 %.

Цель исследования – обоснование параметров и режимов работы кротодренирующего рабочего органа при освоении залежи.

Задачами исследования являются:

1. Обосновать применение кротодренирования для улучшения свойств подпахотного горизонта для возделывания сельскохозяйственных культур при освоении залежи.

2. Разработать математическую модель определения конструктивных параметров кротодренирующего рабочего органа при первичной глубокой обработке почвогрунта.

3. Определить энергетические показатели кротодренирующего рабочего органа при освоения залежи.

4. Подтвердить в лабораторно-полевых условиях рациональные параметры и режимы работы кротодренирующего рабочего органа для первичной подготовки

почвы при освоении залежи по энергоёмкости технологического процесса и ФМТС почвогрунта.

5. Испытать разработанный и изготовленный кротодренирующий рабочий орган при возделывании сельскохозяйственной культуры.

6. Оценить технико-экономическую эффективность предложенного агрегата для первичной обработки почвы.

Объекты исследования. Почвогрунт, кротодренирующие рабочие органы для первичной обработки почвы.

Предмет исследования. Теоретические и экспериментальные зависимости параметров и режимов работы кротодренирующего рабочего органа, влияющих на степень изменения основных физико-механических и технологических свойств (ФТМС) почвогрунта, а также энергетические характеристики кротодренирующего рабочего органа.

Научная новизна работы заключается в следующем:

- определена степень изменения физико-механических и технологических свойств почвы на глубине до 0,6 м под действием кротодренирующего рабочего органа;

- изучен и описан технологический процесс функционирования кротодренирующего рабочего органа, обеспечивающего создание рационального состояния вводимой залежи, позволяющего составить модель взаимосвязи параметров и режимов работы кротодренирующего рабочего органа с обрабатываемой средой. Получены регрессионные уравнения зависимости параметров и режимов работы кротодренирующего рабочего органа.

Новизна технического решения подтверждена патентом на полезную модель РФ № 215380 [4].

Теоретическая значимость работы заключается в теоретическом обосновании технологических режимов работы кротодренирующего рабочего органа на переувлажнённых почвах; определении рациональной конструкции рабочего органа, с учётом ФМТС почвогрунта, в зависимости от осваиваемой залежи.

Практическая значимость подтверждается полученными экспериментальными и производственными результатами оценки изменения ФМТС почвогрунта от влияния различных параметров и режимов работы кротодренирующего рабочего органа. Обоснованные параметры и режимы работы кротодренирующего рабочего органа позволили обеспечить оптимальный водно-воздушный режим почвогрунта путем создания кротодрен с разуплотненной околodrенирующей зоной.

Методология и методы исследования. В работе используется анализ и системный подход исследований, заключающийся в теоретическом исследовании, обобщении полученных ранее модельных и лабораторно-полевых исследований с применением программных продуктов и требований к выполнению экспериментальных исследований методами математического и статистического анализа.

Основные положения, выносимые на защиту:

- обоснование параметров и режимов работы кротодренирующего рабочего органа, с учётом ФМТС осваиваемой залежи;
- степень изменения энергетических показателей технологической операции глубокой обработке почвогрунта;
- зависимости урожайности сельскохозяйственных культур от параметров и режимов работы кротодренирующего рабочего органа;
- технико-экономическая оценка эффективности технологической операции кротодренирования при освоении залежи.

Степень достоверности и апробация результатов исследования. Достоверность подтверждается использованием современного приборного и программного обеспечения и методик. Погрешность измерений в условиях лабораторных экспериментов и полевого опыта составляет не более 5 %.

По результатам, полученным при выполнении исследований, проведены испытания в условиях сельскохозяйственного производства на предприятии ООО «Грин Фьюлз» и на производственных участках ФГБОУ ВО Тверская ГСХА.

Публикации результатов исследований. Результаты диссертационного исследования и практические рекомендации производству опубликованы в 25 работах, в том числе 3 в ведущих рецензируемых научных журналах из перечня, рекомендованного ВАК Минобрнауки РФ, рекомендованных ВАК РФ, в 2 патентах РФ, 18 статьях других изданий и в 2 учебных пособиях, технологические и конструкторские решения представлены в патенте на полезную модель (Приложение М).

Структура и объём работы. Диссертация изложена на 147 страницах, состоит из введения, основной части, содержащей 44 рисунка, 12 таблиц, заключения, списка используемых источников, включающего 141 наименования, в том числе 7 - на иностранном языке и 11 приложений.

1 СОСТОЯНИЕ ВОПРОСА, ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ИССЛЕДОВАНИЙ

«Зачем использовать леса и рудники для создания которых требовались века, если мы можем получить эквивалент леса и минеральных продуктов в ежегодном приросте конопляных полей»

Генри Форд, 1930.

1.1 Актуальность вопроса

Для Тверской области, расположенной в нечерноземной зоне (НЧЗ) РФ, остро стоит проблема повышения урожайности, так как на данной территории преобладают дерново-подзолистые средне и тяжёлосуглинистые почвы. Отмеченный аспект сопровождается необходимостью регулирования влажности почвы до необходимого уровня, что способствует созданию физически спелого состояния почвенного профиля и сокращению агросроков на технологические операции связанные с подготовкой почвы [71, 73].

В современных условиях развития сельскохозяйственного производства требуется возврат в сельскохозяйственные севооборот более 59 % залежных земель, применительно к Российской Федерации в целом и в частности для Тверской области не менее 50 % - 42,3 тыс. га [132].

В условиях переувлажнённых участков, применение машинных технологий культуртехнических мероприятий, направленных на первичную глубокую обработку путём дренирования, позволяет улучшить водно-воздушный режим почвы. Обеспечение оптимальных условий в почвенном слое позволит не только сместить агросроки посева сельскохозяйственных культур, но и снизить энергоёмкость технологических процессов на последующую подготовку почвы в осенний и весенний периоды [73, 101, 120].

В настоящее время при введении залежных земель в сельскохозяйственный оборот, вопросы мелиорации стоят особенно остро. Поэтому, разработка устройств, позволяющих улучшать водно-воздушный режим почвы посредством использования дрен, является актуальной темой [50].

Одна из ключевых подотраслей растениеводства сельского хозяйства Тверской области является возделывание мелкосемянных культур (льноводство и коноплеводство). Концептуально планируется создать новые рабочие места, использовать инновационные технологии и технические средства, в том числе при вводе залежных земель, обеспечив увеличение налоговых поступлений в бюджет, создать семенную и машинно-тракторные станции, ткацкую фабрику и модернизировать перерабатывающие заводы [78, 111].

По данным Тверьстата в 2021 году общая посевная площадь сельскохозяйственных культур Тверской области составила 477,7 тыс. га. Так зерновые и мелкозерновые культуры посеяны на площади 67,2 тыс. га, картофель – 13,25 тыс. га, овощи – 2,27 тыс. га, технические культуры – 5,74 тыс. га., кормовыми культурами составили 389,28 тыс. га, из которых 356,99 тыс. га – многолетние травы, 28,53 тыс. га – однолетние травы, 3,74 тыс. га – кукуруза на корм, 0,03 тыс. га – кормовые корнеплоды и бахчевые кормовые культуры [133].

В данный момент значительное внимание уделяется проблеме использования земель сельскохозяйственного назначения. Для решения ряда вопросов мелиорации земель, в том числе вовлечения в оборот ранее неиспользованных сельскохозяйственных угодий, разработана ведомственная программа «Развитие мелиоративного комплекса России» [1, 86, 121].

Стоит обратить внимание, что по данным на 2020 год, доля неиспользуемой пашни равна 17 % от общей площади сельскохозяйственных угодий страны, что в свою очередь составляет 19 млн. га или 59 % неиспользуемых сельскохозяйственных угодий [133].

Ввод залежных земель в оборот позволит увеличить рост производства отраслей экономики страны и валовый сбор сельскохозяйственной продукции, что способствует укреплению продовольственной безопасности страны, улучшению экологической обстановки и созданию новых рабочих мест.

Выше изложенное укладывается в концепцию Постановления правительства РФ от 14 мая 2021 года № 731 «О Государственной программе эффективного

вовлечения в оборот земель сельскохозяйственного назначения и развития мелиоративного комплекса Российской Федерации».

Работа выполнена в рамках научно-исследовательских, опытно-конструкторских и технологических работ гражданского назначения в рамках грантовой поддержки по программам «Разработка орудия для глубокого подпахатного рыхления почв с образованием дрен в условиях нечерноземной зоны РФ», «Оценка учёта урожайности зерновых и лубяных сельскохозяйственных культур в условиях культуротехнической мелиорации Тверского региона программы», а также в рамках НИР кафедры ТТМиК ФГБОУ ВО Тверская ГСХА [101].

1.2 Анализ технологий при освоении залежи

Необходимость повышения уровня использования природных характеристик земель – важная задача, выполнение которой невозможно без применения организационно-хозяйственных, технологически-технических мероприятий, направленных на коренное улучшение продуктивности и придания новых качеств землям сельскохозяйственного назначения.

В нашем случае, для Тверской области, где преобладают дерново-подзолистые средне и тяжёлосуглинистые почвы, интересуют мероприятия, способствующие улучшению аэрации и накоплению в почве полезной для растений влаги [22].

Создание благоприятных физико-механических, технологических свойств почв и биологических условий для произрастания большинства культур достигается путём периодической, глубокой обработки почвы, позволяющей беспрепятственно развиваться корневой системе растений, и как следствие, максимально получать необходимые минеральные питательные вещества и влагу из нижних слоев аэрируемой почвы, с обеспечением водно-воздушного баланса подпахотного горизонта, что благотворно влияет на развитие почвенной микробиоты, корневой системы растений и протекание аэробных процессов [124].

Ввод залежи в севооборот необходимо производить при рациональном расходовании следующих ресурсов: энергетических, трудовых, материальных (в том числе и водных) [36, 65]. Стоит также отметить, что мелиорация земель может приводить не только к положительным, но и отрицательным последствиям. Поэтому обоснованный выбор видов культуртехнических мероприятий залежных земель, позволяет учитывать и экологический фактор, для недопущения ущерба природному агрофитоценозу, способствуя снижению непредвиденных материальных затрат. Таким образом, можно выделить основные цели мелиорации, отраженные на рисунке 1.1.



Рисунок 1.1 – Основные цели освоения залежи

Исходя из поставленных целей, различают три основные задачи, которые отражены на рисунке 1.2 [74, 90].

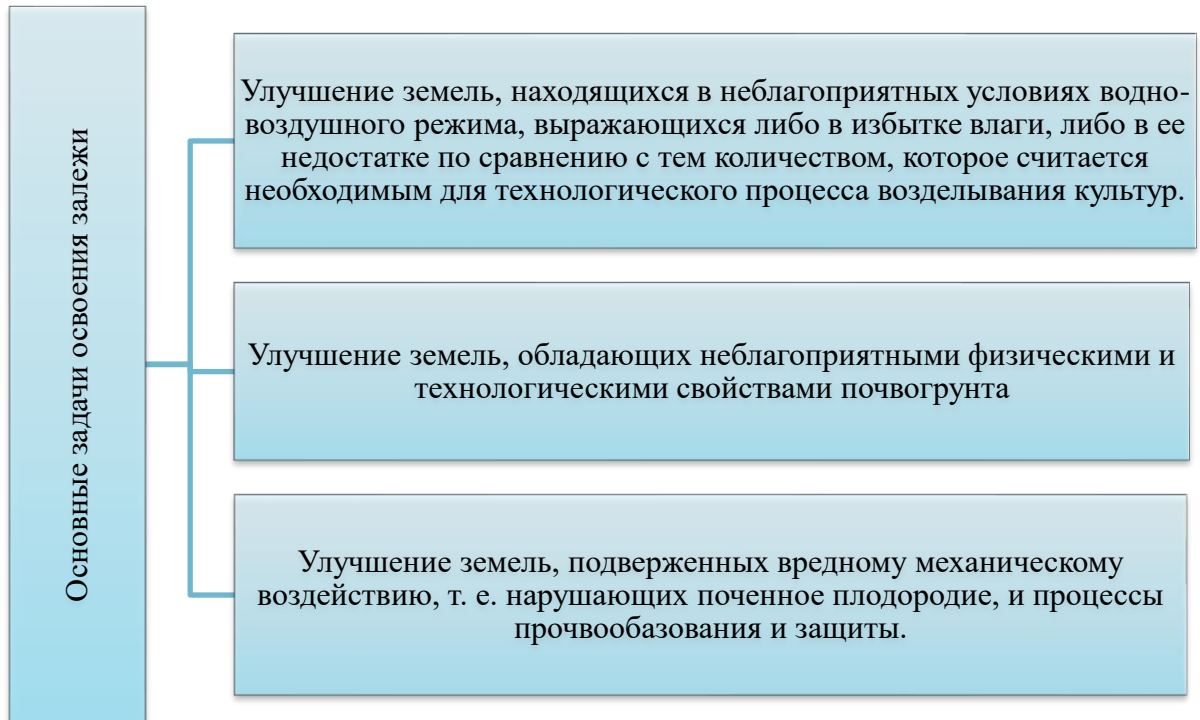


Рисунок 1.2 – Основные задачи освоения залежи

В зависимости от конкретной задачи применяются и различные виды мелиорации. Мелиорация земель является элементом землепользования и земледелия [60]. Ее классифицируют по нескольким признакам: по направленности в народно-хозяйственном использовании территорий и по способам реализации. В народно-хозяйственном использовании земель, можно выделить несколько видов мелиорации:

- агрономические;
- биологические;
- гидротехнические;
- химические;
- культуртехнические;
- тепловые [16, 56, 62].

Данная классификация отражает в первую очередь состав мелиорации при сельскохозяйственном использовании территорий и каждый из видов предназначен

для решения определенных задач. При обзоре каждого вида, можно выделить основные цели [3, 21, 31]:

- агрономические – решают задачи эффективного изменения рельефа местности, а также физических свойств почв;
- гидротехнические – способные решить задачи подачи, аккумуляции и сброса ирригационных и дренажных вод для водоснабжения;
- биологические – при помощи рационального использования травянистой и древесной растительности способны улучшить состояние почвы;
- тепловые – способны обеспечить решение основных задач по оптимизации температурного режима почв;
- культуртехнические – создают благоприятные технические условия на поверхности почв и в пределах корнеобитаемой толщи;
- химические – решают задачи улучшения химических свойств почв и вод [100, 101, 102].

Из всех вышеперечисленных видов, особое внимание заслуживают культуртехнические мероприятия, применение которых способствует регулированию водно-воздушного режима почвы. Так при нарушении водно-воздушного режима, сохранение естественного сложения почвогрунтового профиля, наличие переуплотненных слоев, нарушающих функционирование почвенного насоса, высокая плотность, и, следовательно, твердость почвы, превышающая оптимальные пределы для произрастания сельскохозяйственных культур. Допустимы показатели плотности для зерновых и лубяных культур установлены в пределах $1,1...1,4 \text{ г/см}^3$, твердости $0,68...1,1 \text{ МПа}$, влажности $30...70 \%$ от наименьшей влагоемкости [44, 53, 54].

С помощью культуртехнических мероприятий можно удалять избыточное количество воды с осушаемой территории, а также и накапливать её под пахотным слоем [137]. Такие мероприятия делят на несколько видов:

- мероприятия, обеспечивающие отвод избыточных вод, например бороздование, гребневание, узкозагонная вспашка, грядкование, профилирование;

- мероприятия, способствующие улучшению аэрации и накоплению в почве полезной для растений влаги (кротование, глубокое рыхление) [13, 37, 45].

Среди технологических мероприятий, следует обратить внимание на кротование, так как оно относится к комплексу куртуртехнических работ, входящих в осушительно-увлажнительную систему, способствующих повышению продуктивности вводимой залежи.

Кротование почвы – прием обработки почвы, обеспечивающий образование в ней дрен-кротвин. Относится к ряду методов и способов осушения как повышение инфильтрационной и аккумулирующей способности почв, во взаимосвязи с атмосферным типом водного питания почв. Данная операция проводится при достижении почвой оптимальной влажности (21...27%), когда почвы находятся в пластичном состоянии, на глубине от 0,3...1,2 м и при способности быть устойчивыми к кротованию [4, 17, 117]. Рыхление почвы – технологическая операция, обеспечивающая изменение взаимного расположения почвенных отдельностей с увеличением объёма пор [63, 64].

Совмещение технологических операций кротования и рыхления на глубину более 40 см относятся к комплексу куртуртехнических работ, входящих в осушительно-увлажнительную систему в зоне избыточного увлажнения почв при вводе залежных земель в севооборот [7]. Детальное рассмотрение указанного приема, как кротование, можно выделить несколько важных преимуществ: создаёт условия для высокопроизводительного использования машин на полях, в соответствии с агротехническими сроками, обеспечивает более равномерное распределение влаги в почве и подпахотном горизонте в течение вегетационного периода и повышает урожайность возделываемых сельскохозяйственных культур [12].

Исследования и результаты изучения кротового дренажа были отражены в различных трудах ученых: Глотова М.Н., Зейдельмана Ф.Р., Данатарова А., Астапова С.В., Капсамун А.Д. и других. Стоит обратить внимание на необходимость обстоятельного исследования взаимодействия системы «почва (исходное состояние) – кротодренирующий рабочий орган (параметры и режимы

работы) – почва (степень изменения характеристик)», и в частности механизм процесса деформационных характеристик почвенного горизонта.

Многokратные проходы МТА при выполнении технологических операций снижают показатели водно-воздушного режима почвы. Исходя из указанных негативных аспектов, происходит снижение урожайности возделываемых сельскохозяйственных культур и повышение эрозионно-опасного состояния почвы [134, 135]. Ряд учёных – Гулюк Г.Г., Янко Ю.Г., Максименко В.П., Митрофанов Ю.И., Иванов А.И., Панов А.И. и другие отмечают важность совмещения циклического глубокого рыхления с дренированием и подчёркивают агротехническую роль технологических процессов, способствуя улучшению физико-механических и технологических свойств почвы [10, 11, 81]. Следует отметить и некоторые недостатки – отсутствие контроля качества выполнения дренирования, недостаточность исследований по прочностным характеристикам дрениров и кротователей, незначительный срок службы сформированных дрен [33, 34].

В рамках предложенной системы взаимодействия, отдельно рассматриваемая подсистема «кротодренер-почва» должна быть во взаимодействии и в совмещении кротования с рыхлением. Это обеспечит лучшую порозность стенок сформированной дрены и позволит достичь необходимого водно-воздушного, впоследствии и теплового режимов в ранний весенний период, а также позволит в полной мере реализовать потенциал плодородия, накопившийся в почве при возделывании сельскохозяйственных культур на залежных землях [32, 37].

1.3 Анализ технических средств при освоении залежи

Анализ научно-технической литературы показал, что аналогами современного промышленного сельскохозяйственного машиностроения, наиболее распространенные являются машины и орудия: КР-1(2), ГК-4 (глубокорыхлитель

кратователь) и Агридиггер РК (рыхлитель-кратователь), его модификации (Приложение А).

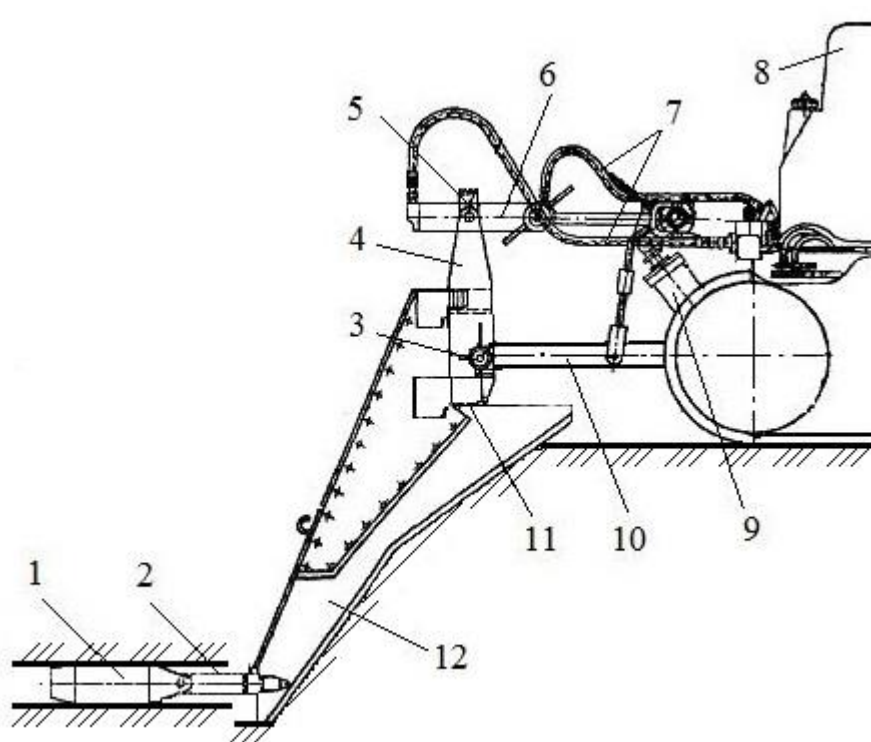
Серийно выпускаемые машины КР-1(2), ГК-4, Агридиггер РК и его модификации, производства Россия схожи по конструкции и выполняют одинаковые функции - глубокое рыхление и дренирование (кратование). Существенным недостатком данных машин является не способность обеспечить исполнение функции по снижению или исключению уплотнения околдреной зоны, а также дороговизна данных машин и неуниверсальность: она сопоставимо выше предлагаемой разработки на 17...46 %.

Таблица 1.1 – Технические характеристики глубокорыхлителей, кратователей

Наименование	Форма рабочего органа	Диаметр рабочего органа, мм	Диаметр дрены, мм	Количество рабочих органов, шт	Глубина обработки, см	Производительность, га/ч	Расстояние между дренами, м	Тип агрегата	Скорость перемещения, км/ч	Тяговый класс
ГК (Россия)	цилиндрическая	70	60-70	2-6	до 45	1-3	от 0,7	навесной	4-10	5
КР (Россия)	цилиндрическая	70	60-70	1-2	до 35	1-3	5-10	навесной	4-10	от 1,4
Агридиггер РК (Россия)	Цилиндрическая, с конусом	90	70-90	1-5	до 60	1-3	от 0,7	навесной	4-10	от 1,4
Щелеватель-кратователь	цилиндрическая	40	30-40	3	До 25	до 1	0,2	навесное	4-10	0,9
John Deere 22В	цилиндрическая	60	50-60	1	55	до 1	-	навесное	4-10	1,4

Кротодренажная машина Д-657 (рисунок 1.3) предназначена для прокладки кротового дренажа в торфяных грунтах на глубину 0,7... 1,2 м, а в минеральных — на глубину 0,5...0,85 м. Машина состоит из рамы, навески, рабочего органа, гидрооборудования и указателя глубины. Кротовину формируют уплотнением грунта при протаскивании дренера. Рабочим органом является нож с дреном.

Рама 4 оснащена оборудованием для соединения с трактором. Основной элемент рабочего органа состоит из ножа 12, цепи 2 и дренера 1. Нож присоединен к раме шарнирно, что позволяет ему поворачиваться при заглублении в землю. Это предотвращает его поломку при изменении направления движения трактора. Для полного разрезания остатков растительности верхняя часть лезвия ножа расположена под углом 143° к поверхности почвы, а нижняя - под углом 125° . Дренер 1 изготовлен из трубы с приваренными конусами. Передний конус имеет держатель для крепления цепи. На минеральных почвах используются дрены размером 80 и 100 миллиметров, на торфе - 200 и 250 миллиметров. Дрены различаются по способу крепления к ножу: жесткий и на гибкой тяге (трос или цепь).



1 – дрeнер; 2 – тяговая цепь дрeнера; 3 – шарниры крепления рамы к нижним рычагам; 4 – рама навесная; 5 – рамка поворотная; 6 – гидроцилиндр установки ножа; 7 – гидрошланги; 8 – трактор; 9 – подъемные гидроцилиндры; 10 – рычаги навесной системы; 11 – трубчатая балка; 12 – нож;

Рисунок 1.3 – Навесная дренажно-кротовая машина

В гидросистему трактора дополнительно включают распределитель, дроссель, гидроцилиндр поворота ножа и предохранительный клапан. Дроссель используют для получения заданного уклона дрены. Перемещая рукоятку дросселя, изменяют задаваемый уклон дрены в пределах 0,001...0,006.

Заглубление дрeнера контролируют указателем глубины, стрелка которого тросиком связана с валом навесной системы трактора. При подъеме ножа тросик наматывается на вал и поворачивает стрелку.

Для создания кротового дрeнажа необходимо предварительно спланировать площадь угодий. На краю поля нужно создать открытый канал, а затем с помощью машины, доставить дрeнерное устройство к этому каналу. Затем с помощью гидроцилиндра дрeнерное устройство опускают в канал на нужную глубину. Далее лимб дросселя настраивают на нужный уклон в соответствии с инструкцией. Нож

разрезает грунт и за собой тянет цепь с дренажным устройством, которое формирует дренажную канаву в почве. Если нож встречает препятствие, он автоматически выглубляется под действием предохранительного клапана. Скорость работы машины составляет от 1,5 до 2 км/ч, а рабочая скорость - от 0,8 до 4 км/ч.

Рыхлитель-щелеватель РЩЯ-3-120 используется для глубокого рыхления и создания щелей в почве. Он состоит из среднего и двух боковых корпусов, которые работают вместе для выполнения этих задач. Средний корпус используется для рыхления почвы на глубину до 70 см и создания щелей, а боковые корпуса - для рыхления на глубину до 42 см. Ширина захвата этого оборудования составляет 1,9 метра, а производительность - 1,2 километра за один час непрерывной работы.

Навесной кротователь КН-100М используется для создания кротовых дренажей в торфяных и глинистых почвах с целью осушения и улучшения воздушного режима почвы. Он состоит из двух сварных боковин, рабочего органа и полуосей.

Рабочий орган кротователя состоит из ножа и деревянного или металлического дренажа. Нож заточен под углом 45° и усилен двумя накладками сверху. К нижней части ножа прикреплены две небольшие накладки с отверстиями, через которые проходит трос, соединяющий нож с дренажем. Для работы в торфяных почвах нож устанавливается на верхний ряд отверстий, а к тросу крепится деревянный дренаж. Для работы в глинистых почвах используется нижний ряд отверстий для ножа и металлический дренаж.

Кротователь КН-100М может быть присоединен к трактору Т-100БМГС (или Т-130БГ-3) для выполнения работ. Глубина создания кротовых отверстий для осушения может варьироваться от 0,6 до 0,9 метров в глинистых грунтах и от 0,7 до 1,4 метров в торфяных. Для регулирования воздушного режима глубина составляет от 0,4 до 0,5 метров. Диаметр дренажных труб может быть от 60 до 80 миллиметров для глинистых грунтов и 200 миллиметров для торфяников.

Кротователь КН-1200 используется для создания дренажных кротовых нор при осушении лугов и полей. Он помогает отводить лишнюю влагу осенью и зимой

и сохранять влагу в период вегетации растений. За один проход эта машина может создать одну кротовую дрену глубиной до 1,3 метра. Толщина стойки ножа составляет 16 миллиметров. Диаметр сменного уширителя может быть 275 или 114 миллиметров. Производительность этой машины может достигать 10 километров в смену.

Согласно открытым реестрам, информационно-поисковой системы Федерального института промышленной собственности патентным поиском в области рабочих органов для выполнения операций кротование и щелевание проанализированы конструкторские решения.

Для прокладки кротовых дрен используется Демпфирующий дрeнер (А. с. № SU 1392195 СССР, МПК E 02 B 11/02, опубл. 30.04.1988). Дрeнер имеет сложную конструкцию, представленную в виде витой пружины, и по заявлению в описании это обусловлено достижением разности диаметра дрeнера, в зависимости от прохождения слоев почвы разной по твердости и плотности. Сложность заключается в подборе упругих марок стали, диаметре проволоки и сложности изготовления (необходимо специализированное оборудование горячей намотки определенной продолговатой формы). Работоспособность данной конструкции ставится под сомнение, ввиду прохождения твердых и плотных слоев почвы и забивании межвиткового пространства тяжелосуглинистыми фракциями, ключевое столкновение с физико-механическими свойствами различных типов почв. Также данная разработка не удовлетворяет потребности в исполнении задачи и выполнения функции по снижению переуплотнения околodrеной зоны (рисунок 1.4).

Свидетельство № SU 1276744 A1 Щелерез-кротователь. Щелерез-кротователь имеет аналогичную конструкцию рабочего органа шнекового типа, что значительно упрощает его изготовление. Однако одним из существенных недостатков, которые ставят под сомнение целесообразность разработки, является невозможность вращения этого органа, то есть его неспособность преодолевать сопротивление почвы и преобразовывать его во вращательное движение благодаря физико-механическим свойствам почвы. В результате, поскольку орган является

пассивным, происходит забивание витков шнека. Это приводит к неравномерности стенок канала дрены и увеличению тягового усилия МТА. Это, в свою очередь, приводит к увеличению расхода топлива и снижению общей производительности примерно на 15-20% (рисунок 1.4).

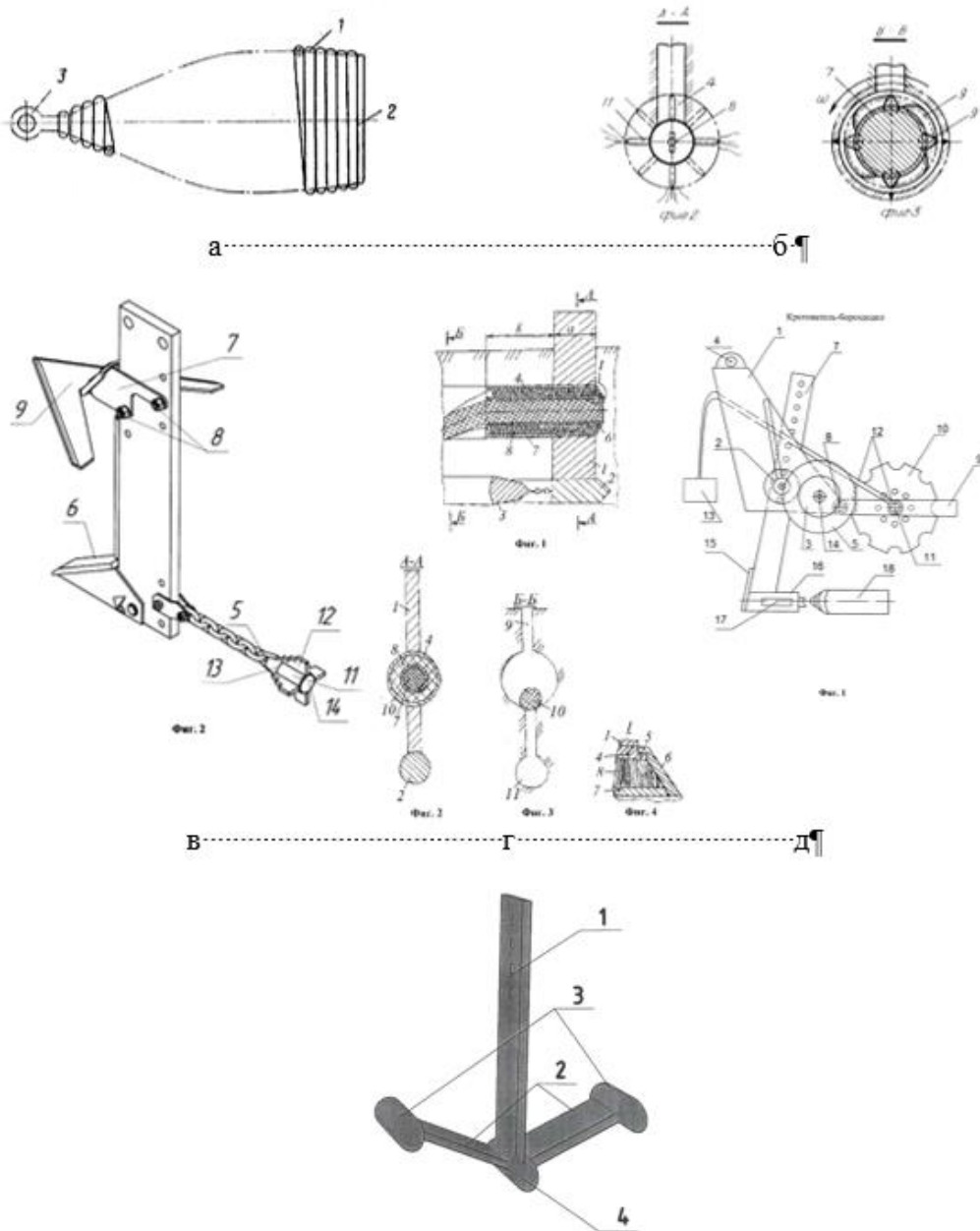
Свидетельство № RU 211532 U1 Устройство для щелевания почвы. Эта модель относится к сельскохозяйственному машиностроению, а именно к рабочим органам для противоэрозийной обработки почвы путем щелевания и кротования. Она включает в себя сварную раму со стойкой, опорными колесами и плоскорежущими ножами. На каждой стойке в верхней передней части закреплена плоскорежущая лапа. В нижней части стойки на шарнирном кротователе установлены продольные ступенчатые разрезные ножи. Эта конструкция позволяет повысить эффективность обработки почвы и сохранить стерневой фон. Также она увеличивает влагоемкость почвы в корнеобитаемом слое (рисунок 1.4).

Свидетельство № RU 2766894 Кротователь для оросительной системы Устройство относится к мелиоративной технике и используется для создания дренажных каналов. Оно состоит из вертикальной ножевой стойки и дренера с уширителем, прикрепленных к ее нижней части. Ножевая стойка снабжена цилиндрической вставкой, которая расположена выше дренера на расстоянии не менее 1,5 диаметров уширителя. Продольные оси вставки и дренера параллельны друг другу и лежат в одной плоскости. Коническая режущая втулка выполнена с отверстием, диаметр которого превышает толщину ножевой стойки. К задней части втулки прикреплен малый цилиндр, ось вращения которого совпадает с осью вращения втулки (рисунок 1.4).

Свидетельство № RU 187462 Кротователь-бороздодел. Кротователь - это устройство, которое используется для создания дренажных канавок на склоне. Оно представляет собой сварную раму, установленную на тракторе с гидроприводом, с двумя пластинами трапецеидальной формы. Внутри рамы находится пластинчатая стойка, которая установлена под углом 100-110 градусов к направлению движения. На стойке закреплён нож в виде чизеля и цилиндрический дронер с треугольными крыльями по бокам. После дренера находится кротователь, который шарнирно

прикреплен к дрениру. Все элементы устройства жестко закреплены на раме (рисунок 1.4).

Свидетельство № RU 2 498 011. Устройство для нарезки кротовых дрен. Устройство для создания кротовых дрен на склонах, в основном используется в сельском хозяйстве для осушения переувлажненных земель и улучшения водно-воздушного режима почвы. Оно состоит из вертикального ножа с двумя крыльями, оснащенными дополнительными дренирами. Дрениры имеют форму цилиндров, усеченных в передней части и закрепленных на крыльях под углом 12...35 градусов. Это позволяет ускорить поверхностный сток и предотвратить заиливание и размыв дрен. Благодаря этому устройству также улучшается устойчивость дренажных систем и ускоряется процесс понижения уровня грунтовых вод (рисунок 1.4).



а - демпфирующий дреноер; б - щелерез-кротователь; в - устройство для щелевания почвы; г - кротователь для оросительной системы; д - кротователь-бороздодел; е - устройство для нарезки кротовых дрен;

Рисунок 1.4 – Схему устройств для кротодренирования

Анализ конструкторских решений в области рабочих органов для глууоокой обработки почвы (кротование, щевание) показал. Форма рабочих органов представлена цилиндром жестко или гибко закрепленным за стойкой. Недостатки приведенных рабочих органов описаны ранее при рассмотрении патента.

1.4 Выводы по главе

Анализ данных показал. Доля залежных земель Тверской области составляет более 50 % от общей площади пашни, что характерно для всей Нечерноземной зоны РФ с избыточным увлажнением. Создание рациональных ФМТС почвогрунта для возделывания сельскохозяйственных культур, при освоении залежных земель, требует глубокой обработки - кротодренирование.

Для решения проблемы оптимизации водно-воздушного режима почвогрунта необходимо предложить и разработать способ совмещения дренирования и глубокого рыхления подпахотного горизонта. Данное техническое решение позволит сократить общие затраты на освоение залежи с дальнейшим возделыванием сельскохозяйственных культур.

2 ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

2.1 Обоснование технологической применимости кротодренирующего рабочего органа

На основании выполненных аналитических исследований определено, что разработкой культуртехнических мероприятий по защите почв от водной и ветровой эрозионной составляющих, занимались такие учёные, как Мальцев Т.С., Измаильский А.А., Бараев А.И., Роде А.А., Ревут И.Б., Слесарев И.В. и другие [27, 34, 75, 79, 82]. Комплексная механизация технологических процессов в условиях почвозащитного земледелия, теоретические аспекты проектирования рабочих органов, взаимодействующих с различным обрабатываемым материалом – почвой, грунтом, граничных зон, отражены в фундаментальных трудах профессора Горячкина В.П., Синеокова Г.Н., Краснощекова Н.В., Коврикова И.Т. [5, 45, 67] и других исследователей.

Как показал выполненный анализ теоретических исследований, одним из превалирующих влияний на совокупность взаимосвязанных факторов, воздействующих на формирование водной эрозии, занимает поверхностный горизонт почвы – его уклон, выравненность, что позволяет управлять движением водных ресурсов, в том числе на глубине залегания грунтовых вод [98]. Рейнгардтом Я.Р. указывается, особенное влияние на величину смыва плодородного слоя именно длиной выровненного склонового участка.

В современных условиях развития направления культуртехнических мероприятий достаточно научных работ, посвящённых исследованиям, раскрывающим сущность вопросов водной эрозии, её уменьшения путём технологических процессов, конструкций рабочих органов, применяемых для регулирования водно-воздушного режима в почве. Имеются исследования, посвящённые структурированию конструкций, форм, и даже в целом машинно-тракторные агрегаты (МТА) для уменьшения влияния водной эрозии на почвенные

условия и выход конечной продукции (рисунок 2.1). К ним относятся: лункователи, щелеватели, плоскорезы и многие другие [30, 35].

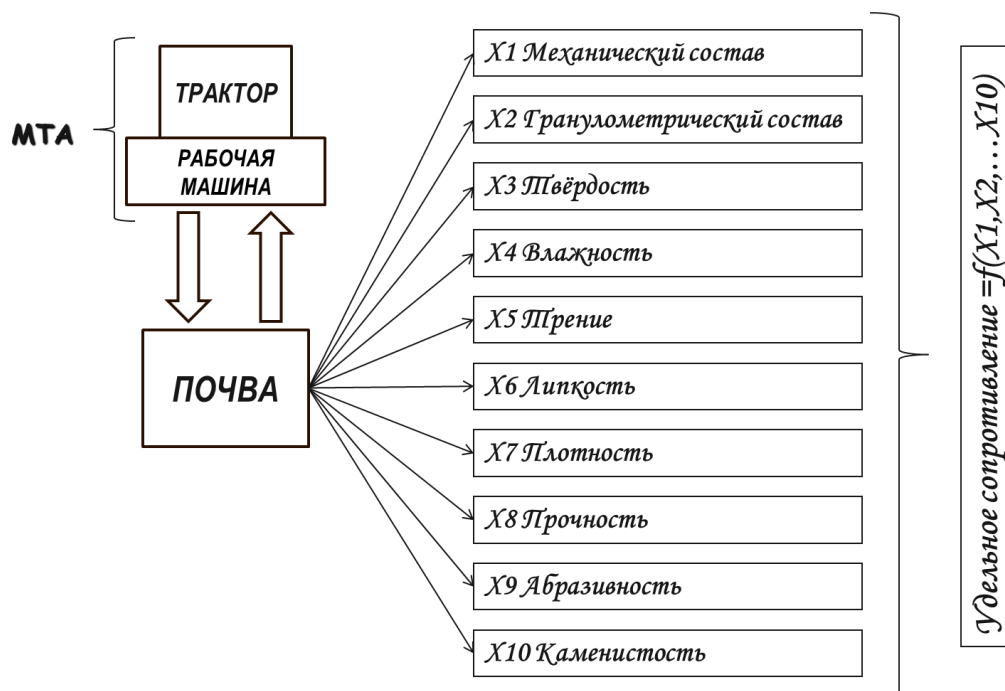


Рисунок 2.1 - Схема взаимосвязи:

МТА - ФМТС почвогрунта - тяговое сопротивление

В соответствии с анализом исследований, установлено, что при работе глубокорыхлителей, щелевателей, под воздействием неравномерного распределения свойств почвы и нижележащего подпахотного горизонта, так называемого почвогрунта возникают большие усилия. При значительной ширине захвата отдельных рабочих органов, особенно плоскорезущих, чизельных лап наблюдается эффект «увода» МТА в сторону. Это требует снижения скоростных режимов, что приводит к уменьшению производительности, нарушению технологических процессов. Следует отметить, что возможные нарушения АТТ по ширине захвата, глубине обработки, значительно увеличивают утомление тракториста-машиниста [40, 46, 96].

Из вышеизложенного можно сделать следующие заключения:

- смыв почвы на ровных площадках и склонах уклоном 3...4° можно снизить путём изменения направленности потока талых вод в весенний период при

достижении почвы физически спелого состояния, а также ливневых вод, в осенний период путём кротодренирования и формирования щелей вертикальных;

- при первичной обработке почвы рациональным будет формирование щелей, расположенных под углом к уклону, что снизит трудоёмкость технологической операции и позволит увеличить производительность;

- применение при обработке почвы и почвогрунта путём кротодренирования предположит рыхлое сложение пахотного горизонта, улучшение водно-воздушного режима за счёт высокой водопроницаемости обрабатываемого материала, сохранения стерни и пожнивных остатков на поверхности вводимой залежи или поля, на котором выполняется культуртехническая мелиорация один раз в 3...5 лет.

Процесс взаимодействия рабочих органов для первичной обработки почвы при вводе залежи, в частности кротодренирование, является сложной системой связей и технологических процессов (рисунок 2.2).

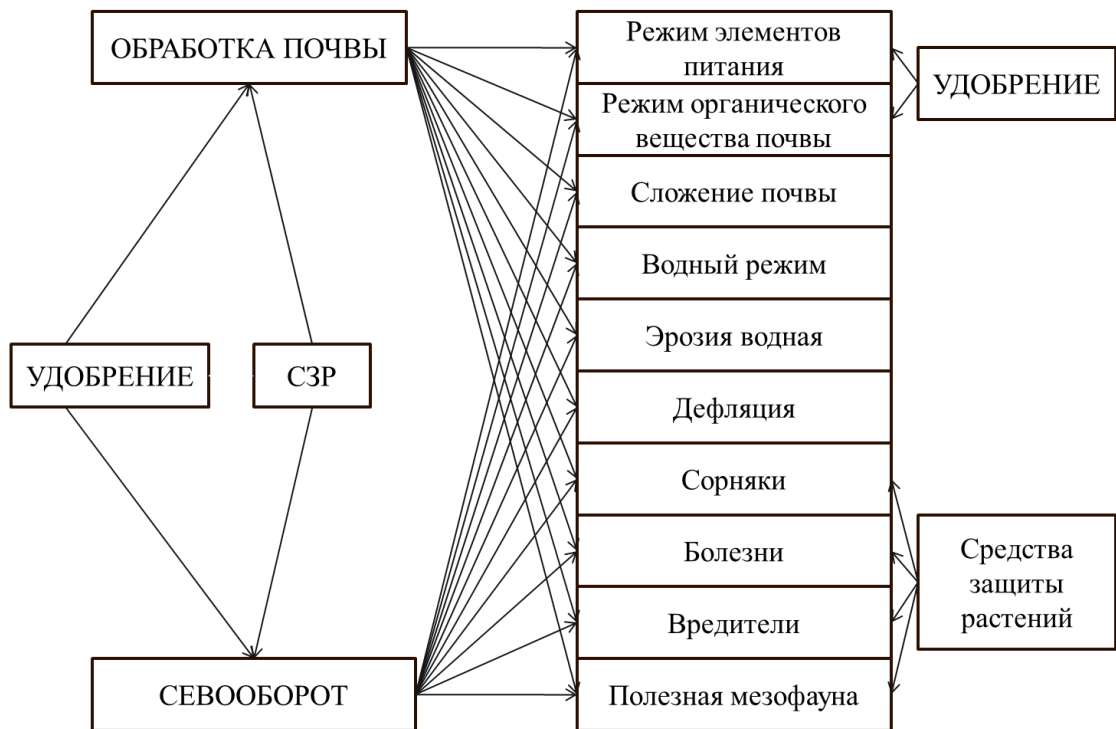


Рисунок 2.2 – Система связей

Установление взаимосвязей, учёта степени влияния на технологический процесс кротодренирования почвы (почвогрунта) возможно лишь при чётком

исследовании подсистемы «почвогрунт – рабочий орган – почвогрунт». Получение теоретических зависимостей даст возможность решения одного из этапов по управлению деформационными характеристиками обрабатываемого материала и позволит улучшить качество кротодренирования с наименьшими энергетическими затратами.

На основании анализа научно-технической, патентно-лицензионной литературы установлены основные недостатки существующих рабочих органов для глубокой обработки почвы, щелевания и дренирования. Определено, что функционирование рабочих органов с объектом обработки, характеризующимся высокой влажностью и засорённостью сорными растениями, сопровождается значительным тяговым сопротивлением, вследствие залипания рабочих органов и снижения проходимости МТА в целом [107].

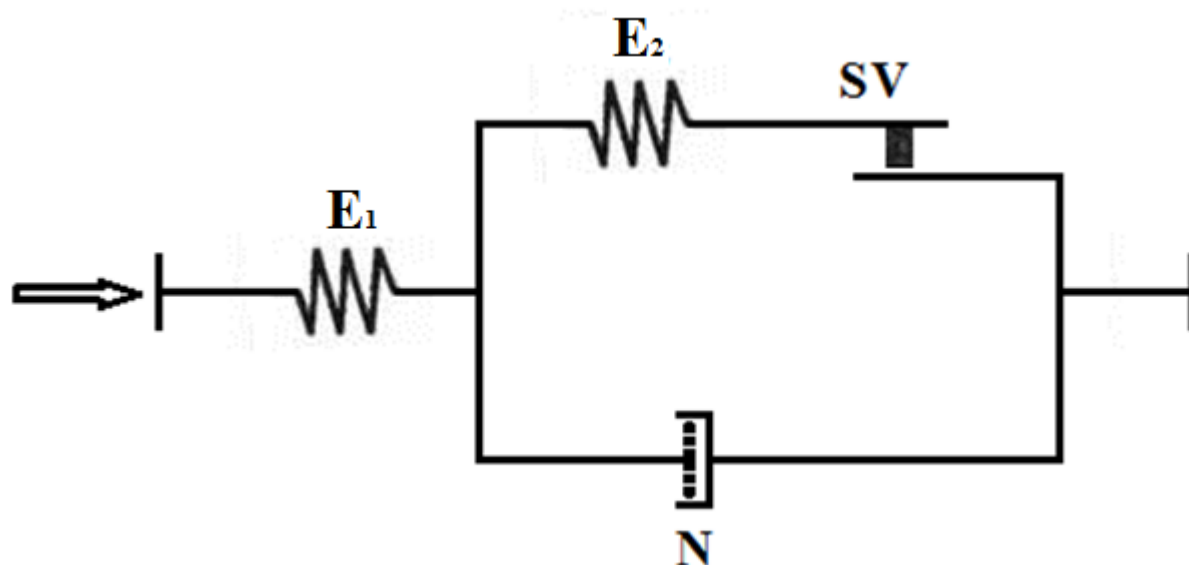
2.2 Математическое моделирование технологического процесса работы глубокорыхлителя с кротодренирующим рабочим органом на залежных землях

Анализ технологических процессов, в частности кротодренирования, позволит установить новые направления совершенствования элементов технических систем для глубокой обработки почвы и почвогрунта.

Технологический процесс первичной подготовки почвы отличается сложной многоуровневой организацией и имеет схему функционирования, которая включает в себя математические модели отдельно взятых процессов, зависимостей, а также их взаимосвязи между собой.

Отдельные технологические процессы реализуются в непрерывно изменяющихся внешних условиях. Частные технологические процессы следует рассматривать как сложные многоуровневые динамические системы со многими параметрами. Каждый этап технологической операции является отдельной подсистемой и осуществляется в строгой последовательности. Результатом функционирования предложенной системы является качественная подготовка объекта обработки [19].

Рассматривая технологический процесс взаимодействия кротодренирующего рабочего органа с почвой, почвогрунтом, необходимо знать физико-механические и технологические свойства объекта обработки [59]. Теоретические аспекты взаимодействия рабочего органа с почвой, заложенные основоположником земледельческой механики профессором Горячкиным В.П. продолжены в работах Резника Н.Е. [94] и позволяют оценить не только действие усилий на рабочий орган, но также оценить и степень сохранения формы деформационного следа после снятия нагрузки. При кротодренировании объектами обработки являются почва и почвогрунт, поэтому возможны различные реологических модели обрабатываемого материала с учетом его свойств, где подпахотный горизонт характеризуется как упруг-вязкопластичная среда (рисунок 2.3).



E – элемент упругости; P – нагрузка; η – вязкость; SV – пластичность;

Рисунок 2.3 –Реологическая модель почвогрунта

Структурная форма записи такой механической модели среды может имеет виды [25, 99, 130].

$$E \text{ — } ((E \text{ — } SV) \parallel N) , \quad (2.1)$$

где «—» — знак последовательного соединения элементов;

« \parallel » — знак параллельного соединения элементов.

Приведенная модель позволяет качественно описывать поведение материала при сжатии. Так релаксация напряжений при постоянной деформации иллюстрируется следующим поведением модели: при быстром сжатии полная деформация определяется сжатием пружины E_1 . Если после этого свободный конец зафиксировать, то пружина действуя на поршень N , заставит его перемещаться, следовательно, пружина разжимается, и напряжение в модели уменьшается. Процесс ползучести: прикладываем к модели постоянную нагрузку, сначала происходит мгновенное сжатие пружины E_1 , затем постепенное сжатие E_2 с одновременным перемещением поршня N . В момент превышения определенной нагрузки начинают работать силы трения SV . При снятии нагрузки благодаря действию поршня N и сил трения SV будет разжиматься в течение некоторого промежутка времени, но уже не до начального положения, вследствие вступления в действие сил трения SV .

Предложенная модель для описания процесса деформации почвогрунта от воздействия нагрузки позволяет учитывать его упругость, релаксацию напряжений при постоянной деформации, остаточные пластические деформации после превышения предела текучести [58].

Таким образом, модель упруго-вязкопластической среды, механическая аналогия которой представлена на рисунке 2.1, позволяет теоретически исследовать напряженно-деформированное состояние почвогрунта при воздействии кротодренирующего рабочего органа [11, 44, 70, 80, 117].

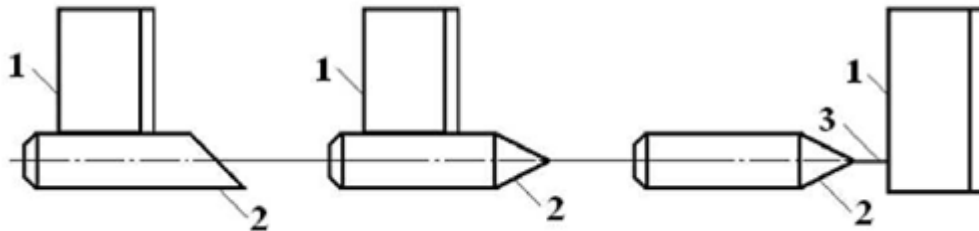
2.3 Теоретическое обоснование параметров и режимов работы кротодренирующего рабочего органа

2.3.1 Обоснование типа кротодренирующего рабочего органа

Обзор и анализ технических средств для проведения технологической операции кротодренирование, приведенный в разделе 1.2 показал, что в настоящее время используемые рабочие органы не в полной мере обеспечивают устойчивость

формируемых дрен без переуплотнения стенки и как следствие снижение водопроницаемости [138, 139, 140].

Конструкции рабочих органов глубокорыхлителей в виде дренов имеют три основных типа (рисунок 2.4).



а – жестко закрепленный с клинообразной заточкой; б – то же, с конусообразной заточкой; в – на гибкой тяге с конусообразной заточкой;

1 – нож; 2 – дренер; 3 – гибкая тяга;

Рисунок 2.4 – Типы дренов

Приведенные на рисунке 2.4 типы дренов можно различить по типу заточки передней части на клинообразную (рисунок 2.2 а) и конусообразную (рисунок 2.2 б), по способу соединения с ножом: жесткое крепление (рисунок 2.2 а, б) и гибкая тяга (рисунок 2.2 в).

При работе дренов типа Б и В грунт деформируется в поперечном сечении во все стороны. Зона деформации грунта при увеличении диаметра дренера в поперечном сечении вытянута вверх в зону щели, прорезанной ножом. После прохода дренера типа А толщина слоя уплотненного грунта сверху составляет 30...40 мм и на 30% больше, чем для типов Б и В, но внизу дрена слабо уплотнена. Дренеры типов Б и В позволяют сформировать дрены с равномерным уплотнением слоя толщиной 20...30мм по диаметру дрены. Дренер типа «В» при наличии в грунте камней и древесины, а также под воздействием вертикальной составляющей сопротивления F_d отклоняется, что является недостатком. Но при работе на однородных грунтах и если дрена прокладывается без крепления ее стенок, то применяют дренеры типа В. При введении в щель, перерезаемую ножом, для стабилизации дрены применяют дренеры типа А или Б [63, 72].

Для обеспечения оптимального водно-воздушного режима почвы с рыхлением подпочвенного горизонта и формирования устойчивых кротодрен при освоении залежных земель предлагается рабочий орган в виде звездчатой конической конструкции применительно схемы типа дренажа рисунка 2.4 в [68].

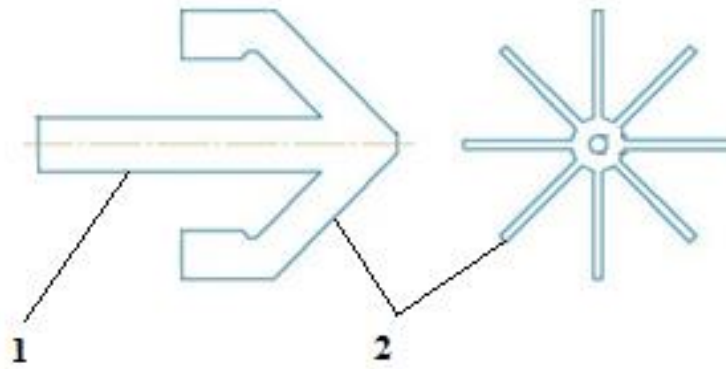
Рабочий орган позволяет выходить за рамки критериев кротования, как технологической операции. Принцип его работы отображен на рисунке 2.5.



Рисунок 2.5 – Принцип работы кротодренирующего рабочего органа

Стойка глубокорыхлителя посредством поводка, представленного в виде стального троса, увлекает за собой кротодренирующий рабочий орган. Стойка раздвигает почву, разрыхляя ее, часть же почвы сваливается в щель. Коническая часть кротодренирующего рабочего органа раздвигает почву образуя дренаж, а лучи разрезают и уплотняют ее в околодренной зоне.

Предлагаемый рабочий орган – это звездчатая коническая конструкция, имеющая диаметрально симметрично расположенные лучи относительно сердечника. Ось в свою очередь представляет собой цилиндрический металлический стержень со сквозным каналом под стальной трос поводка и коническую заточку основания. Лучи двухсоставные имеют две составные части: наклонную и горизонтальную (рисунок 2.6).

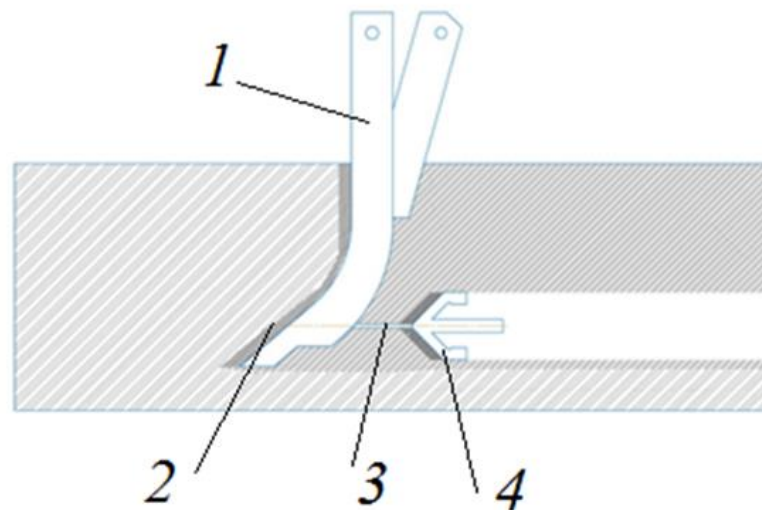


1 – сердечник; 2 – луч;

Рисунок 2.6 – Кротодренирующий рабочий орган

Форма рабочего органа и плавающее положение, имеют возможность использования его на любом типе почв. Рабочий орган имеет возможность установки на базовые конструкции машин для глубокого рыхления (Приложение Б).

Технологический процесс глубокого рыхления подпочвенного горизонта кротодренированием представлен на рисунке 2.7.



1 – стойка; 2 – зона рыхления и деформации; 3 – упругое соединение;
4 – кротодренирующий рабочий орган;

Рисунок 2.7 – Технологический процесс кротодренирующего рабочего органа

Кротодренирующий рабочий орган звёздчатого типа установлен посредством упругого соединения к стойке машины [11, 71].

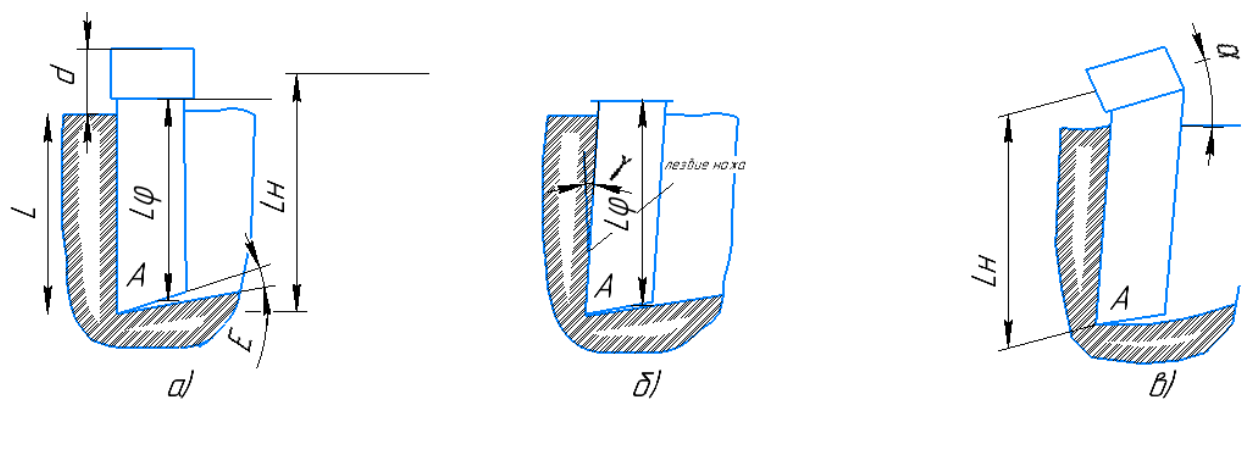
2.3.2 Обоснование конструктивных параметров кротодренирующего рабочего органа

Основываясь на материал, приведенный при выборе типа дренера и основой его конструкции рассмотрим его основные конструктивные параметры, влияющие на качество выполнения технологической операции.

Кротодренирующий рабочий орган, в отличие от классического кротователя, выполняет две технологические операции (глубокое рыхление и кротование), исключая переуплотнение почвы в околдренной зоне, что обеспечивает лучшую проницаемость и фильтрацию стенок канала дрены.

Определение конструктивной длины лучей рабочего органа.

Длиной луча кротодренажного рабочего органа L_H примем расстояние от оси вращения до удалённой точки луча А (рисунок 2.8).



а - луч перпендикулярен оси вращения; б - луч отклонён на угол γ ; в - ось вращения наклонена на угол α к горизонтальной плоскости;

Рисунок 2.8 – Схема для определения длины луча кротодренирующего рабочего органа

Как видно из рисунка 2.8, что длина луча кротодренирующего рабочего органа (L_H , мм) должна быть соотнесена с предельно допустимой глубиной обработки почвогрунта и формированием кротодрены. Следовательно, из схемы, изображённой на рисунке 2.8 можно выразить зависимость

$$L_{\text{н}} = \frac{D}{2} + H + c = L_{\text{ф}} + d, \quad (2.2)$$

где D – диаметр рабочего органа, мм;

H – предельная глубина кротодренирования, в зависимости от исходной влажности и требуемой нормой осушения, мм;

c – расстояние от крепления до поверхностного горизонта почвы, мм;

d – диаметр гибкой тяги, мм;

$L_{\text{ф}}$ – фактическая длина заточки рабочей поверхности луча кротодренирующего рабочего органа, мм.

В процессе технологической операции кротодренирования наблюдалось предельное значение длины промежуточного соединения, по причине чего рабочий орган стремится к выглублению. Для исключения выглубления рабочей поверхности рабочего органа должно быть изготовлено под углом к продольно – вертикальной плоскости, что принимается как угол заглубления [57, 108]. Из практических рекомендаций определено, что угол заглубления находится в пределах от $3...7^{\circ}$. При установке лучей под углом к направлению перемещения фактическая длина его ($L_{\text{н}}$, мм) не совпадает с полной L , а отличается на установленную величину, определяемую по выражению

$$L_{\text{н}} = L_{\text{ф}} \cdot \cos \gamma + d. \quad (2.3)$$

Определение конструктивной толщины и угла наклона лучей рабочего органа.

От величины рабочей толщины лучей (B , мм) будет зависеть сохранение сформированной кротодрены и интенсивность деформации почвенного профиля. На основании ранее представленных зависимостей предлагается выражение

$$B > \frac{p_0 \cdot tg \beta}{p \cdot (1 - f \cdot tg \beta)}. \quad (2.4)$$

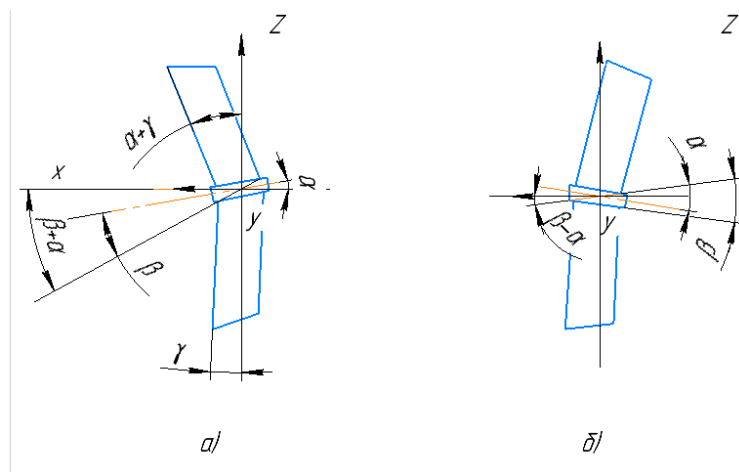
Анализ представленного неравенства показывает, что значение толщины лучей кротодренирующего рабочего органа напрямую зависит от условий функционирования, удельного сопротивления деформации сдвига (резания), удельного сопротивления на сжатие, а также учитывая коэффициент трения деформируемого слоя о материал, из которого он изготовлен. Также данный

конструктивный показатель оказывает особенное влияние на устойчивость и установку непосредственно всего рабочего органа на фиксируемой глубине обработки.

Для определения угла наклона лучей (γ , град) по отношению к направлению движения предлагается использовать выражение

$$\gamma > \arctg \frac{v \cdot p}{f \cdot v \cdot p + p_0} . \quad (2.5)$$

Поскольку для функционирования проектируемого рабочего органа необходимо наличие промежуточного соединения, то оно влияет на перемещение, глубину и угол установки лучей рабочего органа к направлению движения машины в целом. Теоретически данная траектория установки лучей к направлению движения машины имеет больше преимуществ, как показывает рисунок 2.9.



а – наклон внутренний; б – наклон внешний;

Рисунок 2.9 – Схема к определению угла наклона лучей

При этом, количество лучей на кротодренирующем рабочем органе определит основные энергетические характеристики и качественные показатели формирования кротодрены.

2.3.3 Обоснование режимов работы кротодренирующего рабочего органа

Определение параметров сформированной кротодрены.

Сформированная кротодрена характеризуется устойчивым отверстием – бороздой, образованной взаимодействием почвы или почвогрунта с поверхностями кротодренирующего рабочего органа. При отсутствии препятствий и постоянных

условий по влажности, твёрдости и плотности форма кротодрены имеет цилиндрическую поверхность с выступами, повторяющими профиль лучей кротодренирующего рабочего органа. Теоретический диаметр качественно сформированной кротодрены (d , мм) при постоянных условиях можно выразить, относительно радиуса рабочей поверхности с учётом упруго-вязкопластической почвогрунта по выражению

$$d = A_0 A_0'' / \sin \beta = 2 \cdot r \cdot \cos \varphi_0 / \sin \beta. \quad (2.6)$$

Однако фактическое значение сформированного диаметра кротодрены значительно больше теоретически обоснованного параметра, поскольку лучи кротодренажного рабочего органа осуществляют деформацию объекта обработки (почва, почвогрунт), одновременно осуществляет резание, что приводит к необходимости учёта сил трения относительно объекта обработки.

Фактический диаметр (d , мм) качественно сформированной кротодрены определится по формуле

$$d = \sqrt{(2 \cdot r \cdot \cos \varphi)^2 + (V_n \cdot t)^2}. \quad (2.7)$$

Причём данный путь (t , с), пройденный кротодренирующим рабочим органом для качественного формирования дрены в объекте обработки, определится за время, выражаемое формулой

$$t = \frac{\pi - \varphi_0}{\omega}. \quad (2.8)$$

При установке лучей кротодренирующего рабочего органа относительно оси симметрии на определённый угол к направлению движения гарантированно осуществляется вращение за счёт взаимодействия лучей с почвенным профилем. Вместе с тем, в зависимости от конструктивных отличий (жёсткое соединение со стойкой щелевателя или гибкое соединение) может быть и динамическое вращение в исходное состояние за счёт накопленной кинетической энергии соединительного промежуточного элемента. Соответственно фактически можно выделить поворот кротодренирующего рабочего органа, тогда пройденный путь (l , мм) можно определить из выражения

движение оценивается значением положения центра – оси симметрии (в точке О). Рассматривая изменение значения координаты точки А по оси ОХ за фиксируемое значение времени t в период до начала взаимодействия с почвой. Учитываем, что за определённое время (t , с) исходное значение координаты О переместится в конечное положение O_1 , а это перемещение связано со значением поступательной скорости движения кротодренера, перемещающегося от трактора, следовательно, можно записать уравнение в виде [27, 77]

$$X_t = V_M \cdot t. \quad (2.10)$$

Анализируя теоретически возможные траектории движения от рабочего органа, плоскопараллельное, но за счёт взаимодействия с лучами кротодренирующего рабочего органа теоретически возможно и частично вращательное перемещение на угол « φ ».

В таком случае, исходное положение характерной точки А в момент взаимодействия с почвенными агрегатами или элементами почвогрунта характеризуется углом (φ_0 , рад). Тогда выражение можно записать, что

$$\sin \varphi_0 = \frac{r_{зд} - h_{\max}}{r_{зд}}, \text{ рад} \quad (2.11)$$

где $r_{зд}$ – радиус кротодренирующего рабочего органа, мм;

h_{\max} – установленная максимальная глубина обработки относительно поверхности почвенного профиля до нижней точки сформированной кротодрены, мм.

Соответственно арксинус выражения (2.11) позволит определить возможный угол поворота относительно оси ОХ лучей кротодренирующего рабочего органа.

Следовательно, для определения координат перемещения точки А в направлении оси ОХ необходимо использовать выражение

$$X_A = X_t - r_{зд} (1 - \sin(\omega t + \varphi_0)) \cdot \sin \alpha = V_M t - r_{зд} (1 - \sin(\omega t + \varphi_0)) \cdot \sin \alpha, \quad (2.12)$$

где X_t – перемещение точки А по оси ОХ при поступательном движении машины, мм;

ω – угловая скорость возможного вращения точки А, мин^{-1} .

При рассмотрении изменения координат характерной точки А в направлении осей ОУ и ОZ можно отразить уравнениями в виде

$$Y_A = r_{30}(\cos(\omega t + \varphi_0)). \quad (2.13)$$

$$Z_A = r_{30} \sin(\omega t + \varphi_0) \cdot \cos \alpha. \quad (2.14)$$

При возможном повороте характерной точки А на угол φ вдоль направления перемещения машины, т.е. на расстояние $X_t = V_M t$ с учётом, что $\varphi = \omega t$, можно записать, что

$$X = \frac{V \cdot \varphi}{\omega}. \quad (2.15)$$

Определить скорости движения точки вдоль осей (V_X , V_Y , V_Z , м/с) можно после дифференцирования по выражению

$$V_X = \frac{\partial x}{\partial t} = (V_M t - r_{30}(1 - \sin(\omega t + \varphi_0)) \cdot \sin \alpha)' = V_M - r_{30} \omega \cdot \sin \alpha \cos(\omega t + \varphi_0). \quad (2.16)$$

$$V_Y = \frac{\partial y}{\partial t} = -r_{30} \omega \cdot \sin(\omega t + \varphi_0). \quad (2.17)$$

$$V_Z = r_{30} \omega \cdot \cos \alpha \cos(\omega t + \varphi_0). \quad (2.18)$$

Следовательно, абсолютная скорость (V_A , м/с) движения характерной точки А рабочего органа определится как сумма значений скоростей по выражению

$$V_A = \sqrt{V_X^2 + V_Y^2 + V_Z^2} = \sqrt{V_M^2 + r_{30}^2 \cdot \omega^2 \cdot (\sin^2 \alpha \cdot \cos^2(\omega t + \varphi_0) + \sin^2(\omega t + \varphi_0) + \cos^2 \alpha \cdot \cos^2(\omega t + \varphi_0))}. \quad (2.19)$$

На основании положений теоретической механики [117] для определения ускорений характерной точки А можно взять вторые производные уравнений 2.25, 2.26, 2.27, что позволит нам составить систему уравнений в виде

$$a_x = dV_x/dt = -r_{30} \cdot \omega^2 \cdot \sin \alpha \cdot \sin(\omega t + \varphi_0). \quad (2.20)$$

$$a_y = dV_y/dt = -r_{30} \cdot \omega^2 \cdot \cos(\omega t + \varphi_0). \quad (2.21)$$

$$a_z = dV_z/dt = -r_{30} \cdot \omega^2 \cdot \cos \alpha \cdot \sin(\omega t + \varphi_0). \quad (2.22)$$

Значение абсолютного ускорения характерной точки А можно определить из выражения

$$a_{абс} = \sqrt{a_x^2 + a_y^2 + a_z^2} = r_{30} \cdot \omega^2 \cdot \sqrt{\sin^2 \alpha \cdot \sin^2(\omega \cdot t + \varphi_0) + \cos^2(\omega \cdot t + \varphi_0) + \cos^2 \alpha \cdot \sin^2(\omega \cdot t + \varphi_0)}. \quad (2.23)$$

Определение динамики кротодренирующего рабочего органа

Определение сил, возникающих от взаимодействия кротодренирующего рабочего органа с объектом обработки (почва, почвогрунт) в зависимости от глубины обработки, можно рассмотреть схему в виде рисунка 2.11.

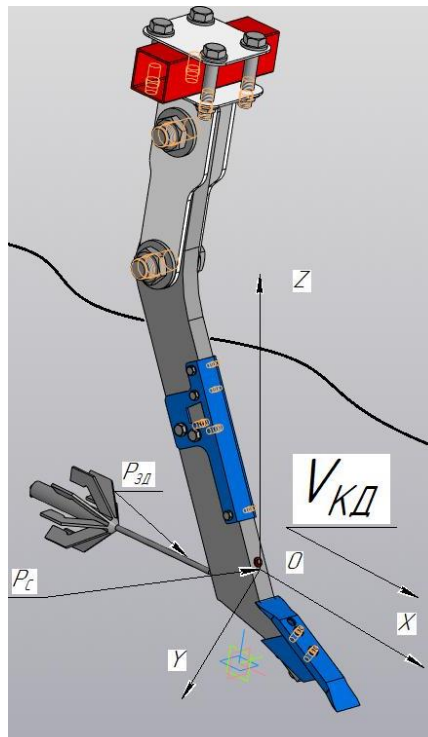


Рисунок 2.11 – Схема динамики кротодренирующего рабочего органа

Анализ представленной схемы позволяет установить, что лучи кротодренирующего рабочего органа совершают сложное движение, причём для каждой из точек поверхности в определённый момент может быть различное значение абсолютной скорости перемещения. Кроме этого, как указывалось ранее, в разделе 2.1 объект обработки может обладать различными свойствами в связи с неоднородностью исходного состояния почвенного профиля, с учётом глубины обработки.

Принимая в качестве допущения направление удельного значения реакции от сопротивления почвы в отдельно взятой точке кротодренирующего рабочего органа, направление перемещения в соответствии со скоростью движения. Вторым допущением является пренебрежение силой тяжести деформируемого почвенного профиля, поскольку деформации в вертикальной плоскости несущественные и в преобладающем значении почвенные агрегаты перемещаются в горизонтальной плоскости, и даже в возможном вертикальном перемещении, в частности на верхних слоях почвенного горизонта, за счёт реологических характеристик перемещённые почвенные агрегаты вверх обратно, с течением времени возвращаются в исходное состояние относительно вертикальной плоскости.

Очевидно, что в процессе деформации кротодренирующим рабочим органом лучами осуществляется деформация резания объекта обработки. Значение величины и соотношений возникающих в процессе работы сил, полностью зависит от положения лучей в пространстве, учитывая свойства объекта обработки и выбранной системы координат. Предполагая, что на лучи кротодренирующего рабочего органа действуют силы – удельного сопротивления от резания почвенного горизонта – $R_{зд}$ сила, приложенная к заточенным частям наклонного и горизонтального лучей и совпадает с направлением профиля поперечного сечения лучей. Тогда результирующую от горизонтальной силы, совпадающей с направлением движения можно определить по формуле

$$R_x = p_0 \cdot S_{zy}^h, \quad (2.24)$$

где R_x – сопротивление пласта, Н;

S_{zy}^h – площадь проекции плоскости луча кротодренирующего рабочего органа на вертикальную плоскость ZOY , перпендикулярную к направлению движения, $мм^2$.

Показатель индекса обозначает, что учитывается лишь внедрённая часть лезвия луча в объект обработки, зависящий от физико-механических и технологических свойств.

Анализируя рисунок 2.12 можно установить, что значение площади проекции (S_{ZY}^h , $мм^2$), непосредственно взаимодействующей с периферийной частью сформированной кротодрены определена по форме многогранником,

площадь которого можно определить из выражения для правильного многоугольника, учитывая количества лучей

$$S_{\text{зв}N}^h = N \cdot \frac{a^2 \cdot \sqrt{3}}{4}. \quad (2.25)$$

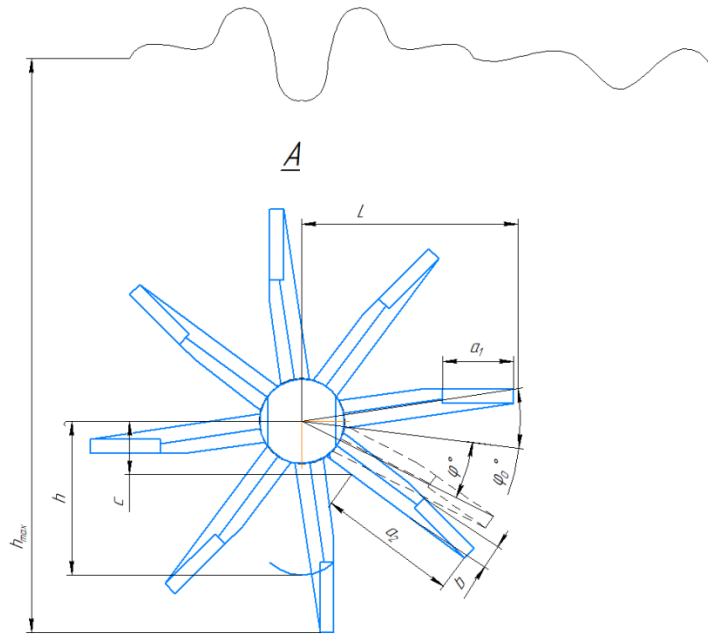


Рисунок 2.12 – Взаимодействие лучей кротодренирующего рабочего органа с почвой

Однако следует учесть, что не полный многогранник участвует в деформации. В этом случае, каждая выделенная отдельно трапеция, количество значений которых будет зависеть от количества лучей, может определить как среднюю линию, по выражению

$$\frac{a_1 + a_2}{2} = L'_H \cdot \sin(\varphi_0 + \varphi) - c, \quad (2.26)$$

где φ - угол отклонения луча рабочего органа к горизонтали, учитывая возможное изменение перемещения относительно оси в диапазоне от φ_0 до π ;

c – глубина расположения оси вращения в почвенном профиле, мм;

L'_H - проекция расстояния от оси вращения до конца луча, с учётом их количества, в его средней части на плоскость ZOY по направлению движения, мм.

Подставив полученную формулу в выражение (2.30), можно записать

$$S_{zy}^h = (L'_H \cdot \sin(\varphi_0 + \varphi) - c) \cdot v' \quad (2.27)$$

При определении проекций площади лучей кротодренирующего рабочего органа следует определить значение угла между лучами, а также плоскостью, на которую проецируются. Вместе с тем, очевидно, что значение вышеуказанных углов переменные в различных точках траектории движения рабочего органа, поскольку ось рабочего органа отклонена на угол, относительно оси перемещения передней точки к горизонту под некоторым углом α . Определение значений данных углов следует начинать с анализа схемы, представленной на рисунке 2.13.

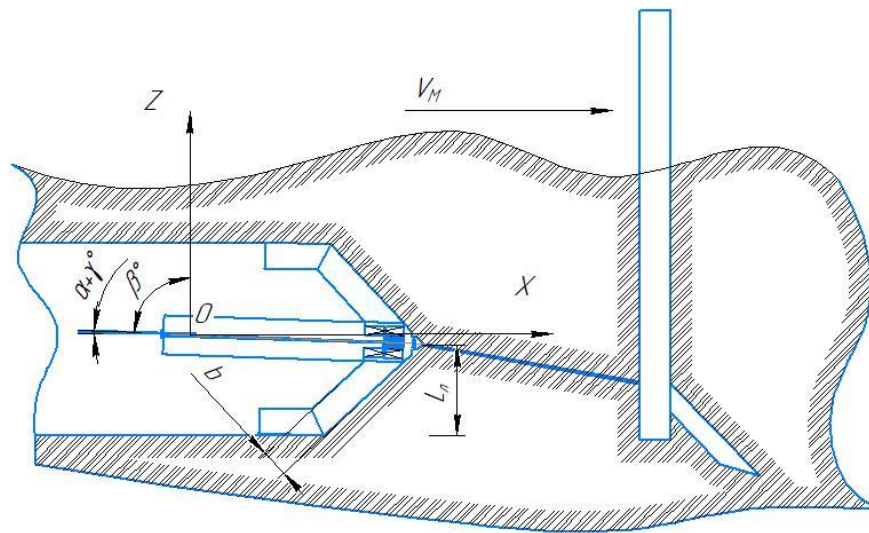


Рисунок 2.13 – Схема фактической деформации почвы с учётом отклонения от прямолинейной траектории кротодренирующего рабочего органа

Точка пересечения оси кротодренирующего рабочего органа и продолжения образующей луча проекции находятся в плоскостях, параллельных продольно поперечной плоскости ZOY, (рисунок 2.11). Принимая, что ось рабочего органа не изменяет своего расположения в пространстве относительно стабилизированного положения, даже при возможном изменении положения лучей и самого кротодренера, что регламентируется длиной связующего звена (жёсткий стержень, гибкий или упругий) и материалом из которого оно изготовлено. Значение угла

между плоскостью поперечно-вертикальной ZOY и положением L_{π} изменяется от величины Υ при значениях углов в диапазоне от $\varphi + \varphi_0 = \pi/2$, до $\Upsilon + \alpha$, при углах $\varphi + \varphi_0 = 3\pi/2$, причём переменную можно записать в виде

$$L'_H = L_H \cdot \cos\left(\gamma + \alpha \cdot \left|\frac{\varphi + \varphi_0 - \pi/2}{\pi}\right|\right). \quad (2.29)$$

Положение пластины луча кротодренирующего рабочего органа и соответственно плоскость её перемещения занимает в пространстве сложную траекторию. Определим её проекцию на поперечно вертикальную плоскость ZOY и определим выражением, как:

$$v' = v \cdot \sin(\alpha + \beta) \cdot \cos\left(\gamma + \alpha \cdot \left|\frac{\varphi + \varphi_0 - \pi/2}{\pi}\right|\right). \quad (2.30)$$

Используя полученные зависимости, можно подставить их в выражение (2.34), получив выражение для более точного определения площади деформируемого пласта почвы или почвогрунта в виде:

$$S_{zy}^h = \left(L_H \cdot \cos\left(\gamma + \alpha \cdot \left|\frac{\varphi + \varphi_0 - \pi/2}{\pi}\right|\right) \cdot \sin(\varphi_0 + \varphi) - c \right) \cdot v \cdot \sin(\alpha + \beta) \cdot \cos\left(\gamma + \alpha \cdot \left|\frac{\varphi + \varphi_0 - \pi/2}{\pi}\right|\right). \quad (2.31)$$

Полученное значение заглубленного участка сформированной дрены, подставляя в формулу для определения результирующей по оси OX от силы сопротивления (2.35), окончательно сформулируем зависимость в виде

$$R_x = \left(p \cdot L_H \cdot \cos\left(\gamma + \alpha \cdot \left|\frac{\varphi + \varphi_0 - \pi/2}{\pi}\right|\right) \cdot \sin(\varphi_0 + \varphi) - c \right) \cdot v \cdot \sin(\alpha + \beta) \cdot \cos\left(\gamma + \alpha \cdot \left|\frac{\varphi + \varphi_0 - \pi/2}{\pi}\right|\right). \quad (2.32)$$

Представленное выражение для определения тягового сопротивления возможно для использования в расчётах лишь однородной среды, как например для глубины в диапазоне от 200 до 450 мм. Для неоднородного материала, когда величина усилия будет зависеть от значительного количества факторов, среди которых – тип почвогрунта, глубина деформации, ФМТС почвогрунта, влажности, плотности и т.д.

Третьим допущением рассмотрения теоретических аспектов является принятие зависимости усилия от глубины по прямой, как указывается на рисунке 2.14.

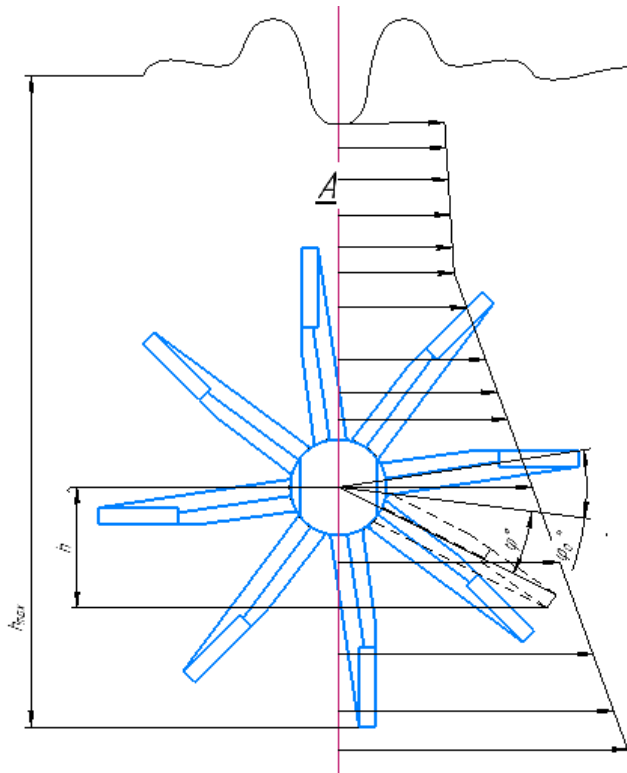


Рисунок 2.14 – Примерный характер изменения удельной нагрузки при различной глубине обработки

Учитывая принятое допущения с допустимой погрешностью можно преобразовать выражение (2.32) в следующую зависимость, учитывающую глубину обработки:

$$R_x = \left(\frac{P}{2} \cdot L_n \cdot \cos \left(\gamma + \alpha \cdot \left| \frac{\varphi + \varphi_0 - \pi/2}{\pi} \right| \right) \cdot \sin(\varphi_0 + \varphi) - c \right) \cdot v \cdot \sin(\alpha + \beta) \cdot \cos \left(\gamma + \alpha \cdot \left| \frac{\varphi + \varphi_0 - \pi/2}{\pi} \right| \right) \quad (2.33)$$

где P – удельное сопротивление обрабатываемого материала в точке максимальной глубины обработки, H .

Силу нормального давления P_n определим из рисунка 2.12

$$P_n = P_x \cdot \sin \beta \quad (2.34)$$

Силу трения лучей кротодренирующего рабочего органа можно определить по классической зависимости, учитывая точность изготовления, материал и угол заточки:

$$F_{mp} = P_n \cdot f = R_x \cdot f \cdot \sin \beta, \quad (2.35)$$

где f – коэффициент трения почвы о материал луча кротодренирующего рабочего органа.

Коэффициент трения почвы о материал луча кротодренирующего рабочего органа определяется с применением приборного оборудования из комплекта полевой лаборатории Литвинова [83].

Учёт условий возможного вращения и отклонения от линейной траектории перемещения.

Величина тягового сопротивления (W_d , Н) рабочего органа (рисунок 2.12) будет суммироваться из трёх составляющих, согласно рациональной формуле Горячкина В.П., с учётом формы рабочего органа, его параметров и режимов работы, а также свойств почвенного профиля

$$W_d = R_x + R_0 \cdot \cos \beta + F_{тр} \cdot \cos \beta. \quad (2.36)$$

Поскольку длина промежуточного элемента возможна с переменным значением, в процессе технической эксплуатации в ряде случаев наблюдалось вращение кротодренажного рабочего органа относительно оси крепления. Поскольку создаваемый момент вращения, способствует возникновению усилия воздействия на обрабатываемый материал, причём противодействует ему усилие от резания и одновременно сила трения. Отмечается, что наиболее напряжённый участок определится точкой траектории, соответствующей возможному углу поворота $\varphi_0 + \varphi = \pi/2$, тогда как лучи кротодренирующего рабочего органа в нижней плоскости находятся на максимальной глубине обработки (рисунок 2.15).

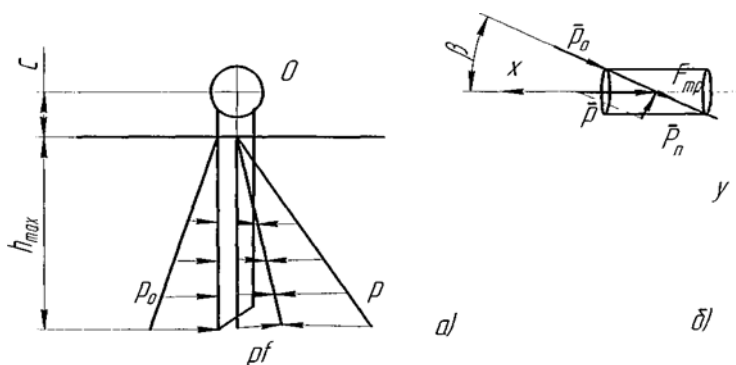


Рисунок 2.15 – Определение усилий для оценки возможного поворота кротодренажного рабочего органа

На основании составленной схемы можно определить условия изготовления при расположении лучей обеспечивающих частичное поворачивание относительно центра его крепления в точке О по выражению

$$\frac{P}{2} \cdot h_{\max} \cdot (h_{\max} + c) \cdot \varepsilon \cdot \cos \beta - f \cdot \frac{P}{2} \cdot h_{\max} \cdot (h_{\max} + c) \cdot \varepsilon \cdot \sin \beta - \frac{P_0}{2} \cdot h_{\max} \cdot (h_{\max} + c) \cdot \sin \beta > 0 \quad (2.37)$$

После преобразования позволит определить условие (P, H), в виде зависимости

$$P > \frac{P_0 \cdot \operatorname{tg} \beta}{\varepsilon \cdot (1 - f \cdot \operatorname{tg} \beta)} \quad (2.38)$$

Представленная зависимость позволяет определить, что возможность поворачивания обеспечивается при переуплотнённых почвах, вследствие изменения коэффициента трения f и увеличивается при повышении отклонения от параллельного перемещения (изменении угла β). Посредством взаимодействия двух переменных рабочий орган стремится за счёт проворачивания выравнивать своё исходное положение.

2.4 Энергоемкость работы глубокорыхлителя с кротодренажными рабочими органами

При выполнении культуртехнических мероприятий, в соответствии с технологиями ввода залежи [22, 100], при первичной обработке почвы предусмотрено применение кротодренажных рабочих органов на

переувлажнённых участках [2, 39]. Базируясь на требования ГОСТ для культуртехнических мероприятий [31, 42, 59] необходимо знание исходного состояния почвы по глубине не только пахотного, но и нижележащего горизонта, обеспечивая рациональное использование почв, без снижения их плодородия.

Одной из задач проводимого теоретического обоснования является оценка качества и силового взаимодействия с объектом обработки – почва, почвогрунт. По предварительным исследованиям в динамике определены три основных слоя: верхний – пахотный горизонт (рисунок 2.16), плужная подошва и подпахотный горизонт (почвогрунт) [55].

Тяговое сопротивление суммарное « W_d , кН» при прокладке кротовой дрены определяют

$$W_d = W_{\text{п}} + W_{\text{ро}} \pm W_{\text{н}}, \quad (2.39)$$

где $W_{\text{п}}$ – сопротивление перемещению машины, кН;

$W_{\text{ро}}$ – сопротивление движению рабочего органа, кН;

$W_{\text{н}}$ – сопротивление, возникающее от сил инерции, кН.

В инженерных расчетах « $W_{\text{н}}$ » не учитывается в связи с небольшой величиной рабочей скорости машины (до 10 км/ч).

Сопротивление перемещению машины « $W_{\text{п}}$, кН» определяют

$$W_{\text{п}} = (G + R_{\text{вд}}) \cdot (f_{\text{м}} \pm i), \quad (2.40)$$

где G – сила тяжести машины, кН;

$R_{\text{вд}}$ – вертикальная составляющая сопротивления движению дренера, кН;

$f_{\text{м}}$ – коэффициент сопротивления перемещению машины;

i – показатель уклона поверхности участка, град.

Сила тяжести машины, принимается по справочным данным. В расчётах показатель уклона поверхности участка принимается равным нулю $i = \text{tg}0 \cong 0$.

Значение показателя уклона поверхности участка равного нулю подразумевает, что работа осуществляется на горизонтальной поверхности. Вертикальная составляющая сопротивления движению дренера « $R_{\text{вд}}$ » обусловлена тем, что в общем случае сила резания « R_d » дреном направлена под углом к горизонту и может быть представлена как геометрическая сумма горизонтальной

« $R_{гд}$ » и вертикальной « $R_{вд}$ » составляющих. Вертикальную составляющую сопротивления движению « $R_{вд}$ » дренажа типа в (рисунок 2.3) при расчете не учитывают.

Сопротивление движению рабочего органа (нож и дренаж) « $W_{ро}$, кН» определяют

$$W_{ро} = W_{гн} + W_{гд}, \quad (2.41)$$

где $W_{гн}$ – горизонтальная составляющая суммарного сопротивления движению ножа, кН;

$W_{гд}$ – горизонтальная составляющая суммарного сопротивления движению дренажа, кН.

Для минеральных грунтов « $W_{гн}$, кН» зависит от глубины дренирования, вида грунта, толщины ножа, угла резания и угла заострения

$$W_{гн} = 10^{-2} C_{уд} h_d^{1,35} (1 + 0,1 b_n) (1 - (90 - \psi_n)/180)) k_\gamma, \quad (2.42)$$

где $C_{уд}$ – показатель удельного сопротивления, зависящий от вида грунта;

h_d – глубина дренирования, см;

b_n – толщина ножа, см;

ψ_n – угол резания, град.;

k_γ – коэффициент, учитывающий влияние угла заострения ножа.

Горизонтальную составляющую сопротивления движению « $W_{гн}$, кН» дренажа определяют

$$W_{гн} = 10^{-2} a_d C_{уд} k_{д\gamma} D k_{дц}, \quad (2.43)$$

где a_d , m – коэффициенты, зависящие от типа дренажа;

$k_{д\gamma}$ – коэффициент, учитывающий влияние угла заточки дренажа;

$C_{уд}$ – показатель удельного сопротивления, зависящий от вида грунта;

D – диаметр дренажа, мм;

$k_{дц}$ – коэффициент, учитывающий трение по цилиндрической поверхности дренажа.

После постановки принятых значений (тип почвы – дерново-подзолистая, глубина обработки $H=40\dots50$ см, диаметр кртодренирующего рабочего органа $D=200\dots240$ мм и остальных конструктивных параметров) с учетом справочных данных в формулы 2.32-2.36 имеется возможность определить фактическую

величину вертикальной составляющей для оценки энергоёмкости кротодренажного рабочего органа.

Таблица 2.1 – Расчетные данные горизонтальной составляющей силы от работы кротодренажного рабочего органа

Наружный диаметр кротодренажного рабочего органа по ножам, мм	$W_{гн}$, Н
200	1423,3
220	1551,2
240	1741,0

Полученные данные теоретических расчетов учитываются при выборе конструктивных параметров кротодренажного рабочего органа, а в дальнейшем будут сравниваться с экспериментальными.

2.5 Прочностной расчет стойки кротодренажного рабочего органа

Расчет стойки кротодренажного рабочего органа на изгиб.

После получения предельных значений конструктивных параметров кротодренажного рабочего органа произведем прочностной расчет. Исходные данные берем согласно прототипу сельскохозяйственной машины марки ПГН-3-5 и научно-технических источников информации. Так длина стойки составляет $c=700$ мм, ширина стойки $a=20$ мм, сила сопротивления рабочего органа $F_{др}=1,6$ кН, сила сопротивления стойки $F_{ст}=10$ кН. Расчетная схема стойки кротодренажного рабочего органа приведена на рисунке 2.16.

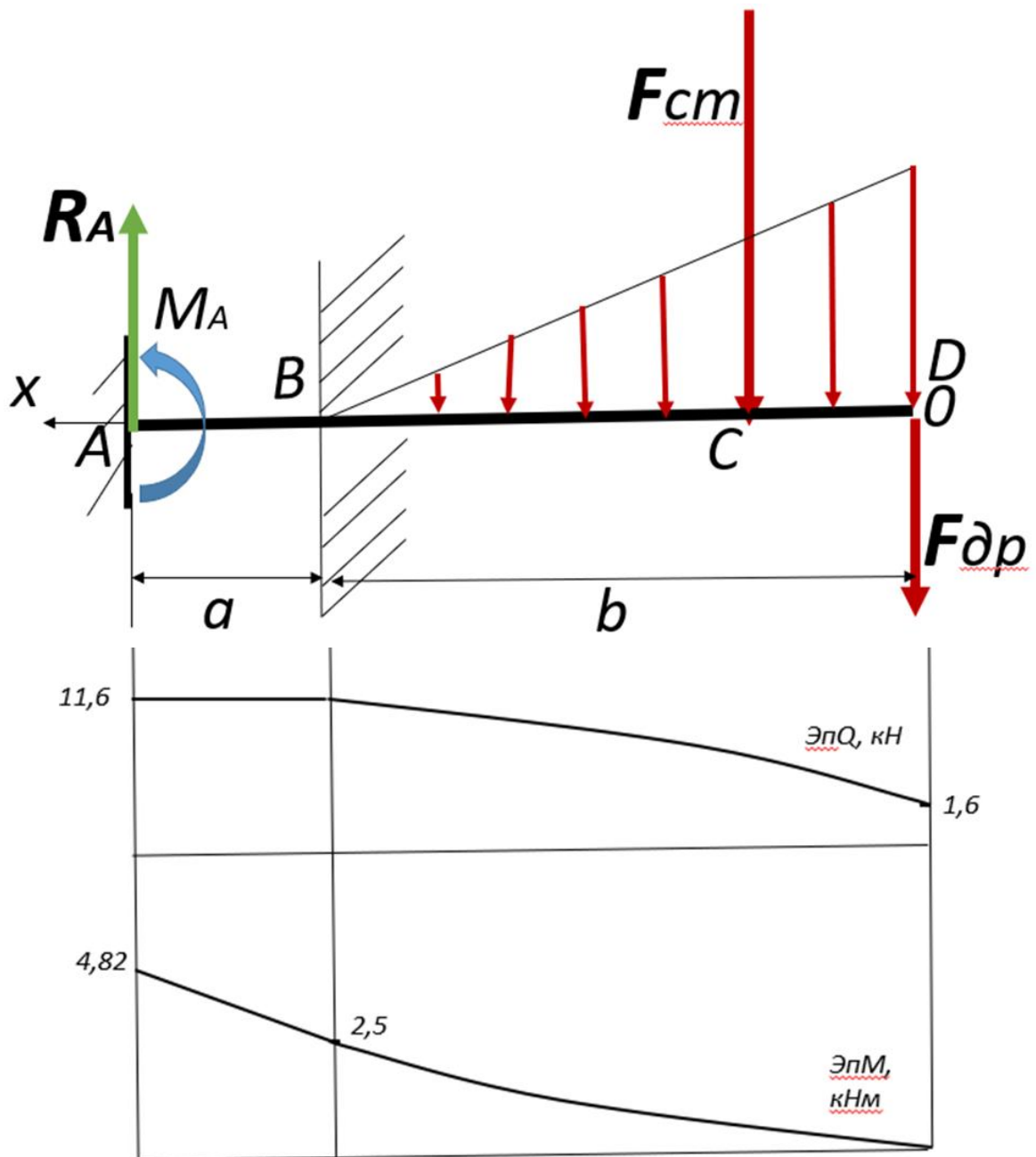


Рисунок 2.16 – Расчетная схема стойки кротодренирующего рабочего органа с эякурами поперечных сил и изгибающего момента

Первым делом вычисляются реакции опоры А. Получаем реакции опор

$$\Sigma F_i = 0$$

$$R_A + F_{ст} + F_{др} = 0 . \quad (2.44)$$

При $R_A=0$

$$R_A = F_{ст} + F_{др} . \quad (2.45)$$

$$R_A = 11,6, \text{ кН.}$$

Поперечная сила в точке В при проходе слева

$$Q(B) = R_A. \quad (2.46)$$

$$Q(B) = 11,6, \text{ кН.}$$

При $\Sigma M_A(F_i) = 0$

$$M_A = F_{\text{ст}} \cdot \left(a + \frac{2}{3} \cdot b - F_{\text{др}} \cdot (a + b)\right). \quad (2.47)$$

При $M_A = 0$

$$M_A = 0 \cdot \left(0,2 + \frac{2}{3} \cdot 0,5\right) + 1,6 \cdot 0,7 = 4,82, \text{ кН м.}$$

Изгибающий момент в точке В при проходе слева

$$M(B) = M_A - R_A \cdot a. \quad (2.48)$$

$$M(B) = 4,82 - 11,6 \cdot 0,2 = 2,5, \text{ кН м.}$$

Для участка b находим формулу распределенной нагрузки, интегрируем ее дважды получая формулу для поперечных сил $Q(x)$ и изгибающих моментов $M(x)$. Константы интегрирования вычисляются по левой границе участка по формулам для предыдущих участков.

Участок А.

На участке а действует поперечная сила, равная реакции R_A и изгибающий момент, равный реактивному моменту M_A .

Участок В.

Найдем максимальную распределенную нагрузку q_{max} .

$$F_{\text{ст}} = 0,5 \cdot q_{\text{max}} \cdot b. \quad (2.49)$$

$$q_{\text{max}} = 4 \cdot F_{\text{ст}}. \quad (2.50)$$

$$F_{\text{ст}} = 40 \text{ кН.}$$

Получаем уравнение для распределенной нагрузки

$$q(x) = \frac{q_{\text{max}}}{b \cdot x}. \quad (2.51)$$

$$q(x) = \frac{40}{0,5x} = 80x$$

Найдем функцию поперечной силы на участке, интегрируя полученную функцию распределенной нагрузки и добавляя силу $F_{др}$.

$$Q_x = \int 80x dx + F_{др}, \quad (2.52)$$

$$Q_x = 80 \frac{x^2}{2}. \quad (2.53)$$

$$Q_x = 40x^2 + F_{др}. \quad (2.54)$$

По формуле $Q(x)$ вычисляем $Q(B)$ в точке B от распределенной нагрузки и силы $F_{др}$

$$Q(B) = -40 \cdot 0,25 + 1,6 = 11,6, \text{ кН.}$$

Интегрируя формулу $Q(x)$ получим формулу для изгибающего момента от распределенной нагрузки на участке b и силы $F_{др}$

$$M_x = \int (40x^2 + F_{др}) dx. \quad (2.55)$$

$$M_x = 40 \frac{x^3}{3} + 1,6x$$

$$M_x = 13,3x^3 + 1,6x.$$

По формуле $M(x)$ вычисляем значение $M(B)$ в точке B

$$M(B) = 13,3 \cdot 0,125 = 1,66 + 1,6 \cdot 0,5 = 2,46, \text{ кН м.}$$

$$M(B) = 13,3 \cdot 0,125 = 1,66, \text{ кН м.}$$

$$M(B) = 1,66 + 1,6 \cdot 0,5 = 2,46, \text{ кН м.}$$

$$M(B) = 3,63, \text{ кН м.}$$

Для обоснования надежности элементов конструкции серийной машины ПГН-3-5 с кртодренирующим рабочим органом произведем расчет стойки машины на изгиб. За исходные данные принимаем конструктивные параметры машины (длина, толщина стойки), режимы работы (глубина обработки) и теоретические данные в виде сопротивления почвы при движении стойки вместе с кртодренирующим рабочим органом. Расчетная схема с эпюрами поперечных сил и изгибающего момента приведена на рисунке 2.16, где точка A является жесткой опорой стойки с рамой машины, участок BD - глубина обработки подпочвенного горизонта.

2.6 Выводы по главе

В ходе проведения теоретических предпосылок можно утверждать следующее.

Взаимодействие кртодренирующего рабочего органа с объектом обработки заключается в многофакторной зависимости ФМТС почвогрунта, влияющих на тяговое сопротивление. Установление взаимосвязей возможно только при исследовании подсистемы «почвогрунт – рабочий орган – почвогрунт».

Технологический процесс первичной подготовки почвы отличается сложной многоуровневой организацией и имеет схему функционирования, которая включает в себя математические модели отдельно взятых процессов, зависимостей, а также их взаимосвязи между собой. Составлена реологическая модель почвогрунта, которая включает в себя элементы упругости, вязкости и пластичности, взаимодействующих как последовательно, так и параллельно. Предложенная модель позволяет описать формирование кртодрены при проходе рабочего органа.

Приведено теоретическое обоснование конструктивных параметров кртодренирующего рабочего органа. Так тип рабочего органа выбран – звездчатый. Для выполнения технологического процесса формирования кртодрены необходимы конструктивные параметры рабочего органа: толщина луча $B=5$ мм, длина луча $L_H=170$ мм, угол наклона лучей $\gamma=30\dots60^0$, диаметр рабочего органа $D=200\dots240$ мм, длин рабочего органа $L=200$ мм.

Обоснование режимов работы кртодренирующего рабочего органа производилось на основании сформированности кртодрены. Установлена зависимость диаметра рабочего органа и скорость, траектория его движения. На основании выведенных конструктивных, кинематических и динамических зависимостей произведен энергетический расчет тягового сопротивления кртодренирующего рабочего органа, заключающееся в горизонтальной составляющей силы. Выполнен п расчет стойки кртодренирующего рабочего органа. Максимальный изгибающий момент составит $M_A=4,82$ кН м.

3 ПРОГРАММА МЕТОДИКА ПРОВЕДЕНИЯ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

Для оценки влияния существующих факторов на работу кртодренирующего рабочего органа, т.е. качество обработки пахотного и подпахотного горизонта, формирования кртодрен [9], взаимодействия факторов между собой, а также для создания математической модели процесса комбинированной обработки почвы, включающее процессы глубокого рыхления и кртодренирования и подтверждения теоретических предпосылок основных конструктивных и кинематических параметров кртодренирующего рабочего органа, необходимо спланировать полнофакторный эксперимент (ПФЭ).

3.1. Программа и методика проведения лабораторных исследований

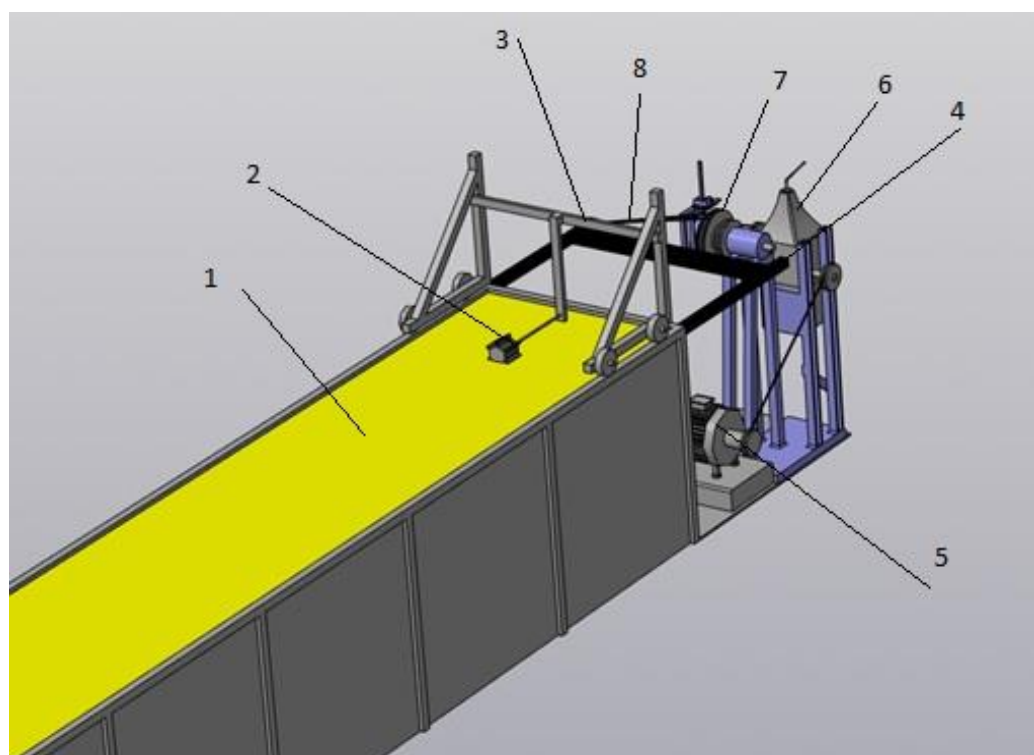
Для исследования процесса работы кртодренирующего рабочего органа, прогнозирования и выявления рациональных конструктивных параметров и режимов его работы, на первом этапе запланированы лабораторные эксперименты.

Алгоритм лабораторных исследований включает в себя подготовку лабораторной установки, проведение рекогносцировочных испытаний опытного образца, выявление факторов влияния на отклик эксперимента, выбор уровней и интервалов варьирования факторов, подготовку план-матрицы проведения эксперимента, подготовку приборов для замера показателей откликов, проведения исследования, обработку данных эксперимента.

Лабораторная установка представлена на рисунке 3.1. Принцип работы лабораторной установки следующий. Опытный образец кртодренирующего рабочего органа 2, смонтированный на стойке к подвижной тележке 3 лабораторной установки в процессе эксперимента, заглубляется в почву и проходит по всей длине почвенного канала 1. Привод установки осуществляется от электродвигателя 5, регулирование скорости обеспечивается зубчатым редуктором 4. Длина почвенного канала составляет 10 метров. Стойка, имеет возможность

регулировать глубину погружения опытного образца рабочего органа. Стойка жестко закреплена болтовыми соединениями на монтажной раме, состоящей из уголков и профильных труб на роликах, движущихся продольно в П-образном профиле в горизонтальной плоскости параллельно почве.

Почву предварительно проливают и уплотняют до достижения по показателям плотности и твердость подпахотного слоя [6].



1 – почвенный канал; 2 – опытный образец кротодренирующего рабочего органа; 3 – тележка; 4 – редуктор; 5 – электродвигатель; 6 – коробка передач; 7 – муфта сцепления; 8 - динамометр;

Рисунок 3.1 – Модель лабораторной установки

Подвижная тележка, с установленной стойкой на заданную глубину и рабочим органом 2, ставится в начало почвенного канала 1. Показания динамометра выставляются на нулевую отметку. Включают необходимую передачу на коробке передач 6, соответствующую предполагаемой скорости движения. Запускают электродвигатель 5, по достижении максимальных оборотов и плавно включают муфту зацепления 7. Далее происходит перемещение тележки с заглубленным опытным образцом рабочего органа по каналу, аналогично

реальным условиям работы машин в полевых условиях. После регистрируют показания динамометра. Далее поднимают стойку с рабочим органом 2, возвращаем тележку в исходную точку. Ножом из оргстекла, представляющий собой лист оргстекла толщиной 10 мм, с металлической насадкой со стороны режущего края в форме сечения одностороннего правостороннего клина, производится разрез почвы для оценки качества образовавшейся кротодрены. Далее все повторяется n-количество раз, в соответствии с планом эксперимента.

Для подтверждения работоспособности разрабатываемой конструкции рабочего органа проводятся рекогносцировочные исследования фиксированных факторов, не оказывающих существенного влияния на качественные показатели [66].

В таблице 3.1 представлена матрица проведения рекогносцировочных испытаний.

Таблица 3.1 – Матрица проведения рекогносцировочных испытаний

Фактор	Значение отклика			Значение показателя
	Повторность 1	Повторность 2	Повторность n	
Длина рабочего органа, мм				200
Диаметр сердечника, мм				30
Толщина луча, мм				5
Ширина луча, мм				25
Длина луча общая, мм.				170

При проведении рекогносцировочного эксперимента откликом принят диаметр образуемой дрены. Число факторов в серии принято – 5, с фиксированными значениями. Повторность опытов – двухкратная. Не исследуемыми конструктивными параметрами рабочего органа являются диаметр – 220 мм, угол наклона 45° , количество лучей - 8 шт.

Лабораторные исследования проводятся в соответствии с методикой полевого опыта Доспехова Б. А [38] – классический полнофакторный эксперимент. Основываясь на теоретических предпосылках влияния на качество и энергоёмкость технологического процесса – кротодренирования для проведения лабораторных исследований выбраны следующие конструктивные параметры рабочего органа: диаметр рабочего органа, длина луча, угол наклона и количество лучей.

Ввиду вышеизложенного, полнофакторный эксперимент (ПФЭ 3³) содержит три фактора исследования и три уровня натуральных значений. Уровни варьирования исследуемых факторов представлены в таблице 3.2.

Таблица 3.2 - Основные факторы и уровни варьирования при проведении лабораторного эксперимента

Факторы	Уровни натуральных значений		
	Мин.	Средн.	Макс.
1. Диаметр кротодренирующего рабочего органа d, мм	200	220	240
2. Угол наклона луча, град	30	45	60
3. Количество лучей, шт	6	7	8

Откликами лабораторных исследований являются диаметр дрены, тяговое сопротивление.

Уравнения регрессий будет иметь вид:

$$y = b_0 + b_1x_1 + b_2x_2 + b_3x_3 + b_{11}x_1^2 + b_{22}x_2^2 + b_{33}x_3^2 + b_{12}x_1x_2 + b_{13}x_1x_3 + b_{23}x_2x_3, \quad (3.1)$$

где y – значение параметра оптимизации (целевой функции);

x_1, x_2, x_3 – кодовые значения факторов;

$b_0, b_1, b_2, b_3, b_{11}, b_{22}, b_{33}, b_{12}, b_{13}, b_{23}$ – коэффициенты взаимодействия при соответствующих значениях x .

На основании вышеизложенного была составлена план-матрица полнофакторного эксперимента, представленная в таблице 3.3.

Таблица 3.3 - План-матрица полнофакторного эксперимента типа 3^3 (ПФЭ 3^3).

Номер опыта	Факторы		
	X_1	X_2	X_3
1	-1	-1	-1
2	-1	-1	0
3	-1	-1	+1
4	-1	0	-1
5	-1	0	0
6	-1	0	+1
7	-1	+1	-1
8	-1	+1	0
9	-1	+1	+1
10	0	-1	-1
11	0	-1	0
12	0	-1	+1
13	0	0	-1
14	0	0	0
15	0	0	+1
16	0	+1	-1
17	0	+1	0
18	0	+1	+1
19	+1	-1	-1
20	+1	-1	0
21	+1	-1	+1

22	+1	0	-1
23	+1	0	0
24	+1	0	+1
25	+1	+1	-1
26	+1	+1	0
27	+1	+1	+1

Эксперимент проводится в трехкратном повторении. Проверка воспроизводимости опытов проверяется по критериям Кохрена. Адекватность полученного регрессионного уравнения подтверждают по критерию Фишера, значимость коэффициентов уравнения определяют по критерию Стьюдента Во всех случаях при 5% уровне значимости [128].

3.2 Программа и методика проведения полевого опыта

Исследования необходимо проводить на залежных землях с предварительным проведением культур-технических мероприятий [26, 89, 95, 98, 125].

Машинно-тракторный агрегат для проведения технологической операции кротодренирования состоит из трактора Белрус-1523 с модернизированным ПГН-3-5М.

В соответствии с алгоритмом проведения опыта составляется план-матрица ПФЭ типа 3^3 по математическому методу (таблица 3.4).

Таблица 3.4 - Матрица полевого полного факторного эксперимента типа 3^3

Факторы	Уровни натуральных значений			Кодовые значения		
	Мин.	Сред.	Макс.	Мин.	Сред.	Макс.
Глубина обработки h , см	40	50	60	-1	0	1
Скорость движения V , м/с	1,1	1,9	2,7	-1	0	1
Диаметр кротодрилирующего рабочего органа d , мм	200	220	240	-1	0	1

Исследуемыми факторами являются диаметр рабочего органа, глубина обработки, скорость движения. Откликами выступают: тяговое сопротивление, плотность, твердость и влажность почвы. Количество повторности – трехкратная.

Измерения плотности, твердости и влажности почвы проводятся через 14 дней после проведения эксперимента, с целью установления зависимостей откликов от исследуемых факторов. Замеры производятся на почвенных разрезах в околodrенной зоне с помощью приборного обеспечения полевой лаборатории Литвинова (рисунок 3.2.) [109]. Данные вносятся в журналы регистрации (Приложение В).

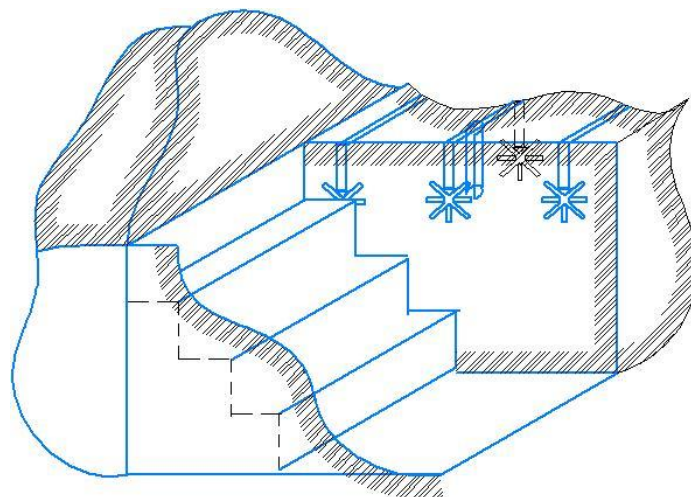


Рисунок 3.2 – Схема почвенного разреза

Для сопоставления результатов лабораторных с результатами полевых исследований обработка экспериментальных данных заключается в приведении

значений откликов на один кротодренирующий рабочий орган. Это достигается с учетом показателей тягового сопротивления машинно-тракторного агрегата с установленными кротодренирующими рабочими органами и без них [20].

Тяговое сопротивление кротодренирующего рабочего органа определяется как

$$W_{po} = \frac{W_{TM} - W_T}{n}, \quad (3.2)$$

где W_{TM} – тяговое сопротивление МТА с установленными кротодренирующими рабочими органами, кН;

W_T - тяговое сопротивление МТА, кН;

n – количество рабочих органов, шт.

Методика определения энергоемкости процесса технологической операции.

На трактор МТЗ-82 агрегируется плоскорез глубокорыхлитель навесной ПГН-3-5 с демонтированными плоскорезными рабочими органами и боковыми секциями. Далее прицепным способом с помощью гибкого соединения с устройством фиксации значения тягового сопротивления трактор марки Беларус-1523 агрегирует скомплектованным МТА. После трех проходов МТА доукомплектовывается кротодренирующими рабочими органами. Далее эксперимент проводится согласно план-матрицы. Фиксация тяговых показателей осуществляется с помощью электронно-измерительной системы [47, 29, 77, 104].

3.3 Приборное обеспечение и измерительное оборудование экспериментальных исследований

Для проведения измерений, проводимых в лабораторных и полевых условиях, использовалось измерительное оборудование и приборы (таблица 3.5) [89].

Таблица 3.5 – Приборное обеспечение и измерительное оборудование

Измеряемый параметр	Единица измерения	Наименование оборудования и приборного обеспечения	Погрешность измерения
Скорость движения	м/с	Измерительная лента, 50 м	± 5
		Секундомер	$\pm 0,24$
Влажность	% НВ	Полевая лаборатория Литвинова ПЛЛ-9	± 5
		Сушильный шкаф ШС-2В-151	± 3
		Весы электронные ВСТ-600	± 1
		Влагомер почвы электронный АQ-M20S01	$\pm 0,5$
Плотность	г/см ³	Полевая лаборатория Литвинова ПЛЛ-9	± 5
		Сушильный шкаф ШС-2В-151	± 1
		Весы электронные ВСТ-600	$\pm 0,24$ %
		Линейка, 0,3 м	± 1 %
		Штангенциркуль электронный ШЦЦ-I-150-0,01	$\pm 0,05$ мм
Твердость	МПа	Электронный твердомер ПСГ МГ-4	± 1
Тяговое усилие	кН	Динамометр электронный ДЭП/7-1Д-100Р-2	$\pm 0,45$
		Динамометр электронный ДЭП/7-1Д-10У-2	$\pm 0,45$
Разметка опытных участков	-	Теодолит EFT AL-32	-
	-	Курвиметр дорожный RGK Q318	$\pm 0,5$

На рисунке 3.3 представлено оборудование для определения влажности почвы [106].



а – бюксы из полевой лаборатории Литвинова ПЛЛ-9; б – пробоотборник грунтов; в – сушильный шкаф ШС-2В-151; г – весы электронные ВСТ-600; д - термометр СП-83 N1;

Рисунок 3.3 – Приборы и оборудование для определения влажности почвы

Определение относительной влажности почвы (W_0 , %)

$$W_0 = \frac{W_a}{W_{\text{п}}} \cdot 100, \quad (3.3)$$

где W_a – абсолютная влажность почвы, %;

$W_{\text{п}}$ – предельная полевая влагоемкость, %.

Абсолютная влажность определяется как

$$W_o = \frac{m_b - m_c}{m_c} \cdot 100, \quad (3.4)$$

где m_b , m_c – масса соответственно влажной и сухой пробы почвы, г.

Определение абсолютной влажности почвы в лабораторных условиях проводится, используя метод горячей сушки [52] путем высушивания пробы до абсолютно сухого состояния, следующим приборным обеспечением: сушильный шкаф ШС-2В-151, весы ВСТ-600 с точностью измерения 0,01 г, термометр СП-83 N1, бюксы. Бюксы заполняются почвой с каждого слоя по глубине взвешиваются с точностью 0,01 г.

Предельна полевая влагоемкость определяется как

$$W_{\Pi} = \frac{b-c}{c-a} \cdot 100, \quad (3.5)$$

где b – масса бюксы с влажной почвы, г;

c – масса бюксы абсолютно-сухой почвы, г;

a – масса пустой бюксы, г.

Определение предельной полевой влагоемкости (ППВ) по Н.А. Качинскому. Метод основан на увлажнении выбранного участка почвы на заданной глубине с заранее определенным количество воды.

Одновременно для определения полевой влажности берутся образцы слоя почвы в бюксы (алюминиевые стаканчики) и осуществляется измерение их массы с помощью аналитических весов. Режущие цилиндры взвешиваются с почвой на весах с точностью до 0,01 г с дальнейшим проведением необходимых расчетов.

Плотность сложения почвы определяется отношением массы сухой почвы ненарушенного сложения к единице объема. Плотность исследуемого слоя почвы или почвогрунта определяется

$$\rho = m_c / V_{\Pi}, \quad (3.6)$$

где m_c — масса сухой почвы, г;

V_{Π} — объем цилиндра, см³.

Объем цилиндра рассчитывается как

$$V_{\text{ц}} = \pi \cdot r \cdot h, \quad (3.7)$$

где r — радиус цилиндра, см;

h — высота цилиндра, см.

Определение твердости на исследуемых горизонтах почвы и почвогрунта проводится твердомером ПСГ МГ-4. Повторность измерений пятикратная и принимается в среднем значении рассчитанным прибором. Значения заносятся в память измерительного средства и в последующем выдоятся на ПК в табличном виде.

Для проведения измерений влажности при полевых и производственных испытаниях использовались электронные средства измерения.

Определение влажности почвенного и подпочвенного слоя проводилось с помощью влагомера почвы AQ-M20S01 (рисунок 3.4).



Рисунок 3.4 – Влагомер почвы AQ-M20S01

Прибор является компактным и удобным средством измерения и дает точные и четкие показания с погрешностью не более 0,5 %. Прибор работает следующим образом: щуп, имеющий рабочую длину 30 см внедряется в различные слои почвы и считывает показания влажности. Данные могут храниться во внутренней памяти устройства, но нет возможности для автоматического переноса и формирования базы данных при проведении исследований.

Для измерения твердости почвенного и подпочвенного горизонтов применялся электронный твердомер марки ПСГ МГ-4 (рисунок 3.5).



Рисунок 3.5 – Электронный твердомер почвы ПСГ МГ-4

Точность данного твердомера составляет ± 1 %. Прибор работает следующим образом:

Установить вертикально рабочий наконечник пенетromетра на грунт и плавно, без рывков, прикладывая силу к рукоятям ТСУ внедрить рабочий наконечник в грунт.

Плавно, за 5-10 с, внедрять рабочий наконечник пенетromетра в грунт на глубину от 70 до 80 мм, наблюдая при этом за показаниями таймера. Измерения автоматически прекращаются и подается короткий звуковой сигнал, если прошло более 10 с, или значение силы стало меньше порогового (внедрение рабочего наконечника в грунт прекращено).

Минимальное время измерений ограничивается минимально допустимым объемом данных (чем больше время измерений, тем точнее среднее значение силы).

При завершении измерений проводится статистическая обработка результатов измерений и на дисплей выводится среднее арифметическое значение силы

Цикл измерений на одном участке состоит из 3-5 измерений (по усмотрению оператора), в точках расположенных друг от друга на расстоянии не менее 10 см.

После окончания цикла на дисплей выводится результат измерений силы (F) и расчетные значения параметров грунта: сопротивление пенетрации (P); коэффициент уплотнения (K); индекс влажности (I).

Важной характеристикой электронных приборов также может быть возможность подключения и передачи данных к персональному компьютеру.

В настоящее время используются электронные средства измерения для определения энергетических показателей при испытаниях сельскохозяйственных машин в соответствии с действующим стандартом [28]. Энергооценка существующих образцов позволяет проводить работу по их модернизации с целью обеспечения ресурсосбережения.

Такой системой является электронно-измерительная система ДЭП/7-1Д-100Р-2, работающая с помощью тензометрирования [28].



а



б

а – динамометр электронный ДЭП/7-1Д-100Р-2 с согласующим и выводящим блоком индикатором WI-19S и тензодатчиком; б – персональный компьютер;

Рисунок 3.6 – Оборудование для определения тягового усилия

Принцип действия динамометров заключается в преобразовании деформации упругого элемента, вызванной действием приложенной силы, в электрический сигнал.

Тензодатчик устанавливается в разрыв между МТА с машиной ПГН-3-5М и тяговым трактором МТЗ 1523.

Данные записываются в принимающий и выводящий блок индикатор WI-19S. Далее для последующей обработки данным считываются через ПК, представленные в форме таблицы для последующей обработки.

При проведении лабораторных, полевых и производственных испытаний применялась полевая лаборатория Литвинова (рисунок 3.7)



Рисунок 3.7 - Полевая лаборатория Литвинова ПЛЛ-9

Полевая лаборатория Литвинова ПЛЛ-9 предназначена для ускоренных исследований строительных свойств однородных связных и несвязных грунтов.

При использовании ПЛЛ-9 определяли следующие показатели:

- отбор из шурфов, котлованов и с поверхности земли проб грунта природного сложения и природной влажности для определения их основных физических характеристик;

- сушку образцов грунта в сушильном шкафу;

- определение объемного веса грунта (в состоянии природной влажности)

- объемного веса грунтового скелета природной влажности (весовой и объемной);
- степень влажности;
- пористости и коэффициента пористости;
- степени плотности грунтов;
- гранулометрического состава грунтов;
- максимальной молекулярной влагоемкости.

Исследования приборами полевой лаборатории производят непосредственно в поле, лаборатории над образцами грунта, отобранными с помощью приспособлений, включенных в состав полевой лаборатории. После проведения опытов осуществляется статистическая обработка полученных результатов. Технические средства - стандартная компьютерная программа Microsoft Office Excel [5, 97].

3.4 Методика обработки результатов экспериментальных исследований

Обработка результатов, полученных при проведении лабораторных, полевых исследований, проводится по известным методикам [37, 49, 105]. Исследуемые при проведении опытов величины имеют вероятностный характер, их значения зависят от многих факторов, поэтому для их анализа используют методы математической статистики. Числовыми характеристиками при статистической обработке приняты: среднее арифметическое, дисперсия, стандартное отклонение, ошибка средней, коэффициент вариации, доверительный интервал.

Среднее арифметическое значение измеряемой величины

$$X_{\text{cp}} = \frac{1}{n} \sum X_i \quad (3.8)$$

где X_i – значение отдельного измерения;

n – количество измерений.

Дисперсия измеряемой величины статистического распределения

$$D = \frac{\sum (x_i - x_{cp})^2}{n-1} \quad (3.9)$$

Стандартное отклонение (среднее квадратическое отклонение)

$$S = \sqrt{D} \quad (3.10)$$

Ошибка средней вычисляется

$$S_x = \sqrt{S^2/n} \quad (3.11)$$

Коэффициент вариации выражается в процентах

$$v = \frac{S}{x_{cp}} \quad (3.12)$$

Доверительный интервал определяется

$$L = x_{cp} \pm t_{\beta} \times S_x \quad (3.13)$$

где t_{β} – коэффициент распределения Стьюдента.

Коэффициент распределения Стьюдента определяется по табличным данным в зависимости от принятого уровня доверительной вероятности.

Дальнейшая обработка данных производится путем составления регрессионного уравнения. Составление регрессионных зависимостей с целью установления влияния отдельного или совокупности нескольких факторов на исследуемый параметр используется порядок, включающий составление общего уравнения регрессии с подстановкой средних значений и кодированных факторов на двух или трех уровнях, с дальнейшим определением коэффициентов уравнения регрессии. Для каждого регрессионного уравнения производится проверка воспроизводимости опытов, проверка адекватности модели и оценка значимости коэффициентов регрессии с использованием критерия Кохрена [128].

Данные считаются воспроизводимы, при соблюдении условия критерия Кохрена (G)

$$G \leq G(0,05; n; f_u), \quad (3.14)$$

где n – число опытов;

f_u – число степеней свободы.

Число степеней свободы определяется как

$$f_u = m_0 - 1, \quad (3.15)$$

где m_0 – число повторности.

Расчетное значение критерия воспроизводимости по Кохрену определится как

$$G = \frac{S_{u\max}^2}{\sum_{u=1}^n S_u^2}, \quad (3.16)$$

где S_u^2 – дисперсия рассеивания результатов в опыте;

$S_{u\max}^2$ – максимальное значение дисперсии.

Дисперсия характеризует диапазон рассеивания результатов на u -м сочетании факторов

$$S_u^2 = \frac{1}{m_0 - 1} \sum_{i_k=1}^{m_0} (y_{ui_k} - \bar{y}_u)^2, \quad (3.17)$$

где i_k – повторность;

y_{ui_k} – отклик повторности;

\bar{y}_u – среднее значение отклика.

Ошибку опыта определена по формуле

$$S_y^2 = \frac{1}{n} \sum_{u=1}^n S_u^2. \quad (3.18)$$

Коэффициенты уравнения регрессии рассчитываем по формулам

$$b_0 = \frac{1}{n} \sum_{u=1}^n \bar{y}_u; \quad (3.19)$$

$$b_i = \frac{1}{n} \sum_{u=1}^n x_{iu} \cdot \bar{y}_u; \quad (3.20)$$

$$b_{ij} = \frac{1}{n} \sum_{u=1}^n x_{iu} \cdot x_{ju} \cdot \bar{y}_u, \quad (3.21)$$

где x_{iu} – значение i -го кодированного фактора в u -м опыте;

x_{ju} – значение j -го кодированного фактора в u -м опыте.

По результатам проведенных опытов математическая модель примет вид

$$y = b_0 + \sum_{i=1}^k b_i x_i + \sum_{i,j}^k b_{i,j} x_i x_j, \quad (3.22)$$

где y – значение параметра оптимизации (целевой функции);

$b_{i,j}$ – эффекты взаимодействия;

$x_i x_j$ – кодированное значение факторов.

Адекватность регрессионного уравнения подтверждают по критерию Фишера

$$F < F(0,05; f_{ad}; f_y), \quad (3.23)$$

где f_{ad} – число степеней свободы дисперсии адекватности;
 f_y – число степеней свободы дисперсии воспроизводимости.

Расчетный критерий Фишера определяется как

$$F = \frac{S_{ad}^2}{S_y^2}, \quad (3.24)$$

где S_{ad}^2 – дисперсия адекватности.

Число степеней свободы дисперсии адекватности определяется из выражением

$$f_{ad} = n - k - 1; \quad (3.25)$$

где k – число факторов.

Число степеней свободы определяется из выражения

$$f_y = n(m_0 - 1). \quad (3.26)$$

Дисперсия адекватности вычисляем по формуле

$$S_{ad}^2 = \frac{1}{n-k-1} \sum_{u=1}^n (y - \bar{y}_u)^2, \quad (3.27)$$

где y – значение отклика в u -м опыте.

Значимость коэффициентов уравнения регрессии определяют по критерию Стьюдента

$$|b_a| \geq \Delta d_a, \quad (3.28)$$

где b_a – коэффициенты уравнения регрессии;

Δd_a – доверительный предел.

Доверительный предел определяется как

$$\Delta d_a = t(0,05; f_y) \frac{S_y}{\sqrt{n}}, \quad (3.29)$$

где t – критерий Стьюдента при 5%-ном уровне значимости.

Коэффициенты уравнения регрессии, не попавшие под неравенство (3.17), не включены в дальнейший анализ данных.

Полученные с помощью специализированных компьютерных программ Mathcad 15 и Excel графические зависимости отклика от исследуемых факторов и дальнейший их анализ позволят выявить рациональные параметры и режимы работы кротодренирующего рабочего органа [103, 113, 118].

3.5 Программа и методика проведения производственного испытания

Производственные испытания являются заключительным этапом проведения экспериментальных исследований для подтверждения результатов, полученных в ходе полевых исследований.

Программой проведения производственных испытаний установлено проведение экспериментальных исследований в сравнении опытного образца модернизированной машины ПГН-3-5М с базовым вариантом Агридиггер РК-3/ОБ. Откликами производственных испытаний являются: эксплуатационные затраты и урожайность сельскохозяйственной культуры [91, 92].

Площадь проведения испытания – 1 га. Технологическая операция осуществляется агрегатом ПГН 3-5М с тракторами тягового класса 3.

Перед началом проведения технологических операций согласно схеме опытного участка (рисунок 3.8) вешками отбиваются выделенные участки, размечаются загоны и разворотные полосы с контрольной отметкой.

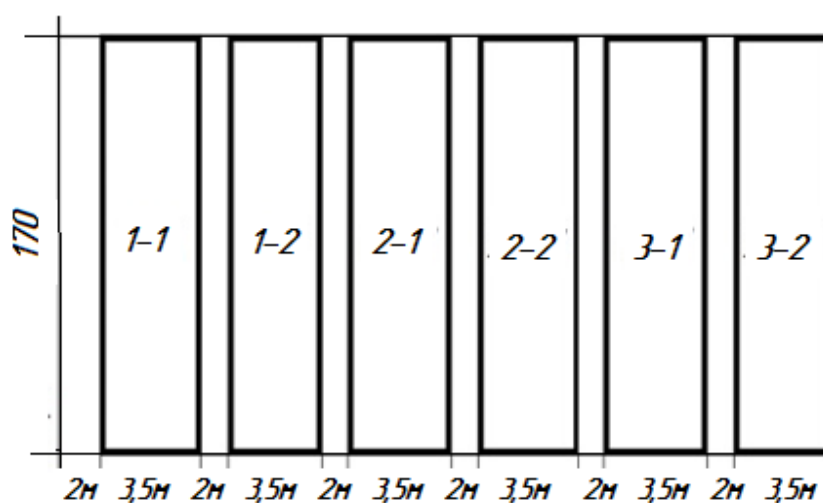


Рисунок 3.8 – Разметка опытного участка

Таблица 3.6 – План проведения производственных испытаний

Номер учетной делянки	Культура	Описание обработки почвы
1	Техническая конопля	Контрольный (без проведения технологических операций глубокого рыхления и кротодренирования)
2	Техническая конопля	Дренирование Агридиггер РК-3/ОБ
3	Техническая конопля	Кротодренирование ПГН-3-5М
Прочие равные условия для всех делянок. Дискование, культивация, гербицидная обработка участков, внесение микроэлементарных удобрений, посев		

Культурой для исследования урожайности является техническая конопля сорта «Надежда» [131]. Способ посева - широкорядный. Ширина междурядий - 45 см. Посев осуществляется сеялкой СН-16, норма высева – 80 кг/га [32, 61, 115].

Методикой проведения предусмотрено создание минимальных условий для вегетации растений технической конопли (Приложение Г), поэтому дополнительные обработки по уходу за растениями, а также внесение удобрений и пестицидов не предусматривалось, в целях снижения ошибки, при выявлении качества влияния основной обработки почвы каждого из вариантов [8, 87, 136].

Перед уборкой урожая технической конопли производится оценка густоты стояния [111, 126, 127]. Густота стояния определяется согласно выражению

$$\Gamma_{ст} = (K_p \cdot D_d \cdot K_r) / P_d, \quad (3.30)$$

где K_p – количество растений на 1 погонный метр, шт;

D_d – длина делянки, м;

K_r – количество рядков в делянке, шт;

P_d – площадь делянки, га.

Далее определяется биологическая урожайность по количеству растений и их массе в рядке на 1-ом погонном метре пяти учетных площадок, расположенных по диагонали на каждой делянке.

Биологическая урожайность определяется согласно выражению

$$У_B = ((M_{\text{пм}} \cdot D_d \cdot K_p) / P_d) / 1000, \quad (3.31)$$

где $M_{\text{пм}}$ – масса соломы/семян с 1 погонного метра, кг;

D_d – длина делянки, м;

K_p – количество рядков в делянке, шт;

P_d – площадь делянки, га.

Материалы испытаний являются исходными данными для расчета экономической оценки и оформляются актом внедрения в производство [52].

Для отражения динамики показателей влажности и твердости почвы, степени их изменения, имеющих прямое воздействие на урожайность возделываемой культуры, производится сбор данных. Показатели определяются в 3-х кратной повторности на каждой делянке по диагонали. Уровни измерений по глубине составляют $H=0...30$, $H=30...60$ см. Частота измерений: 8 и 22 число каждого месяца, с погрешность 1...2 дня (Приложение Д).

В производственных условиях, при многократном проезде машинно-тракторных агрегатов, производящих технологические операции при возделывании сельскохозяйственных культур, предусматривается исследование устойчивости кротодрен к разрушению. Методика исследования заключается в следующем. После уборки возделываемой сельскохозяйственной культуры производится вертикальное бурение в области прохождения кротодрены с последующей заливкой гипсового раствора и дальнейшего его извлечения после застывания.

При проведении производственных испытаниях в полевой журнал (Приложения Е) фиксируются все вышеперечисленные данные [101].

3.6 Выводы по главе

1. Составлена методика проведение рекогносцировочных исследований в фиксированных значениях параметров рабочего органа, исходя из теоретических исследований, с целью проверки на работоспособность конструкции.

2. Составлена методика проведения лабораторных экспериментов включающие в себя следующие параметры кротодренирующего рабочего органа: диаметр, угол наклона лучей, количество лучей. Место проведения: почвенный канал кафедры ТТМиК ФГБОУ ВО Тверская ГСХА.

3. Составлена методика проведения полевых исследований. Планом предусмотрено исследование кинематических и геометрических характеристик рабочего органа, показателей влажности, твердости, плотности почвы при ПФЭ 3³, а также исследование почвогрунта в разрезах.

4. Составлена методика проведения производственных испытаний на базе предприятия ООО «Грин Фьюлз» Ржевского района Тверской области. Культура отклика - техническая конопля.

5. Подобрано и представлено приборное обеспечение, с определением и расчетом показателей ФМТС почвогрунта и тягового сопротивления, а также методика обработки данных математическим анализом.

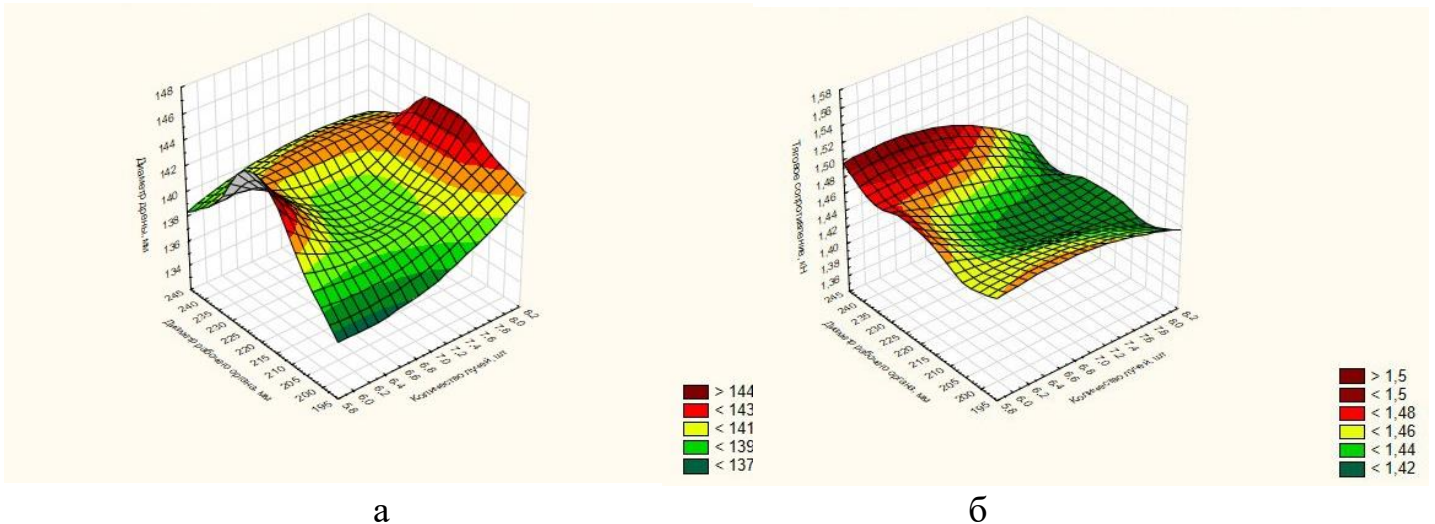
4 РЕЗУЛЬТАТЫ И АНАЛИЗ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

4.1 Результаты и анализ лабораторных исследований

В соответствии с программой и методикой лабораторных исследований на почвенном канале были проведены рекогносцировочные испытания опытного образца кротодренирующего рабочего органа. Условиями проведения исследования: твердость грунта $P=2,46$ МПа, плотность грунта $\rho=2,18$ г/см³, что соответствует почвенному слою дерново-подзолистых почв на глубине 50../60 см. Скорость движения рабочего органа $V=1,1$ м/с. Установлено, среднее значение диаметра получаемой дрены при двукратной повторности опытов составляет $d_{др}=129$ мм. Данный показатель указывает на работоспособность разработанной конструкции в формировании дрены, соответствующей установленным требованиям.

Лабораторные исследования в соответствии с методикой полевого опыта Доспехова Б.А. по установлению влияния диаметра кротодренирующего рабочего органа, угла наклона и количества лучей. Исследования проводились на почвенном канале кафедры ТТМиК. Скорость движения рабочего органа и исходное состояние грунта имели значения как при рекогносцировочных исследованиях. Полученные значения фиксировались в журналах измерений, с дальнейшей обработкой программным комплексом (Приложение Ж).

Графические зависимости откликов диаметра дрены и тягового сопротивления представлены на рисунках 4.1, 4.2, 4.3. Представленные зависимости приведены с фиксацией: рисунок 4.1 угол наклона лучей - $\gamma=45^\circ$, рисунок 4.2 количество лучей $k=7$ шт., рисунок 4.3 диаметр $D=220$ мм.



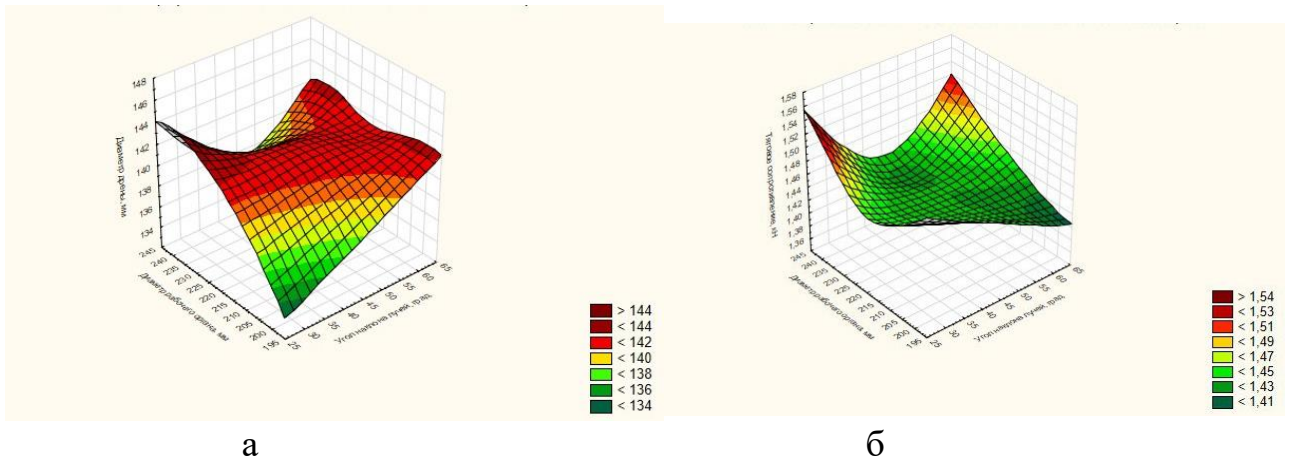
а – диаметр дрены; б – тяговое сопротивление;

Рисунок 4.1 – Графические зависимости от диаметра кротодренирующего рабочего органа и количества лучей

Анализ графической зависимости тягового сопротивления (рисунок 4.1 б) показывает. Наименьшее тяговое сопротивление наблюдается в областях: диаметр рабочего органа $D=210\dots235$ мм, количество лучей $k=7\dots8$ лучей.

Графическая зависимость диаметра дрены от указанных факторов (рисунок 4.1 а) показывает, что при максимальные значения дрены $d_{др}=144$ мм достигаются при диаметре рабочего органа $D=210\dots230$ мм, а количество лучей должно быть $k=6$ или $k=8$.

Учитывая, наименьшее тяговое сопротивление при значении количества лучей $k=8$ данный конструктивный параметр кротодренирующего рабочего органа фиксируем для полевых исследований.



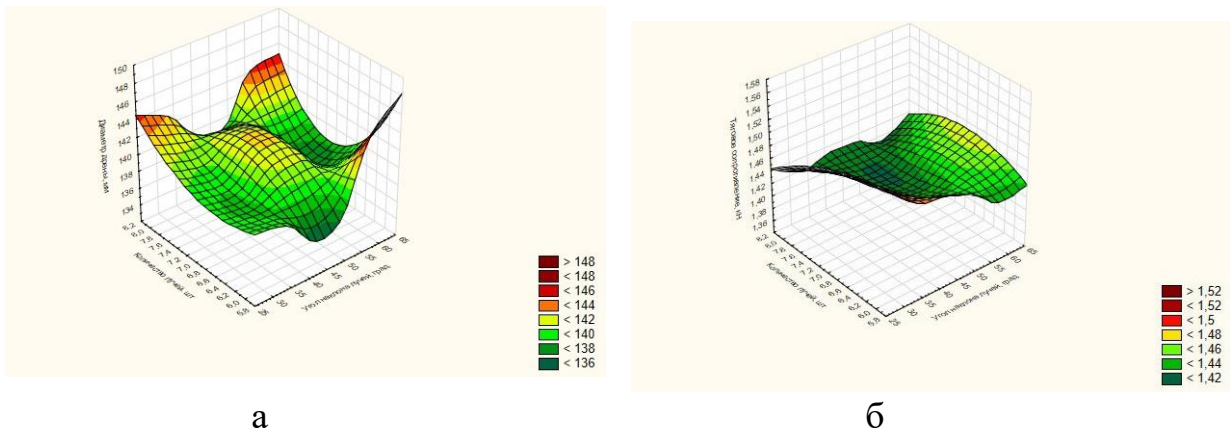
а – диаметр дрены; б – тяговое сопротивление;

Рисунок 4.2 – Графические зависимости от диаметра кротодренирующего рабочего органа и угла наклона лучей

Графическая зависимость рисунка 4.2 а указывает, что максимальное значение диаметра дрены $d_{др}=144$ мм достигается при диаметре рабочего органа $D=220...245$ мм и значениях угла наклона лучей $\gamma=25...50^{\circ}$.

Графическая зависимость тягового сопротивления (рисунок 4.2 б) от диаметра рабочего органа и угла наклона, указывает, что наименьшее значения тягового сопротивления $W_{po}=1,43$ кН будет при угле наклона $\gamma=60...65^{\circ}$ и диаметре рабочего органа $D=190...200$ мм.

Полученные оптимальные значения откликов графических зависимостей рисунка 4.2 указывают, что наилучшее значение дрены с тяговым сопротивлением достигаются при $D=220...240$ мм и угле наклона лучей не менее $\gamma=40^{\circ}$.



а – диаметр дрены; б – тяговое сопротивление;

Рисунок 4.3 – Графические зависимости от угла наклона и количества лучей

Оптимальное значение отклика – диаметр дрены (рисунок 4.3 а) $d_{др}=138...142$ мм, определяется при значении количества лучей $k=7,2...8$ шт. и угле наклона $\gamma=40...50^{\circ}$.

Наименьшее тяговое сопротивление (рисунок 4.3 б) $W_{po}=1,42$ кН находится при значениях факторов: количества лучей $k=7,6...8$ шт. и угле наклона $\gamma=45^{\circ}$.

Данные графические зависимости (рисунок 4.1, 4.2, 4.3) позволяют утверждать, что в дальнейших исследованиях для достижения оптимальных значений диаметра дрены и наименьшего тягового сопротивления фиксируем конструктивные параметры кротодренирующего рабочего органа: угол наклона лучей $\gamma=45^{\circ}$, количество лучей $k=8$ шт. При этом значения откликов диаметра рабочего органа не однозначно влияли на отклики, что требует дальнейших исследований. Принимая вышеизложенное, были установлены пределы значений диаметра кротодренирующего рабочего органа $D=200...240$ мм.

Теоретические расчеты и предположения были подтверждены реализацией серии экспериментов на почвенном канале.

4.2 Результаты и анализ полевых исследований

Полевые исследования проводились в рамках темы НИР кафедры ТТМиК на залежных землях сельскохозяйственного назначения ФГБОУ ВО Тверская

ГСХА. Площадь опытного участка составила 1,5 га. Характеристика участка: залежные земли более 10 лет, агрохимическое обследование не проводилось. Лесокустарниковая растительность присутствует (максимальный диаметр 50 мм). Сорная растительность представлена преимущественно злаковыми травами, пыреем и борщевиком Сосновского (среднее значение площади покрытия 3,3 шт./м²). Почва: дерново-подзолистая, среднесуглинистая.

Обработка опытного участка залежи включала. Удаление сорной растительности машинно-тракторными агрегатами: удаление кустарника и мелколесья – Беларус-82.1 и кусторез дискового типа К-1,7 (рисунок 4.4 а); измельчение древесных остатков Беларус-82.1 с измельчителем марки МК-120 ТР (рисунок 4.4 б) борщевик Сосновского (рисунок 4.4) – Т-25А3 с ботвоудалителем (рисунок 4.5); дискование – Беларус-82.2 с БДТ-3.



а

б

а - кусторез К-1,7; б - измельчитель МК-120 ТР;

Рисунок 4.4 – Машинно-тракторные агрегаты для удаления древесно-кустарниковой растительности



Рисунок 4.5 – Удаление сорной растительности

После проведения культур-технических мероприятий по подготовке опытного участка проводилась разметка на делянки в соответствии с программой исследований.



Рисунок 4.6 - Разметка опытного участка

Измерения тягового сопротивления проводилось согласно методики полевого опыта в трехкратной повторности (рисунок 4.7).



Рисунок 4.7 – Оценка тягового сопротивления

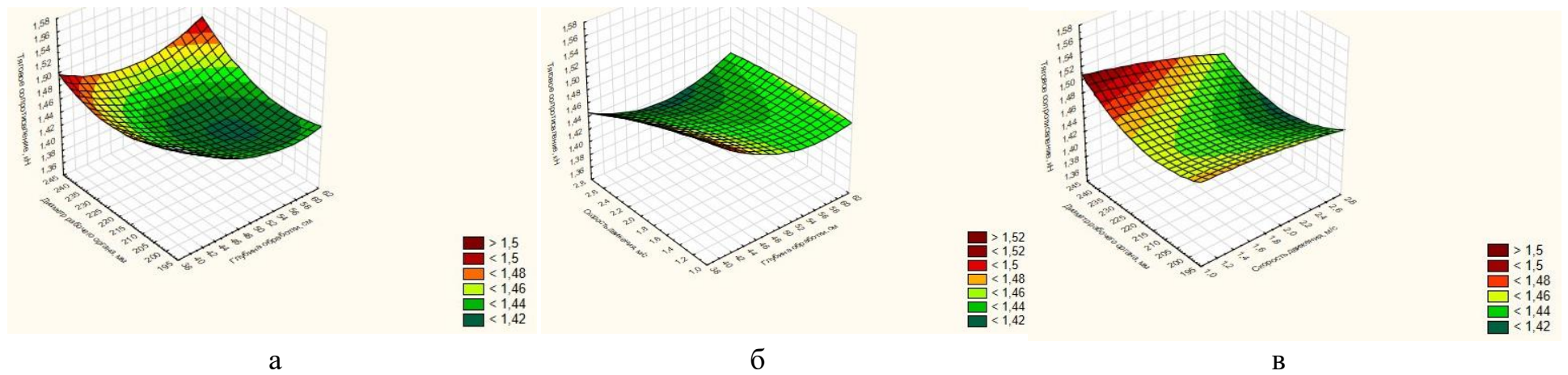
Результаты измерений тягового сопротивления фиксировались в памяти регистрирующего устройства динамометра. Далее, с помощью ПО производилась систематизация и обработка полученных данных в стандартных программах Microsoft Office 2010, MatchCad 15.

В результате обработки составлены регрессионные зависимости.

Уравнение регрессии тягового сопротивления

$$y = 1,4507 - 0,0104x_1 - 0,0120x_2 + 0,0059x_3 + 0,9720x_1^2 + 0,9662x_2^2 + 0,9715x_3^2 + 0,0060x_1x_2 + 0,0052x_1x_3 - 0,0030x_2x_3 \quad (4.1)$$

Графическое отображение тягового сопротивления приведено на рисунках 4.8. Значения факторов фиксировались в значениях: глубина обработки $H=50$ см, скорость движения $V=1,9$ м/с, диаметр рабочего органа $D=220$ мм.



а - от диаметра кротодренирующего рабочего органа и глубины обработки; б - от скорости движения и глубины обработки; в - от скорости движения и диаметра рабочего органа;

Рисунок 4.8 – Графические зависимости тягового сопротивления

Графическая зависимость 4.8 указывает на оптимальные конструктивный параметр – диаметр рабочего органа $D=215...225$ мм и режимы работы – глубина обработки $H=52...58$ см, при тяговом сопротивлении $W_{po}=1,42$ кН.

Значения тягового сопротивления графической зависимости, отображенной на рисунке 4.8, устанавливают, что при увеличении скорости движения в исследуемых границах факторов тяговое сопротивление постоянно снижается, при этом глубина обработки находится в пределах 48...56 см.

Графическая зависимость 4.8 показывает, что минимальные значения тягового усилия $W_{po}=1,42$ кН, наблюдаются в областях: диаметр рабочего органа $D=215...225$ мм, скорость движения $V=2,6...2,7$ м/с.

Анализ графических зависимостей тягового сопротивления от диаметра кротодренирующего рабочего органа, глубины обработки и скорости движения позволил установить схождение значений отклика по диаметру рабочего органа и скорости движения. Фактор глубина обработки имеет большой диапазон значений $H=48...58$ см, что не дает возможности ей пренебречь исходя из процента отклонения (17%) при выполнении технологической операции.

В соответствии с методикой проведения полевых исследований, для установления откликов: влажность, твердость, плотность произведены почвенные разрезы (рисунок 4.9).



а

б

а – подготовка почвенного разреза; б – измерения ФМТС почвы по горизонтам;

Рисунок 4.9 – Почвенный полевой разрез для оценки степени изменения ФМТС почвы

Измерение откликов производилось в околоренной зоне и заносились в журналы измерений (Приложения Д, Е). В результате обработки полученных данных составлены регрессионные зависимости (4.2, 4.3, 4.4).

Уравнение регрессии – твердость почвогрунта

$$y = 1,5049 - 0,0827x_1 - 0,14x_2 - 0,16x_3 + 0,997x_1^2 + 1,063x_2^2 + 1,044x_3^2 + 0,085x_1x_2 + 0,065x_1x_3 + 0,132x_2x_3 \quad (4.2)$$

Уравнение регрессии - влажность

$$y = 72,4815 - 0,3704x_1 - 1,704x_2 + 1,136x_3 + 48,69x_1^2 + 41,21x_2^2 + 49,56x_3^2 - 1,099x_1x_2 - 0,444x_1x_3 + 2,802x_2x_3 \quad (4.3)$$

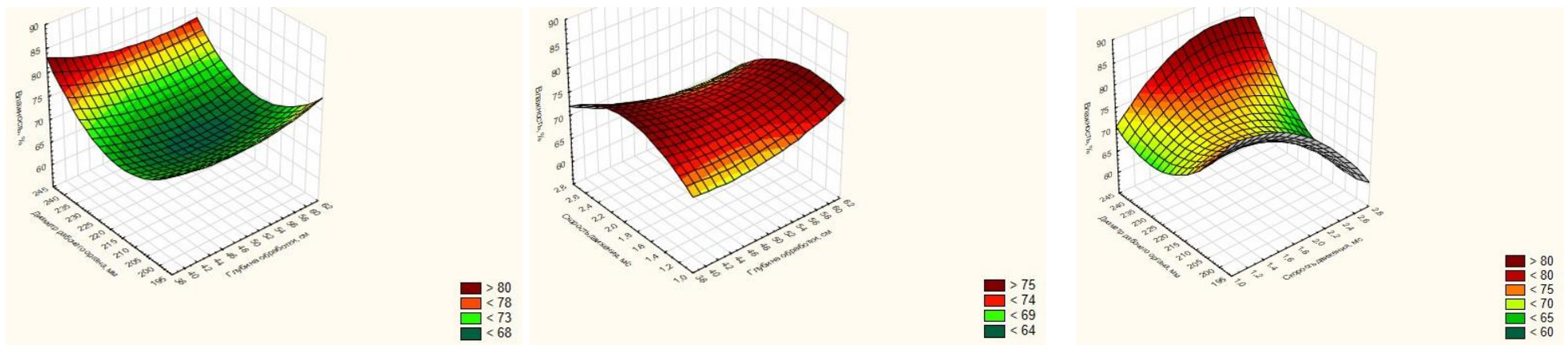
Уравнение регрессии - плотность

$$y = 1,4952 - 0,0025x_1 - 0,026x_2 + 0,033x_3 + 0,956x_1^2 + 0,94x_2^2 + 1,011x_3^2 - 0,016x_1x_2 + 0,016x_1x_3 + 0,056x_2x_3 \quad (4.4)$$

Графические зависимости уравнений регрессий приведены на рисунках 4.10, 4.11, 4.12.

Для построения графиков фиксировались значения факторов: глубина обработки $H=50$ см, скорость движения $V=1,9$ м/с, диаметр рабочего органа $D=220$ мм.

Анализ графических зависимостей физико-механических и технологических свойств почвы (рисунок 4.10, 4.11, 4.12) от установленных факторов согласно плану и методике исследования показал. Наиболее близкие к рекомендуемым значениям по влажности $W_o=60...70$ % ППВ, плотность $\rho=1,1...1,4$ г/см³, твердость $P=1,1...1,6$ МПа достигаются при значениях диаметра рабочего органа $D=200...240$ мм. Глубина обработки почвогрунта и скорость движения не однозначно влияет на исследуемые отклики, но принимая во внимание анализ графических зависимостей можно утверждать, что оптимальные значения находятся в диапазонах: глубина обработки $H=50...60$ см, скорость движения $V=2,2...2,7$ м/с.



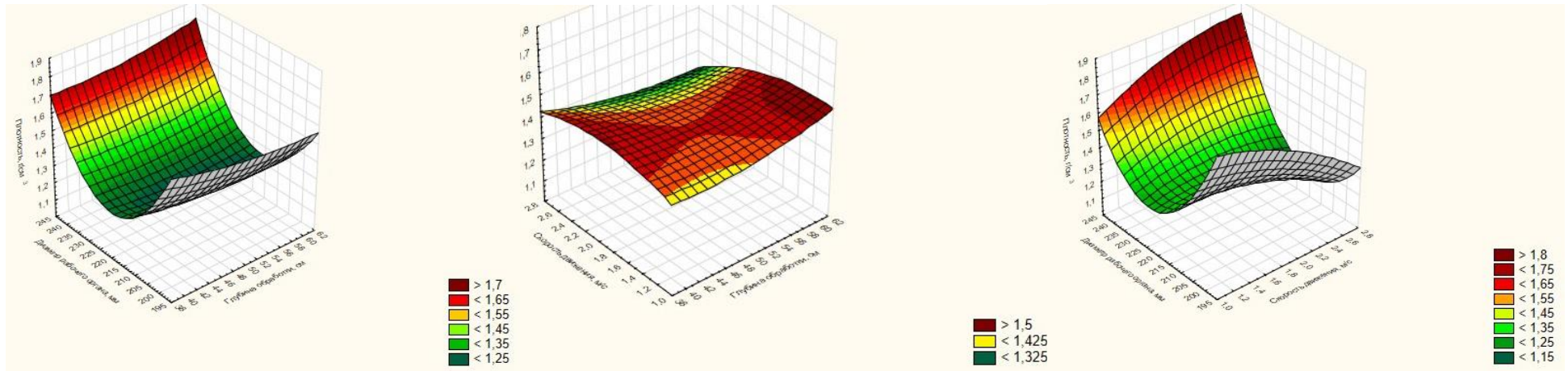
а

б

в

а - от диаметра кротодренирующего рабочего органа и глубины обработки; б - от скорости движения и глубины обработки;
в - от скорости движения и диаметра рабочего органа;

Рисунок 4.10 - Графические зависимости влажности



а

б

в

а - от диаметра кротоденирующего рабочего органа и глубины обработки; б - от скорости движения и глубины обработки;
в - от скорости движения и диаметра рабочего органа;

Рисунок 4.11 - Графические зависимости плотности

В результате полевых исследований установлены оптимальные конструктивные параметры и режимы работы кротодренирующего рабочего органа: диаметр рабочего органа $D=220$ мм, глубина обработки $H=50...60$ см, скорость движения $V=2,7$ м/с.

4.3 Результаты и анализ производственных испытаний

В соответствие с программой и методикой исследования, изложенной в главе 3, произведены производственные испытания. Общий вид машины ПГН-3-5М в агрегате с трактором марки Т-150К представлен на рисунке 4.13

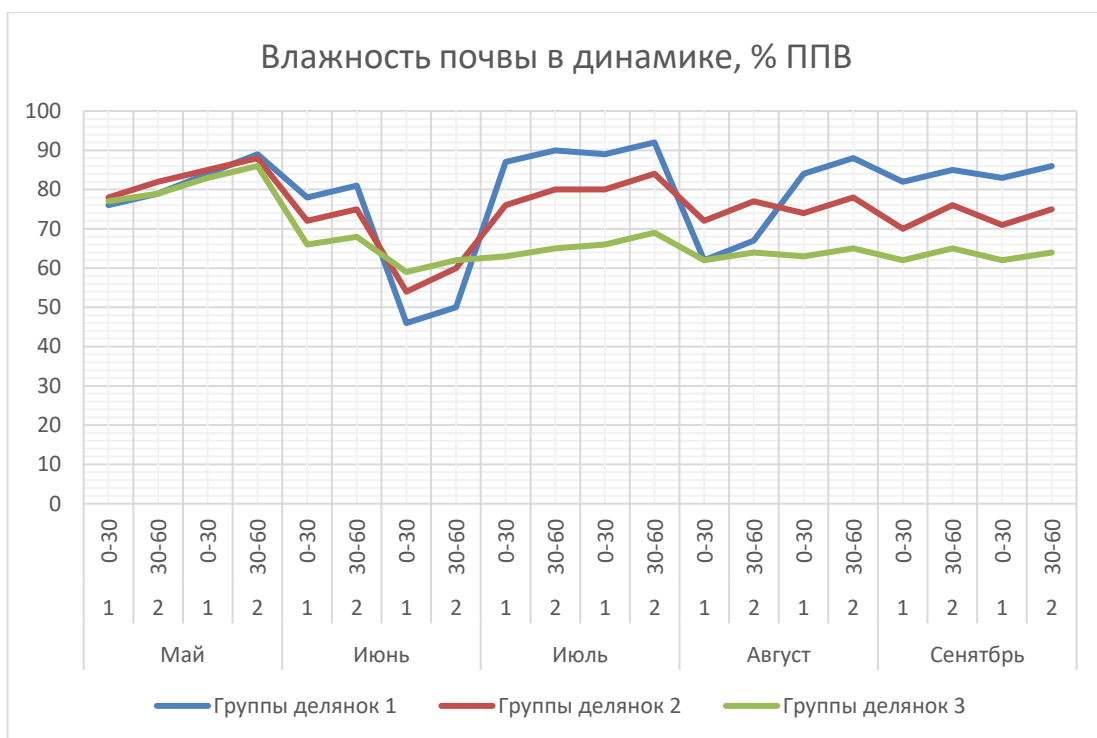


Рисунок 4.13 - Модернизированный ПГН-3-5М в агрегате с трактором Т-150К

Производственные испытания проводились по разработанной технологии на 1 га ООО «Грин Фьюэлз» Ржевского района Тверской области в период с мая по сентябрь 2023 года.

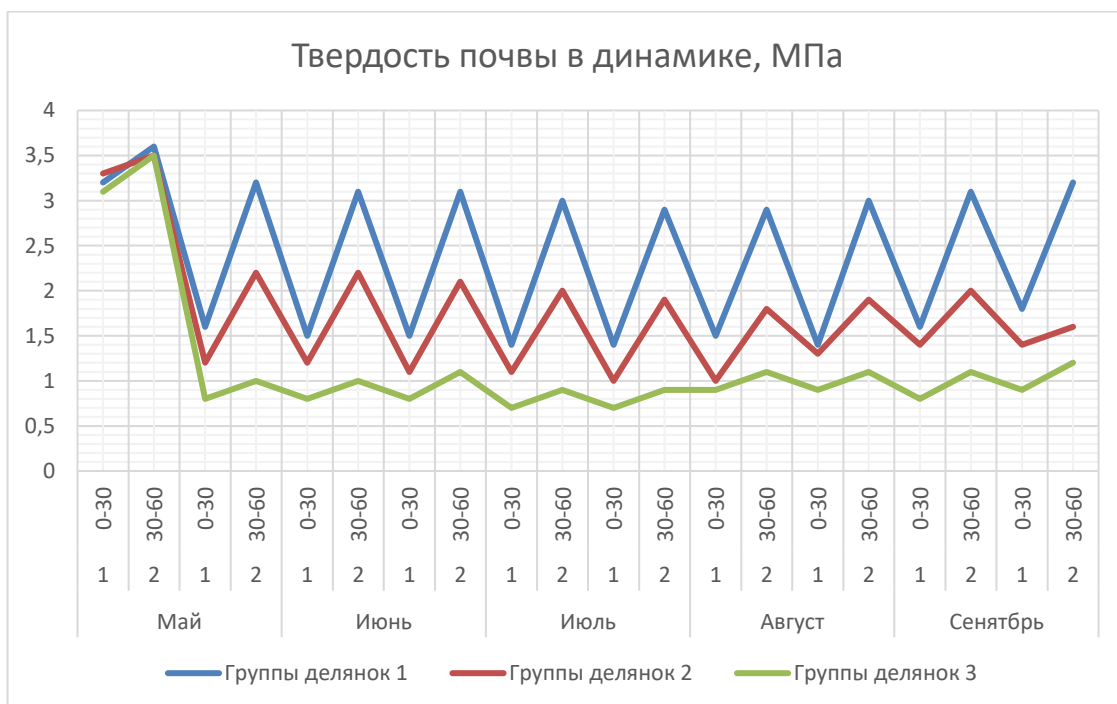
Для подтверждения предпосылок оптимизации показателей влажности, твердости и плотности почвы при различных вариантах обработки почвы произведен сбор и анализ показателей откликов, представленный в динамике

(рисунок 4.14, 4.15). Полученные данные обработаны с помощью стандартной программы Excel.



1 – контрольные делянки; 2 – глубокое рыхление; 3 – кротодренирование;

Рисунок 4.14 – Динамика влажности почвогрунта



1 – контрольные делянки; 2 – глубокое рыхление; 3 – кротодренирование;

Рисунок 4.15 – Динамика твердости почвогрунта

Было установлено, что при кротодренировании значения влажности и твердости почвогрунта до 60 см (уровни измерений по глубине $H=0...30$ см; $H=30...60$ см) по глубине имели более плавный характер и меньшее отклонение от средней величины в зонах оптимума, что положительно сказалось на снижении стресса для вегетации растений и повысило урожайность технической конопли. Значения по влажности за весь период вегетации при кротодренировании варьировались в пределах $W_{п}=59...66$ % ППВ, а твердости $P=0,7...1,4$ МПа в период с 3-ей декады мая по 3-ю декаду сентября.

Согласно методике производственных испытаний после уборки урожая проведена оценка устойчивости дрены (рисунок 4.16).



Рисунок 4.16 – Гипсовый слепок кротодрены

На рисунке 4.16 изображен гипсовый слепок дрены. Общий диаметр составил $d=135$ мм. Также можно произвести оценку выполненности и формы, которая точно повторяет форму и конструкцию кротодреннующего рабочего органа. Обрушенность от общего диаметра составила не более 10%, что говорит о достаточном уплотнении в околедренной зоне. Конструкция рабочего органа позволила получить не чрезмерноуплотненную область деформации в околедренной зоне на среднесуглинистой дерново-подзолистой почве на глубине 50 см при твердости почвы до обработки $P=2,1...2,3$ МПа и после обработки от

$P=1,2$ до 1,4 МПа, с наилучшей инфильтрацией и проницаемостью и достаточно большим диаметром дрены в отличие от требований в 100 мм [8], что соответствует оптимальным условиям произрастания большинства сельскохозяйственных культур.

Для определения биологической урожайности технической конопли непосредственно перед уборкой определена густота стояния. Данные оценки приведены в таблице 4.1

Таблица 4.1 - Густота стояния перед уборкой технической конопли

Номер делянки	Количество растений, шт./м	Густота стояния шт./га	Количество растений от высеваемого материала, %*
1	16	640000	16,26
2	18	720000	18,30
3	22	880000	22,37
Среднее значение	19,25	770000	19,57
* при всхожести не менее 90% в соответствии с ГОСТ 9158-76			

Анализ таблицы показывает увеличение показателей машинной технологии с проведением кртодренирования.

Биологическая урожайность технической конопли согласно методике испытаний представлена в таблице 4.2.

Таблица 4.2 – Биологическая урожайность технической конопли

Номер участка	Урожайность семян *, ц/га	Урожайность соломы **, ц/га
1	6,57	112
2	10,45	134
3	12,81	168
Среднее значение	10,11	143
* при стандартной влажности семян 12-14%		
** при стандартной влажности для региона 18%		

Согласно данным таблицы 4.2 биологическая урожайность технической конопли в варианте машинной технологии с проведением технологической

операции кротодренирование увеличилась. В сравнении с контрольным вариантом машинной технологии 1: урожайность семян увеличилась на 94 %, урожайность соломы на 50 %. В сравнении с вариантом 2: семена на 22 %, солома на 25 %.

4.4 Выводы по главе

1. В ходе лабораторных исследований было установлено, что оптимальные конструктивные параметры кротодренирующего рабочего органа имеют следующие значения: угол наклона лучей $\gamma=45^{\circ}$, количество лучей $k=8$ шт. Диаметр рабочего органа, как фактор, оказывал неоднозначное влияние на значения откликов, при максимальном значении получаемой дрены $d=144$ мм и наименьшем тяговом сопротивлении $W_{\text{гн}}=1,42$ кН, в условиях почвенного канала: твердость грунта $P=2,46$ МПа, плотность грунта $\rho=2,18$ г/см³.

2. По итогу полевых исследований было установлены зависимости физико-механических и технологических свойств почвы от факторов согласно плану и методике исследования, которые показали наиболее близкие к рекомендуемым значениям по влажности $W_o=60...70$ % ППВ, плотности $\rho=1,1...1,4$ г/см³, твердость $P=1,1...1,6$ МПа, что достигается при значениях факторов: диаметр рабочего органа $D=220$ мм, глубина обработки $H=50...60$ см и скорость движения $V=2,7$ м/с.

3. Конструкция рабочего органа на глубине $H=50$ см при твердости почвы до обработки $P=2,1...2,3$ МПа позволила получить не чрезмерноуплотненную область в околodrенированной зоне на среднесуглинистой дерново-подзолистой почве с твердостью $P=1,2...1,4$ МПа. При этом наблюдается наилучшая инфильтрация и проницаемость, а диаметр дрены более $d=100$ мм соответствует оптимальным условиям произрастания сельскохозяйственных культур.

4. Биологическая урожайность технической конопли в варианте машинной технологии с проведением технологической операции кротодренирование увеличилась. В сравнении с контрольным вариантом машинной технологии 1: урожайность семян увеличилась на 94 %, урожайность соломы на 50 %. В

сравнении с вариантом 2: семена на 22 %, солома на 25 %. Урожайность составила: семян – 12,8 ц/га, соломы – 168 ц/га.

5. Рассмотрен вопрос образования и устойчивости кротодрены. По прошествии полевого сезона обрушенность составила 10 % от общего диаметра $d=135$ мм. Также в ходе производственных испытаний был рассмотрен вопрос распределения влаги и степени изменения твердости почвы в динамике. Было установлено, что при кротодренировании значения влажности и твердости почвогрунта до $H=60$ см по глубине имели более плавный характер и меньшее отклонение от средней величины в зонах оптимума, что положительно сказалось на снижении стресса для вегетации растений и повысило урожайность технической конопли.

6. Технология восстановления почв залежных земель кротодренированием в условиях Нечерноземной зоны РФ была успешно апробирована в ООО «Грин Фьюлз» Ржевского района Тверской области, а также в ФГБОУ ВО Тверская ГСХА, что подтверждено актами внедрения на производстве и учебном процессе (Приложения И, К, Л).

5 ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ИСПОЛЬЗОВАНИЯ КРОТОДРЕНИРУЮЩЕГО РАБОЧЕГО ОРГАНА

Экономическая эффективность определяется по степени улучшения экологического состояния сельскохозяйственных угодий, повышения плодородия почв, снижения их деградации и прироста биологического потенциала растений [69, 140].

Экономическая оценка кротодренирующего рабочего органа проведена в соответствии с ГОСТ 34393-2018 - Методы экономической оценки [32].

Прямые эксплуатационные затраты на проведение исследуемой технологической операции вычисляем по формуле

$$\mathcal{E}_{\text{к}} = \mathcal{Z} + \Gamma + P + A + \Pi, \quad (5.1)$$

где \mathcal{Z} – затраты на оплату труда персонала, руб./га;

Γ – затраты на горюче-смазочные материалы (ГСМ), руб./га;

P – затраты на ТО и ремонт, руб./га;

A – амортизация, руб./га;

Π – прочие затраты (вспомогательные материалы), руб./га.

Экономический эффект от внедрения предлагаемой операции кротодренирования определяем по формуле

$$\mathcal{E} = [(V_{\text{пн}} - \mathcal{E}_{\text{кн}}) - (V_{\text{пб}} - \mathcal{E}_{\text{кб}})] \cdot Q, \quad (5.2)$$

где $V_{\text{пн}}$ и $V_{\text{пб}}$ – валовая продукция по новой и базовой технологии, руб.;

$\mathcal{E}_{\text{кн}}$ и $\mathcal{E}_{\text{кб}}$ – оценка затрат по новой и базовой технологии, руб.;

Q – контрольная площадь посева, га.

Срок окупаемости предлагаемой технологии

$$H = \frac{K_{\text{в}}}{\mathcal{E}}, \quad (5.3)$$

где $K_{\text{в}}$ – капитальные вложения, руб.

Капитальные вложения оцениваются стоимостной величиной модернизации сельскохозяйственной машины путём установки дополнительного кротодренажного рабочего органа при культуртехнических мероприятиях и возделывании технической конопли. Предлагаемая техническая модернизация

предусматривает агрегатирование с тракторами класса 3 – Беларус - 1523 и/или Т-150 К. Для рассматриваемых условий агрегат составлен на базе трактора Т-150К и дренирующей сельскохозяйственной машины ПГН-3-5М с демонтируемыми со стоек лезвий чизельных рабочих органов. Кроме того, все параметры агрегата остаются неизменными в сравнении со стандартной машиной Агридиггер РК-3/ОБ.

Экономическая оценка, с учётом преимуществ модернизированной кротодренажной сельскохозяйственной машины, проведена в следующей последовательности:

1. Определена стоимость модернизации.
2. Определена экономическая эффективность и срок окупаемости предлагаемого решения.

Данные для определения экономической оценки сведены в таблицу 5.1.

Таблица 5.1 – Экономические расчеты применения кротодренаживания

Показатели	Кротование Агридиггер РК-3/ОБ	Кротодренаживание ПГН-3-5М
Затраты на оплату труда персонала, руб./га.	1098,72	1159,39
Амортизация, руб./га.	2357,29	2480,00
Затраты на ТО и ремонт, руб./га.	1776,40	2120,40
Затраты на горюче-смазочные материалы, руб./га.	10544,85	11270,30
Прочие затраты, руб./га.	5930,56	4900,00

Сравнение технологических операций базового и предлагаемого вариантов происходило в условиях одного из предприятий Тверской области – ООО «Грин Фьюлз» Ржевского района. Анализируемая площадь – 10 га. Для объективности оценки показатели приняты удельными значениями.

Годовой экономический эффект от внедрения технологии в ООО «Грин Фьюлз» Ржевского района

$$\mathcal{E} = [(282240 - 21930) - (179560 - 21707)] \cdot 10 = 58980, \text{ руб.}$$

Соответственно, экономический эффект составил 5898 руб/га посева. В этом случае срок окупаемости капитальных вложений

$$H = \frac{16640}{59980} = 0,28, \text{ года.}$$

Акт внедрения кротодренажного рабочего органа в ООО «Грин Фьюлз» Ржевского района приведен в приложении И.

Срок окупаемости капитальных вложений - один сезон.

Все рассчитанные показатели сводим в таблицу 5.2.

Таблица 5.2 – Экономическая оценка

Показатели	Кротование Агридиггер РК-3/ОБ	Кротодренирование ПГН-3-5М
Урожайность продукции, ц/га.	134	168
Валовый сбор, ц	1340	1680
Цена реализации, руб./ц	180	180
Эксплуатационные затраты, руб./га	21707	66030
Годовой экономический эффект на 1 га посева, руб.	-	5898
Капитальные вложения, руб.	-	16644
Срок окупаемости капитальных вложений при возделывании 10 га, лет.	-	0,28

Исходя из расчетов установлено, что использование модернизированной машины глубокорыхлителя с дополнительными кротодренирующими рабочими органами является экономически эффективным решением.

Полученное значение срока окупаемости капитальных вложений минимально, при этом улучшение почвенных характеристик, уменьшение затрат на введение земель с севооборот позволяет наметить пути развития и стабильного роста сельскохозяйственного производства.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. Анализ данных показал. Доля залежных земель Тверской области составляет более 50 % от общей площади пашни, что характерно для всей Нечерноземной зоны РФ с избыточным увлажнением. Создание рациональных ФМТС почвогрунта для возделывания сельскохозяйственных культур, при освоении залежных земель, требует глубокой обработки - кротодренирование.

2. Разработана математическая модель деформации почвы кротодренирующим рабочим органом, при упруго-вязкопластичной характеристике почвогрунта. Тип рабочего органа выбран – звездчатый. Рациональные теоретические параметры кротодренирующего рабочего органа: диаметр рабочего органа $D=200\dots240$ мм, длин рабочего органа $L=200$ мм, толщина луча $B=5$ мм, длина луча $L_H=170$ мм, угол наклона лучей $\gamma=30\dots60^\circ$.

3. Определены энергетические показатели кротодренирующего рабочего органа, с установлением тягового сопротивления на глубине 0,5 м для дерново-подзолистых, легко- и среднесуглинистых почв при диаметрах рабочего органа $D=200\dots240$ мм $W_{гн}=1,4\dots1,8$ кН.

4. В ходе лабораторных и полевых исследований подтверждены теоретические расчеты параметров и режимов работы кротодренирующего рабочего органа. При диаметре кротодренажного рабочего органа $D=220$ мм, угле установке лучей $\gamma=45^\circ$, количестве лучей $k=8$ шт, значение показателя тягового сопротивления одного кротодренирующего рабочего органа составляет $W_{гн}=1,42$ кН. При этом на глубине до $H=60$ см достигается влажность почвогрунта $W_H=60\dots70$ % ППВ, твердость $P=1,1\dots1,4$ МПа и плотность $\rho=1,1\dots1,2$ г/см³.

5. Испытания кротодренирующего рабочего органа в условиях освоения залежи ООО «Грин Фьюлз» Ржевского района Тверской области показали. Обрушенность исходного диаметра кротодрены на протяжении полевого сезона составила не более 10 %, что говорит об ее устойчивости. Применением кротодренирующего рабочего органа на глубине $H=50$ см позволяет изменять твердость среднесуглинистой дерново-подзолистой почвы с $P=2,1\dots2,3$ МПа до

$P=1,1\dots1,4$ МПа, а также стабилизировать показатели влажности и твердости на протяжении всего полевого сезона в пределах $W_{\text{п}}=59\dots66$ % ППВ, $P=0,7\dots1,4$ МПа.

6. Применение разработанного кртодренирующего рабочего органа в составе машины ПГН-3-5М позволяет повысить урожайность на 25% соломы (168 ц/га) и получить годовой экономический эффект 5898 руб./га.

РЕКОМЕНДАЦИИ ПРОИЗВОДСТВУ

Рабочий орган в составе системы «глубокорыхлитель-почва» выполняет функции по глубокому рыхлению почв, дренированию и тем самым, способен формировать оптимальный водно-воздушный режим почвы с минимальной почвообразующей обработкой в составе комплекса мероприятий по борьбе с инвазивной растительностью и введению в сельскохозяйственный оборот залежных земель.

При успешном внедрении разработки в хозяйствах Тверской области, и Нечерноземной зоны РФ в целом, аграрии получают возможность использования техники, способствующей улучшению своих сельскохозяйственных угодий и быстрому вовлечению в сельскохозяйственный оборот залежных земель, что, несомненно, является актуальным направлением как для крупных хозяйств и холдингов, так и для среднего, мелкого фермерства.

Из основных преимуществ для производств можно выделить следующее:

1. Возможность для различных форм хозяйствования приобрести как целиком машину, так и отдельно рабочий орган(ы), с установкой на уже имеющиеся машины глубокорыхлители, что приводит к наименьшим затратам для сельхозтоваропроизводителей, так как в целом машины для выполнения работ по глубокому рыхлению, дренированию и мелиорации залежи стоят достаточно дорого.

2. Качество выполняемых операций: ввиду особенности конструкции, в сравнении с представленными аналогами, где рабочий орган дрениер выполнен в форме продолговатого гладкого стержня, а также комплексного функционирования (глубокое рыхление и кротование), главной целью является исключить переуплотнение стенок канала дрены и околдренной зоны, при снижении энерго-экономических затрат при осуществлении технологической операции.

3. Увеличение количества обрабатываемой площади и количество дрен на ее единицу, при снижении энерго-экономических затратах, что не обеспечивают аналоги.

4. Простота и ремонтпригодность конструкции обеспечивает высокую ресурсность, за счет формы и способа крепления рабочего органа, а также снижает риск поломки за счет гибкости системы, в сравнении с аналогами имеющими ресурсность некоторых элементов 3-5 месяцев и жесткость основной системы функционирования.

5. Цена: стоимость предлагаемой разработки на 17,6-46,6% ниже, чем у представленных серийно-выпускаемых аналогов, не имеющих преимуществ, описанных выше.

ПЕРСПЕКТИВЫ ДАЛЬНЕШЕЙ РАЗРАБОТКИ

В дальнейшем планируется разработать активную комплексную систему функционирования выполнения технологической операции дренирования, с учетом проведенных исследований и защитой интеллектуальной собственности, как отдельных элементов, так и системы в целом.

При выполнении исследований, встал ряд вопросов и рационализаторских решений, которые нуждаются в дальнейшем исследовании, а именно:

1. Возможность вращения кротодренирующего рабочего органа, как следствие, изменение его конструктивных параметров и режимов работы в целом;
2. Возможность введения раствора для укрепления стенок канала дрены;
3. Возможность сопутствующего разноуровневого внесения мелиорантов (извести) и минеральных или органических удобрений в различных формах;
4. Проведение многолетних моноциклических исследований по почвообработке и возделываемой сельскохозяйственной культуре отклика, на примере 100-ого опыта опытной полевой станции ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева и ряда российских машиноиспытательных станций.

ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ ДИССЕРТАЦИИ ОПУБЛИКОВАНЫ В
СЛЕДУЮЩИХ РАБОТАХ

Публикации в рецензируемых изданиях, рекомендованных ВАК РФ

1. Предпосевная обработка залежных земель / Ф. Л. Блинов, В. И. Берней, Е. С. Белякова, И. В. Туманов // Вестник НГИЭИ. – 2020. – № 11(114). – С. 17-26. – DOI 10.24411/2227-9407-2020-10102.

2. Сизов, И. В. Использование комбинированных рабочих органов и агрегатов при возделывании льна-долгунца / И. В. Сизов, Ф. Л. Блинов, П. В. Морозов // Сельскохозяйственные машины и технологии. – 2021. – Т. 15, № 3. – С. 35-40. – DOI 10.22314/2073-7599-2021-15-3-35-40.

3. Блинов, Ф. Л. Методика лабораторного исследования звездчатого дренающего почвообрабатывающего рабочего органа / Ф. Л. Блинов, А. В. Кудрявцев // Электротехнологии и электрооборудование в АПК. – 2021. – Т. 68, № 2(43). – С. 84-89. – DOI 10.22314/2658-4859-2021-68-2-84-89.

Патенты РФ

4. Патент на полезную модель № 215380 U1 Российская Федерация, МПК А01В 13/08, Е02В 11/02. Дренер-кротователь : № 2022104563 : заявл. 22.02.2022 : опубл. 12.12.2022 / Ф. Л. Блинов, А. В. Кудрявцев.

5. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2024612882 Российская Федерация. Автоматизация технологических процессов в растениеводстве : № 2024611020 : заявл. 22.01.2024 : опубл. 06.02.2024 / Д. Р. Аветисян, Ф. Л. Блинов, Д. В. Ларин [и др.] ; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Донской государственный аграрный университет».

В сборниках научных трудов и материалах конференций

6. Перспективные приемы возделывания мелкосеменных культур / И. В. Сизов, А. В. Кудрявцев, Ф. Л. Блинов [и др.] // Стратегии и векторы развития АПК : Сборник статей по материалам национальной конференции, посвященной 100-летию Кубанского ГАУ, Краснодар, 15 ноября 2021 года / Отв. за выпуск А.А.

Титученко. – Краснодар: Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина, 2021. – С. 273-279.

7. Сизов, И. В. Применение современных электронных приборов при проведении полевых исследований / И. В. Сизов, Ю. В. Елисеев, Ф. Л. Блинов // Образование, инновации, цифровизация: взгляд регионов : сборник научных трудов по материалам Всероссийской (национальной) научно-практической конференции, Тверь, 15 февраля 2022 года. – Тверь: Издательство Тверской ГСХА, 2022. – С. 358-360.

8. Блинов, Ф. Л. Программа и методика выполнения полевого эксперимента дренажа при культуртехнической мелиорации / Ф. Л. Блинов, А. И. Беляков, А. В. Кудрявцев // Образование, инновации, цифровизация: взгляд регионов : сборник научных трудов по материалам Всероссийской (национальной) научно-практической конференции, Тверь, 15 февраля 2022 года. – Тверь: Издательство Тверской ГСХА, 2022. – С. 352-355.

9. Использование цифровизации при проектировании элементов технических систем в агробизнесе / А. В. Кудрявцев, Ф. Л. Блинов, В. В. Голубев, И. С. Комелькова // Технические культуры. Научный сельскохозяйственный журнал. – 2022. – № 2(4). – С. 24-30. – DOI 10.54016/SVITOK.2022.35.99.003.

10. Совершенствование технологии возделывания льна-долгунца в рамках проекта «Светлая весна - 2022» / И. В. Сизов, А. В. Виноградов, В. В. Голубев, Ф. Л. Блинов // Ресурсосберегающие технологии и технические средства производства и переработки сельскохозяйственной продукции : Материалы Международной научно-практической конференции, посвященной 75-летию со дня рождения доктора сельскохозяйственных наук, профессора, члена-корреспондента РАН Горбачева Ивана Васильевича, Тверь, 20 сентября 2022 года. – Тверь: Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Федеральный научный центр лубяных культур», 2022. – С. 32-39.

11. Блинов, Ф. Л. Применение комбинированного глубокого рыхления залежи при возделывании технической конопли / Ф. Л. Блинов, А. В. Кудрявцев // Технические культуры. Научный сельскохозяйственный журнал. – 2023. – Т. 3, №

1(7). – С. 51-56. – DOI 10.54016/SVITOK.2023.61.60.007.

12. Смирнов А.Ю., Оценка учёта урожайности в условиях ввода залежи / А.Ю. Смирнов, Ф.Л. Блинов, М.А. Романов и др. // Перспективы инновационного развития в агротехнических и энергетических системах: материалы Международной научно-практической конференции / Российский государственный университет народного хозяйства имени В.И. Вернадского. – Балашиха: Изд-во ФГБОУ ВО РГУНХ им. В.И. Вернадского, 2023. – 36-43 с.

13. Исследование технической оснащённости ввода залежи 15 лет в условиях культуртехнической мелиорации обработкой подземной части растений / А. В. Кудрявцев, Д. С. Калинин, Ф. Л. Блинов, П. И. Гржива // Проблемы и перспективы развития науки и образования : Материалы Всероссийской (национальной) научно-практической конференции, Тверь, 14 февраля 2023 года. – Тверь: Издательство Тверской ГСХА, 2023. – С. 344-347.

14. Создание 3Д графика с использованием экспериментальным данных с применением программного комплекса Mathcad / А. В. Кудрявцев, В. В. Голубев, А. Н. Овчинников, Ф. Л. Блинов // Студенческая наука, Тверь, 14–16 марта 2023 года. – Тверь: Тверская государственная сельскохозяйственная академия, 2023. – С. 327-329.

15. Агроэнергетическая эффективность ввода залежи / А. Ю. Смирнов, Н. Н. Дмитриев, А. В. Кудрявцев [и др.] // Племенное животноводство, кормопроизводство и механизация сельского хозяйства в Российской Федерации, Тверь, 06 июня 2023 года. – Тверь: Тверская государственная сельскохозяйственная академия, 2023. – С. 250-254.

16. Культуртехническая мелиорация при возделывании зерновых и лубяных сельскохозяйственных культур в условиях ввода залежи / А. Ю. Смирнов, Ф. Л. Блинов, А. В. Кудрявцев, В. В. Голубев // Племенное животноводство, кормопроизводство и механизация сельского хозяйства в Российской Федерации, Тверь, 06 июня 2023 года. – Тверь: Тверская государственная сельскохозяйственная академия, 2023. – С. 245-250.

17. Оценка учёта урожайности зерновых и лубяных сельскохозяйственных

культур при различных мелиоративных технологических приёмах / Ф. Л. Блинов, А. С. Васильев, И. В. Сизов [и др.] // Проблемы и перспективы инновационного развития землепользования на мелиорированных землях : Материалы Всероссийской научно-практической конференции с международным участием, Тверь, 27 сентября 2023 года. – Тверь: Тверской государственный университет, 2023. – С. 430-439.

18. Применение модернизированной малогабаритной техники в условиях ввода залежи / Н. И. Иванов, П. Г. Синицин, А. А. Алимуратов [и др.] // Проблемы и перспективы инновационного развития землепользования на мелиорированных землях : Материалы Всероссийской научно-практической конференции с международным участием, Тверь, 27 сентября 2023 года. – Тверь: Тверской государственный университет, 2023. – С. 440-444.

19. Блинов, Ф. Л. Оценка посевов зерновых и технических культур с помощью фотоснимков в условиях ввода залежи / Ф. Л. Блинов, А. В. Кудрявцев, В. В. Голубев // Инновационные технологии: опыт, проблемы, перспективы развития, Тверская государственная сельскохозяйственная академия, 25 октября 2023 года. – Тверь: Тверская государственная сельскохозяйственная академия, 2023. – С. 301-304.

20. Предпосевная обработка почвы под зерновые и лубяные сельскохозяйственные культуры / Д. С. Ерохин, Ф. Л. Блинов, Л. Ю. Васильева, В. В. Голубев // Инновационные технологии: опыт, проблемы, перспективы развития, Тверская государственная сельскохозяйственная академия, 25 октября 2023 года. – Тверь: Тверская государственная сельскохозяйственная академия, 2023. – С. 307-310.

21. Оценка учёта урожайности при посеве селекционной сеялкой в условиях культуртехнической мелиорации / И. В. Цуркан, Ф. Л. Блинов, Р. А. Кудласевич, В. В. Голубев // Инновационные технологии: опыт, проблемы, перспективы развития, Тверская государственная сельскохозяйственная академия, 25 октября 2023 года. – Тверь: Тверская государственная сельскохозяйственная академия, 2023. – С. 318-323.

22. Блинов, Ф. Л. Теоретические и экспериментальные исследования кротодренажного рабочего органа при вводе залежи / Ф. Л. Блинов, А. С. Фирсов // Реинжиниринг и цифровая трансформация эксплуатации транспортно-технологических машин и робото-технических комплексов : Сборник статей Московской международной межвузовской научно-технической конференции студентов, магистрантов, аспирантов и молодых ученых, Москва, 19–20 декабря 2023 года. – Москва: Российский государственный аграрный университет - МСХА им. К.А. Тимирязева, 2023. – С. 11-16.

23. Синицин, П. Г. Строение почвенного слоя при подготовке почвы / П. Г. Синицин, Ф. Л. Блинов // Реинжиниринг и цифровая трансформация эксплуатации транспортно-технологических машин и робото-технических комплексов : Сборник статей Московской международной межвузовской научно-технической конференции студентов, магистрантов, аспирантов и молодых ученых, Москва, 19–20 декабря 2023 года. – Москва: Российский государственный аграрный университет - МСХА им. К.А. Тимирязева, 2023. – С. 43-48.

В учебниках и учебных пособиях

24. Никифоров М.В. Механизация, цифровизация и информатизация сельскохозяйственного производства: учебное пособие для студентов по направлениям подготовки 35.03.06 Агроинженерия, 35.03.07 Технология производства и переработки сельскохозяйственной продукции, 35.04.06 Агроинженерия / М.В. Никифоров, В.В. Голубев., А.В. Кудрявцев, Ф.Л. Блинов, Е.С. Беякова – Тверь: Тверская ГСХА, 2021 – 305 с.: Режим доступа <https://moodle.tvgsha.ru/mod/data/view.php?d=1&rid=676&filter=1>

25. Кудрявцев А.В. Совершенствование технологических процессов уборки зерновых и лубяных сельскохозяйственных культур в условиях культуртехнической мелиорации Тверского региона: учебное пособие /А.В. Кудрявцев, А.Ю. Смирнов, В.В. Голубев, Ф.Л. Блинов, М.А. Романов - Тверь. - Тверская ГСХА. - 2023. - 246 с.: Режим доступа <https://moodle.tvgsha.ru/mod/data/view.php?d=1&rid=1398&filter=1>

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Алдошин, Н. В. Обоснование механизированной технологии ввода залежных земель в оборот под семенники многолетних трав / Н. В. Алдошин, А. С. Васильев // Техника и оборудование для села. – 2022. – № 1(295). – С. 12-16. – DOI 10.33267/2072-9642-2022-1-12-16.
2. Астапов С.В. Устойчивость кротовых дрен при закладке кротового дренажа. – В кн.: Кротовый дренаж. – М.: 1943. –с.79-97., с. 81.
3. Бабилов Б.Н. Гидротехнические мелиорации: Учебник для вузов. 4-е изд., стер. – СПб.: Издательство «Лань», 2005. – 304 с.: ил.
4. Баловнев, В. И. Моделирование процессов взаимодействия со средой рабочих органов дорожно-строительных машин: Учебное пособие для студентов вузов [Текст] / В. И. Баловнев. – М. : Высшая школа, 1981. – 335 с.
5. Бибутов Н.С., Муминов С.К. Техника и технология глубокого чизелевания почвы. Монография для студентов высших образовательных учреждений. Бибутов Н.С., Муминов С.К.- Т.: типография “Садриддин Салим Бухорий” издательства “Дурдона”, 2021. – 100 с.
6. Блинов Ф. Л. Методика лабораторного исследования звездчатого дренирующего почвообрабатывающего рабочего органа / Ф. Л. Блинов, А. В. Кудрявцев // Электротехнологии и электрооборудование в АПК. – 2021. – Т. 68. – № 2(43). – С. 84-89. – DOI 10.22314/2658-4859-2021-68-2-84-89.
7. Блинов, Ф. Л. Применение комбинированного глубокого рыхления залежи при возделывании технической конопли / Ф. Л. Блинов, А. В. Кудрявцев // Технические культуры. Научный сельскохозяйственный журнал. – 2023. – Т. 3, № 1(7). – С. 51-56.
8. Блинов, Ф. Л. Оценка посевов зерновых и технических культур с помощью фотоснимков в условиях ввода залежи / Ф. Л. Блинов, А. В. Кудрявцев, В. В. Голубев // Инновационные технологии: опыт, проблемы, перспективы развития, Тверская государственная сельскохозяйственная академия, 25 октября

2023 года. – Тверь: Тверская государственная сельскохозяйственная академия, 2023. – С. 301-304.

9. Блинов, Ф. Л. Программа и методика выполнения полевого эксперимента дренажа при культуртехнической мелиорации / Ф. Л. Блинов, А. И. Беляков, А. В. Кудрявцев // Образование, инновации, цифровизация: взгляд регионов : сборник научных трудов по материалам Всероссийской (национальной) научно-практической конференции, Тверь, 15 февраля 2022 года. – Тверь: Издательство Тверской ГСХА, 2022. – С. 352-355.

10. Блинов Ф.Л. Строительная бионика: как архитекторы и инженеры заново открывают природу [Текст] / Ф. Л. Блинов, А.В. Кудрявцев, А.Н. Кадошникова// Инновационные технологии в АПК: проблемы и перспективы: сб. научн. трудов по матер. Междунар. науч.-практ. конф. – Тверь, 2021. – С. 187-189.

11. Блинов, Ф. Л. Теоретические и экспериментальные исследования кротодренажного рабочего органа при вводе залежи / Ф. Л. Блинов, А. С. Фирсов // Реинжиниринг и цифровая трансформация эксплуатации транспортно-технологических машин и робото-технических комплексов : Сборник статей Московской международной межвузовской научно-технической конференции студентов, магистрантов, аспирантов и молодых ученых, Москва, 19–20 декабря 2023 года. – Москва: Российский государственный аграрный университет - МСХА им. К.А. Тимирязева, 2023. – С. 11-16.

12. Берней, В. И. Результаты культуртехнических работ в Тверской ГСХА в 2022 году / В. И. Берней, А. Ю. Смирнов // Проблемы и перспективы развития науки и образования : Материалы Всероссийской (национальной) научно-практической конференции, Тверь, 14 февраля 2023 года. – Тверь: Издательство Тверской ГСХА, 2023. – С. 323-324.

13. Буклагин Д. С., Мишуров Н. П., Труфляк Е. В. Цифровые технологии в землепользовании и землеустройстве: аналит. обзор //М.: ФГБНУ «Росинформагротех. – 2021. – 96 с.

14. Васильев А.С. Зависимость значений коэффициентов трения по различным поверхностям от условий функционирования / А.С. Васильев, Ф.Л.

Блинов, В.В. Голубев // Сб. тезисов докладов Всероссийской научно-практической интернет-конференции преподавателей, молодых учёных и студентов, посвящённой 60-летию кафедры оборудования пищевых производств «Научно-техническое творчество по процессам и оборудованию пищевых производств». – Донецк. 2023. – С. 78-80.

15. Васильев А.С. Прибор для определения коэффициента трения по пластиковым поверхностям / А.С. Васильев, Ш.М. Бабаев, В.В. Голубев // Сб. тезисов докладов Всероссийской научно-практической интернет-конференции преподавателей, молодых учёных и студентов, посвящённой 60 летию кафедры оборудования пищевых производств «Научно-техническое творчество по процессам и оборудованию пищевых производств». – Донецк. 2023. – С. 80-82.

16. Виноградова, Л. И. Основы мелиорации земель: учебное пособие / Л. И. Виноградова, Г. Н. Долматов. — Красноярск: КрасГАУ, 2021. – 166 с.

17. ВСН 33-2.3.01-83. «Ведомственные строительные нормы. Нормы и правила производства культуртехнических работ» (утверждены Минводхозом СССР 25.11.1983, Минсельхозом СССР 09.12.1983, Госкомсельхозтехникой СССР 01.12.1983).

18. Выгодский, М.Я. Справочник по высшей математике // М.Я. Выгодский. – М.: Астрель*АСТ. – 2006. – 994 с.

19. Выравниватель для предпосевной подготовки почвы под лён-долгунец / Н. В. Алдошин, А. С. Васильев, В. В. Голубев, М. В. Никифоров // АгроЭкоИнженерия. – 2023. – № 1(114). – С. 53-64. – DOI 10.24412/2713-2641-2023-1114-53-63.

20. Высоцкий, А.А. Динамометрирование сельскохозяйственных машин. Современные конструкции приборов и методы измерений / А.А. Высоцкий // М.: Машиностроение. – 1968. – 292 с.

21. Гасанов Т. Г., Абдурахманов А. А. Способ улучшения водно-воздушного режима почво-грунтов для агролесомелиорации //Вестник Дагестанского государственного университета. Серия 1: Естественные науки. – 2004. – №. 4. С. 85-86.

22. Голубев И.Г., Мишуров Н.П., Голубев В.В., Васильев А.С., Апатенко А.С., Севрюгина Н.С. Передовые практики введения залежных земель в оборот: аналит. обзор – М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2021. – 80 с.

23. Голубев, В.В. Принципы и критерии рационального варианта технологии возделывания льна – долгунца и оптимального комплекса технических средств [Текст] / В.В. Голубев, П.П. Казакевич / Повышение управленческого, экономического, социального, инновационно - технологического потенциала предприятий и отраслей АПК: сб. науч. тр. по материалам международной научно – практической конференции. Тверь. – ТГСХА. – 2017. – С. 135 – 137.

24. Голубев, В.В. Совершенствование предпосевной обработки почвы под мелкосеменные культуры [Текст] / В.В. Голубев, Д.М. Рула // Механизация и электрификация сельского хозяйства. – 2010. - № 8. – С. 5 – 6.

25. Гольдштейн, М. Н. Механические свойства грунтов (Напряженно-деформативные и прочностные характеристики) [Текст] / М. Н. Гольдштейн. – М.: Стройиздат, 1979. – 304 с.

26. Гольдяпин В.Я., Мишуров Н.П., Федоренко В.Ф., Голубев И.Г., Балабанов В.И., Петухов Д.А. Цифровые технологии для обследования состояния земель сельскохозяйственного назначения беспилотными летательными аппаратами: аналит. обзор. – М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2020 – 88 с.

27. Горячкин, В.П. Основы построения сельскохозяйственных машин и орудий. Силы инерции и их уравнивание / В.П. Горячкин // М.: Типография Рябушинского П.Н. 1914. Вып. 3. – 166 с.

28. ГОСТ 16265-89 Земледелие. Термины и определения. — М.: Издательство стандартов, 1990. 45 с.

29. ГОСТ Р 52777-2007. Испытания сельскохозяйственной техники. 58376-2019 Мелиоративные системы и гидротехнические сооружения. Эксплуатация. Общие требования. — М.: Стандартинформ, 2019. 11 с.

30. ГОСТ 33736-2016 Межгосударственный стандарт. Техника сельскохозяйственная. Машины для глубокой обработки почвы. Методы испытаний.

31. ГОСТ Р 70525-2022 Мелиорация земель. Культуртехнические работы. Общие требования.
32. ГОСТ 27024-86. Солома конопляная. Технические условия.
33. Данатаров, Агахан. Агротехнические требования рыхлителя-кратователя / Агахан Данатаров. — Текст: непосредственный // Молодой ученый. — 2010. — № 8 (19). — Т. 1. — С. 59-62.
34. Данатаров А. Определение сопротивления движению дренажа в грунте. Молодой учёный. - № 7 (18). – 2010 г. – 43-46.
35. Далин, А.Д. Ротационные грунтообрабатывающие и землеройные машины / А.Д. Далин, П.В. Павлов // М.: Машгиз. – 1950. – 260 с.
36. Джабборов, Н. И. Сравнительная оценка технологий восстановления залежных земель в условиях повышенного увлажнения / Н. И. Джабборов, В. И. Шамонин // Технологии и технические средства механизированного производства продукции растениеводства и животноводства. – 2018. – № 96. – С. 73-85.
37. Добровольский, Г. В. Почвы или земли: что является непосредственным объектом мелиорации? / Г. В. Добровольский, Ф. Р. Зайдельман // Мелиорация и водное хозяйство. – 2006. – № 3. – С. 4-8.
38. Доспехов, Б. А. Методика полевого опыта [Текст] / Б. А. Доспехов. – М. : Агропромиздат, 1985. – 352 с.
39. Евдокимова В.И., Розин В.А. Устойчивость кротовых дренажей без крепления стенок. В кн.: Кротовый дренаж. – М.: 1943. –с.13-167.
40. Ерохин М.Н., Новиков В.С., Петровский Д.И. К вопросу об импортозамещении рабочих органов зарубежных почвообрабатывающих машин // Труды ГОСНИТИ. 2015. Т. 121. С. 206-212.
41. Запечалов, М. В. Моделирование комплексного технологического процесса предпосевной подготовки почвы и семян при возделывании сельскохозяйственных культур / М. В. Запечалов, Н. С. Сергеев, Г. В. Петрова // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. – 2016. – № 6(62). – С. 65-68.
42. Земельный кодекс Российской Федерации.

43. Зорин А. В. Проблемы вовлечения сельскохозяйственных земель в хозяйственный оборот. – 2021.

44. Зайдельман Ф. Р. Глубокое мелиоративное рыхление почв: состояние проблемы, итоги исследований, перспективы применения и деграционные изменения // Почвоведение. – 2016. – №. 9. – С. 1131-1146., с. 1145.

45. Зайдельман Ф.Р. Мелиорация почв. Учебник.-М.,Изд-во МГУ, 1987. - 304 с.

46. Измайлов, А. Ю. Развитие интенсивных машинных технологий и техники нового поколения для производства основных групп продовольствия / А. Ю. Измайлов, Ю. А. Иванов, Ю. Х. Шогенов // Вестник Всероссийского научно-исследовательского института механизации животноводства. – 2017. – № 2(26). – С. 20-31.

47. Инструкция по проведению культуртехнических работ на землях сельхозназначения (Минсельхоз России, ФГБНУ «РоссНИИПМ», 2015 г.).

48. Использование цифровизации при проектировании элементов технических систем в агробизнесе / А. В. Кудрявцев, Ф. Л. Блинов, В. В. Голубев, И. С. Комелькова // Технические культуры. Научный сельскохозяйственный журнал. – 2022. – № 2(4). – С. 24-30. – DOI 10.54016/SVITOK.2022.35.99.003.

49. Исследование качества обработки почвы сетчатым катком / В. В. Громов, Д. С. Ерохин, А. В. Кудрявцев [и др.] // Проблемы и перспективы развития науки и образования : Материалы Всероссийской (национальной) научно-практической конференции, Тверь, 14 февраля 2023 года. – Тверь: Издательство Тверской ГСХА, 2023. – С. 341-344.

50. Исследование технической оснащенности ввода залежи 15 лет в условиях культуртехнической мелиорации обработкой подземной части растений / А. В. Кудрявцев, Д. С. Калинин, Ф. Л. Блинов, П. И. Гржива // Проблемы и перспективы развития науки и образования : Материалы Всероссийской (национальной) научно-практической конференции, Тверь, 14 февраля 2023 года. – Тверь: Издательство Тверской ГСХА, 2023. – С. 344-347.

51. Картамышев Н. И. и др. Обработка почвы, обеспеченность растений элементами минерального питания и процесс гумусообразования // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. – 2010. – Т. 2. – №. 2. С. 53-58.
52. Кирюшин, Б. Д. Основы научных исследований в агрономии [Текст] / Б. Д. Кирюшин, Р. Р. Усманов, И. П. Васильев. – М. : КолоС, 2009. – 398 с.
53. Кирюшин, В.И. Технологическая модернизация земледелия России: предпосылки и условия // Земледелие. – 2015. – № 6. – С. 6-10.
54. Киселёв Е.Ф., Балабко А.Г., Афанасенко А.С. Совершенствование системы основной обработки дерново-подзолистой почвы в НИИСХ ЦРНЗ. Достижения и основные пути развития аграрной науки Верхневолжья. (сборник статей). Выпуск 9, Иваново 2003. – С. 167-170.
55. Ковалев, Н. Г. Сельскохозяйственные материалы. Виды, состав, свойства [Текст] / Н. Г. Ковалев, Г. А. Хайлис, М. М. Ковалев. – М. : ИК Родник, 1998. – 208 с.
56. Ковалёв М.М. Физико-механические и технологические свойства сельскохозяйственных материалов. Технологии и энергоёмкость процессов. Учебное пособие / М.М. Ковалёв, В.В. Голубев, А.В. Кудрявцев, А.Ю. Смирнов, А.С. Фирсов, Е.С. Белякова. – Тверь. – 2023. – 195 с.
57. Комарова Н.Р. Инженерная мелиорация. Расчет и проектирование элементов осушительных мелиоративных систем. Методические указания. – СПб.: СПГУВК, 2004, - 44 с.
58. Косаткин Б.С. Экспериментальные методы исследований деформаций и напряжений.
59. Косолапов В.М., Кутузова А.А., Шпаков А.С. Агроэкологическое состояние и перспективы использования земельных ресурсов в кормопроизводстве // Агроэкологическое состояние и перспективы использования земель России, выбывших из активного сельскохозяйственного оборота. – М.: Минсельхоз РФ, РАСХН. – 2008. – С. 23-26.
60. Ксензов, А. А. Мелиорация земель и эксплуатация мелиоративных систем в Нечерноземной зоне Российской Федерации: Собрание научных и научно-

методических трудов: в 7 томах / А. А. Ксензов. Том 5. – Тверь: Тверской государственный университет, 2017. – 372 с. – ISBN 978-5-7609-1295-4.

61. Кудрявцев А.В. Высевающий аппарат селекционной сеялки / А.В. Кудрявцев, И.Ю. Веселов, И.В. Цуркан, Р.А. Кудласевич, В.В. Голубев // Научный рецензируемый электронный журнал «Наука и образование». – Т. 6. – № 2. – 2023. – Режим доступа: <http://opusmgau.ru/index.php/see/article/view/5870>

62. Кудрявцев А.В. Совершенствование технологических процессов уборки зерновых и лубяных сельскохозяйственных культур в условиях культуртехнической мелиорации Тверского региона. Учебное пособие / А.В. Кудрявцев, А.Ю. Смирнов, В.В. Голубев, Ф.Л. Блинов, М.А. Романов. – Тверь. – ТГСХА. – 2023. – 249 с.

63. Кудрявцев А.В. Технические средства мелиоративных работ: учебное пособие / А.В. Кудрявцев, В.В. Голубев, Е.В. Копаев. – Тверь: Тверская ГСХА, 2017. – 131 с.

64. Курбанов, С. А. Сельскохозяйственная мелиорация: учебное пособие / С. А. Курбанов. — Махачкала: ДагГАУ имени М.М. Джембулатова, 2020. —257 с.

65. Культуртехническая мелиорация при возделывании зерновых и лубяных сельскохозяйственных культур в условиях ввода залежи / А. Ю. Смирнов, Ф. Л. Блинов, А. В. Кудрявцев, В. В. Голубев // Племенное животноводство, кормопроизводство и механизация сельского хозяйства в Российской Федерации, Тверь, 06 июня 2023 года. – Тверь: Тверская государственная сельскохозяйственная академия, 2023. – С. 245-250. Смирнов А.Ю. Рекомендации по технологиям ввода в оборот неиспользуемых земель сельскохозяйственного назначения. Тверь. – 2023. – 48 с.

66. Лабораторная установка для исследования высевающего аппарата шнекового типа при возделывании технической конопли / Р. А. Кудласевич, А. В. Кудрявцев, П. И. Гржива [и др.] // Проблемы и перспективы развития науки и образования: Материалы Всероссийской (национальной) научно-практической конференции, Тверь, 14 февраля 2023 года. – Тверь: Издательство Тверской ГСХА, 2023. – С. 347-350.

67. Лазар, П. Земледельческие машины и орудия для обработки почвы и возделывания растений, их теория, конструкции, употребление и испытание. – М.: 1887. – С. 141 – 147., с. 143.

68. Летошнев, М.Н. Сельскохозяйственные машины. Теория, расчёт и испытание. (часть 2) . учебник – М. – Л.: Сельхозгиз. - 765 с.

69. Лыков А.М., Прудникова А.Г., Прудников А.Д. К проблеме экологизации обработки почвы в современных системах земледелия // Плодородие. 2006. №6. С. 1-5.

70. Мазиров, М.А. Полевые исследования свойств почв: учебное пособие к полевой практике для студентов, обучающихся по направлению подготовки 021900 -почвоведение / М.А. Мазиров [и др.] / Владимирский государственный университет имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых. -Владимир: Изд-во ВлГУ, 2012. - 72 с.

71. Максимов И. И. Обоснование параметров рабочего органа для глубокой безотвальной обработки почвы на склонах. Автореф. дис. ... канд. тех. наук/И. И. Максимов-Челябинск., 1984.-18 с.

72. Максимов С.А. Мелиорация сельскохозяйственных земель в Нечерноземной зоне России. Учебное пособие. /М.:МГУП, 2004. -103 с.

73. Мелиорация земель: учебник / А. И. Голованов, И. П. Айдаров, М. С. Григоров, В. Н. Краснощеков. — 2-е изд., испр. и доп. — Санкт-Петербург: Лань, 2022. – 816 с.

74. Методика эффективного освоения разновозрастных залежей на основе многовариантных технологий под пастбища и сенокосы и очередности возврата их в пашню в Нечерноземной зоне РФ / А. А. Кутузова, К. Н. Привалова, Д. М. Тебердиев [и др.]. – Москва: Угрешская типография, 2017. – 64 с.

75. Методы и машины для глубокого рыхления грунта с одновременным внутрипочвенным внесением жидких органоминеральных удобрений / А. Данатаров, С. Ч. Ашыров, К. Мухамметмырадов, С. Рустамов // Технические науки в России и за рубежом (II) : материалы II Международной научной конференции, Москва, 20–23 ноября 2012 года. – Москва: КТ "Буки-Веди", 2012. – С. 141-143.

76. Мяло, В.В. Обоснование параметров лопастного рабочего органа для щелевания почвы на склонах : автореферат дис. ... кандидата технических наук : 05.20.01 / Новосиб. гос. аграр. ун-т. - Новосибирск, 2003. - 16 с.

77. Никифоров М.В. Механизация, цифровизация и информатизация сельскохозяйственного производства: учебное пособие для студентов по направлениям подготовки 35.03.06 Агроинженерия, 35.03.07 Технология производства и переработки сельскохозяйственной продукции, 35.04.06 Агроинженерия / М.В. Никифоров, В.В. Голубев., А.В. Кудрявцев, Ф.Л. Блинов, Е.С. Белякова – Тверь: Тверская ГСХА, 2021 – 305 с. механизация

78. Оптимизация микрорельефа почвы при возделывании мелкосеменных культур / Н. В. Алдошин, А. С. Васильев, В. В. Голубев [и др.] // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета им. П.А. Костычева. – 2023. – Т. 15, № 3. – С. 77-84. – DOI 10.36508/RSATU.2023.37.75.011.

79. Организация работ по проектированию и проведению культуртехнической мелиорации по вводу в оборот земель сельскохозяйственного назначения / Станция агрохимической службы "Шадринская". – Шадринск: Станция агрохимической службы "Шадринская", 2022. – 32 с.

80. Оськин В.С. Имитационное моделирование при формировании эффективных комплексов почвообрабатывающих агрегатов – ещё один шаг к точному земледелию. Научное издание /С.В. Оськин, Б.Ф. Тарасенко / Краснодар. – 2014. – 292 с.

81. Оценка учёта урожайности зерновых и лубяных сельскохозяйственных культур при различных мелиоративных технологических приёмах / Ф. Л. Блинов, А. С. Васильев, И. В. Сизов [и др.] // Проблемы и перспективы инновационного развития землепользования на мелиорированных землях : Материалы Всероссийской научно-практической конференции с международным участием, Тверь, 27 сентября 2023 года. – Тверь: Тверской государственный университет, 2023. – С. 430-439.

82. Панов, И.М. Физические основы механики почв / И.М. Панов, В.И. Ветохин // К.: Феникс. – 2008. – 266 с.

83. Паспорт полевой лаборатории Литвинова А.П. Сибирь-Комплект. – 19 с.
84. Патент на полезную модель № 215380 U1 Российская Федерация, МПК А01В 13/08, Е02В 11/02. Дренер-кротователь: № 2022104563: заявл. 22.02.2022: опубл. 12.12.2022 / Ф. Л. Блинов, А. В. Кудрявцев.
85. Перспективные приемы возделывания мелкосеменных культур / И. В. Сизов, А. В. Кудрявцев, Ф. Л. Блинов [и др.] // Стратегии и векторы развития АПК : Сборник статей по материалам национальной конференции, посвященной 100-летию Кубанского ГАУ, Краснодар, 15 ноября 2021 года / Отв. за выпуск А.А. Титученко. – Краснодар: Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина, 2021. – С. 273-279.
86. Постановление Правительства РФ от 18 сентября 2020 г. №1482 «О признаках неиспользования земельных участков из земель сельскохозяйственного назначения по целевому назначению или использования с нарушением законодательства Российской Федерации».
87. Предпосевная обработка залежных земель / Ф. Л. Блинов, В. И. Берней, Е. С. Белякова, И. В. Туманов // Вестник НГИЭИ. – 2020. – № 11(114). – С. 17-26. – DOI 10.24411/2227-9407-2020-10102.
88. Предпосевная обработка почвы под зерновые и лубяные сельскохозяйственные культуры / Д. С. Ерохин, Ф. Л. Блинов, Л. Ю. Васильева, В. В. Голубев // Инновационные технологии: опыт, проблемы, перспективы развития, Тверская государственная сельскохозяйственная академия, 25 октября 2023 года. – Тверь: Тверская государственная сельскохозяйственная академия, 2023. – С. 307-310.
89. Приборы и программы, применяемые при испытаниях и исследованиях сельскохозяйственной техники и технологий. Разработки КубНИИТиМ. – Новокубанск. – 2021. – 67 с.
90. Применение модернизированной малогабаритной техники в условиях ввода залежи / Н. И. Иванов, П. Г. Синицин, А. А. Алимуратов [и др.] // Проблемы и перспективы инновационного развития землепользования на мелиорированных

землях : Материалы Всероссийской научно-практической конференции с международным участием, Тверь, 27 сентября 2023 года. – Тверь: Тверской государственный университет, 2023. – С. 440-444.

91. Прогнозирование урожайности сельскохозяйственных культур: учеб. пособие / А.И. Трубилин, Г.Ф. Петрик, А.Г. Прудников – Краснодар: КубГАУ. – 2017. – 95 с.

92. Расчет нормативной урожайности зерновых культур в Информационной системе ПГБД России / И. О. Алябина, В. А. Кириллова, О. М. Голозубов, С. А. Шоба // АгроЭкоИнфо. – 2017. – № 4(30). – С. 7., Прогнозирование урожайности сельскохозяйственных культур: учеб. пособие / А.И. Трубилин, Г.Ф. Петрик, А.Г. Прудников – Краснодар: КубГАУ. – 2017. – 95 с.

93. Реализация биологического потенциала различных гибридов кукурузы отечественной и зарубежной селекции [Текст] / З. И. Усанова, Ю. Т. Фаринюк, М. Н. Павлов, Ф. Л. Блинов // Вестник ТвГУ. – 2018. – № 1. – С. 183-193.

94. Резник, Н.Е. Теория резания лезвием и основы расчёта режущих аппаратов / Н.Е. Резник // М.: Машиностроение. – 1975. – 311 с., с. 18...38

95. Результаты мониторинга при освоении залежных земель / П. И. Мигулев, В. А. Сурайкин, М. В. Никифоров [и др.] // Современное состояние, приоритетные задачи и перспективы развития аграрной науки на мелиорированных землях: Материалы международной научно-практической конференции, Тверь, 25 сентября 2020 года. Том Часть 1. – Тверь: Тверской государственный университет, 2020. – С. 28-33.

96. Результаты проектирования и обоснования параметров дискового рабочего органа для обработки почвы и внесения минеральных удобрений / А. А. Алимуратов, А. В. Кудрявцев, П. И. Гржива [и др.] // Проблемы и перспективы развития науки и образования: Материалы Всероссийской (национальной) научно-практической конференции, Тверь, 14 февраля 2023 года. – Тверь: Издательство Тверской ГСХА, 2023. – С. 357-361.

97. Результаты цифрового мониторинга полей на засорённость борщевиком Сосновского / А. В. Кудрявцев, М. В. Никифоров, О. С. Орлова [и др.]

// Цифровизация в АПК: технологические ресурсы, новые возможности и вызовы времени : Сборник научных трудов по материалам Международной научно-практической конференции, Тверь, 11–13 февраля 2020 года. – Тверь: Тверская государственная сельскохозяйственная академия, 2020. – С. 198-202.

98. Рейнгардт Я. Р. Эрозия почв в омской области: Учеб, пособие / Я. Р. Рейнгардт - Омск, 1987.-84 с.

99. Рейнер, М. М. Реология [Текст] / М. М. Рейнер. – М. : Наука, 1965. – 233 с.

100. Рыжих, Л.Ю. Влияние основных способов обработки на водный режим и плотность серой лесной почвы и урожайность культур в севообороте / Л.Ю. Рыжих, Г.Ф. Копосов, А.И. Липатников, Ф.Ф. Замалиева // Вестник Казанского ГАУ, 2014. - №2 (32). – С.142 – 146.

101. Садовская, Л. К. Динамика основных физических свойств пахотного горизонта дерново-подзолистых эродированных почв на лессовидных суглинках в процессе их сельскохозяйственного использования [В течение 20 лет. (Белоруссия)].

102. Л. К. Садовская // Экологическая безопасность в АПК. Реферативный журнал. – 2020. – № 1. – С. 31.

103. Свидетельство на программу ЭВМ «GOST20915» № 2014618277 Фролова И.В. Правообладатель ФГБНУ «Росинформагротех». – 20.09.2014.

104. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2024612882 Российская Федерация. Автоматизация технологических процессов в растениеводстве : № 2024611020 : заявл. 22.01.2024 : опубл. 06.02.2024 / Д. Р. Аветисян, Ф. Л. Блинов, Д. В. Ларин [и др.] ; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Донской государственный аграрный университет».

105. Сизов, И. В. Использование комбинированных рабочих органов и агрегатов при возделывании льна-долгунца / И. В. Сизов, Ф. Л. Блинов, П. В. Морозов // Сельскохозяйственные машины и технологии. – 2021. – Т. 15. – № 3. – С. 35-40. – DOI 10.22314/2073-7599-2021-15-3-35-40.

106. Сизов, И. В. Применение современных электронных приборов при проведении полевых исследований / И. В. Сизов, Ю. В. Елисеев, Ф. Л. Блинов // Образование, инновации, цифровизация: взгляд регионов : сборник научных трудов по материалам Всероссийской (национальной) научно-практической конференции, Тверь, 15 февраля 2022 года. – Тверь: Издательство Тверской ГСХА, 2022. – С. 358-360.

107. Симонов, Ю.Г. Нетрадиционные рабочие органы сельскохозяйственных машин / Ю.Г. Симонов, М.В. Кузьмин, Г.Ф. Серый / М.: ВНИИПИ. – 1992. – 54 с.

108. Синеоков, Г.Н. Проектирование почвообрабатывающих машин / Г.Н. Синеоков // М.: Машиностроение. – 1965. – 313 с.

109. Синицин, П. Г. Строение почвенного слоя при подготовке почвы / П. Г. Синицин, Ф. Л. Блинов // Реинжиниринг и цифровая трансформация эксплуатации транспортно-технологических машин и робото-технических комплексов : Сборник статей Московской международной межвузовской научно-технической конференции студентов, магистрантов, аспирантов и молодых ученых, Москва, 19–20 декабря 2023 года. – Москва: Российский государственный аграрный университет - МСХА им. К.А. Тимирязева, 2023. – С. 43-48.

110. Смирнов А.Ю. Агроэнергетическая эффективность ввода залежи / А.Ю. Смирнов, Н.Н. Дмитриев, А.В. Кудрявцев и др. // Сборник статей XIV Международной научно-практической конференции «Племенное животноводство, коромопроизводство и механизация сельского хозяйства Российской Федерации» 6 июня 2023 г. С. 250 – 254.

111. Смирнов А.Ю., Оценка учёта урожайности в условиях ввода залежи / А.Ю. Смирнов, Ф.Л. Блинов, М.А. Романов и др. // Перспективы инновационного развития в агротехнических и энергетических системах: материалы Международной научно-практической конференции / Российский государственный университет народного хозяйства имени В.И. Вернадского. – Балашиха: Изд-во ФГБОУ ВО РГУНХ им. В.И. Вернадского, 2023. – 36-43 с.

112. Совершенствование технологии возделывания льна-долгунца в рамках проекта «Светлая весна - 2022» / И. В. Сизов, А. В. Виноградов, В. В. Голубев, Ф. Л. Блинов // Ресурсосберегающие технологии и технические средства производства и переработки сельскохозяйственной продукции : Материалы Международной научно-практической конференции, посвященной 75-летию со дня рождения доктора сельскохозяйственных наук, профессора, члена-корреспондента РАН Горбачева Ивана Васильевича, Тверь, 20 сентября 2022 года. – Тверь: Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Федеральный научный центр лубяных культур», 2022. – С. 32-39.

113. Создание 3Д графика с использованием экспериментальных данных с применением программного комплекса Mathcad / А. В. Кудрявцев, В. В. Голубев, А. Н. Овчинников, Ф. Л. Блинов // Студенческая наука, Тверь, 14–16 марта 2023 года. – Тверь: Тверская государственная сельскохозяйственная академия, 2023. – С. 327-329.

114. СП 81.13330.2017 «Мелиоративные системы и сооружения» (Утверждены приказом Министерства строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации от 25 ноября 2017 г. №1580/пр.

115. Стариков Х.Н., Шамин А.Е., Смирнов Р.А., Смирнов Н.А. Культуртехнические работы: Монография. Нижний Новгород: НГИЭУ. 2015. 368 с.

116. Степанов, К. А. Оценка учёта урожайности замещающих посевов при культуртехнической мелиорации / К. А. Степанов, В. В. Голубев, А. Н. Андреев // Инновационные технологии: опыт, проблемы, перспективы развития, Тверская государственная сельскохозяйственная академия, 25 октября 2023 года. – Тверь: Тверская государственная сельскохозяйственная академия, 2023. – С. 328-331.

117. СТО 017 НОСТРОЙ 2.33.21-2013 Мелиоративные системы и сооружения. Осушительные системы. Общие требования по проектированию и строительству. — М.: БСТ, 2011. 113 с.

118. Тарг, С.М. Краткий курс теоретической механики. Учебник для втузов – 10 – е изд., перераб. и доп. – М.: Высш. шк. – 1986. – 416 с.

119. Устинова А.М., Цырибко В.Б., Юхновец А.В., Жабровская Н.Ю. // Почвоведение и агрохимия. - 2018. - N 1.-С. 30-42.

120. Федеральный регистр технологий производства продукции растениеводства. Система технологий – М.: Информагротех. – 1999. – 522 с.. с. 503.

121. Федеральный закон от 10 января 1996 г. № 4-ФЗ «О мелиорации земель».

122. Федеральный закон от 24 июня 1998 г. № 89-ФЗ «Об отходах производства и потребления».

123. Федеральный закон от 10 января 2002 г. №7-ФЗ «Об охране окружающей среды»

124. Феликс, Р. З. Деградация мелиорируемых почв России и сопредельных стран в результате антропогенного изменения их водного режима и способы защиты (Окончание. Начало в бюлл. № 4) / Р. З. Феликс // Использование и охрана природных ресурсов в России. – 2014. – № 5(137). – С. 25-29.

125. Цифровая технология мониторинга ландшафтов / И. Г. Голубев, А. В. Кудрявцев, И. В. Туманов, В. В. Голубев // Научно-информационное обеспечение инновационного развития АПК : Материалы XII Международной научно-практической интернет-конференции, п. Правдинский Московской области, 08–10 июня 2020 года. – п. Правдинский Московской области: Российский научно-исследовательский институт информации и технико-экономических исследований по инженерно-техническому обеспечению агропромышленного комплекса, 2020. – С. 254-258.

126. Цуркан, И. В. Апробация инновационного шнекового высевающего аппарата на селекционных посевах / И. В. Цуркан, Р. А. Кудласевич, В. В. Голубев // Сельский механизатор. – 2023. – № 7. – С. 6-7. – DOI 10.47336/0131-7393-2023-7-6-7.

127. Оценка учёта урожайности при посеве селекционной сеялкой в условиях культуртехнической мелиорации / И. В. Цуркан, Ф. Л. Блинов, Р. А. Кудласевич, В. В. Голубев // Инновационные технологии: опыт, проблемы, перспективы развития, Тверская государственная сельскохозяйственная академия,

25 октября 2023 года. – Тверь: Тверская государственная сельскохозяйственная академия, 2023. – С. 318-323.

128. Хайлис, Г. А. Исследования сельскохозяйственной техники и обработка опытных данных [Текст] / Г. А. Хайлис, М. М. Ковалев. – М. : КолоС, 1984. – 174 с.

129. Шевченко В. А. Эффективность и нерешенные проблемы мелиорации в Нечерноземье //Сельский механизатор. – 2020. – №. 9. – С. 2-4.

130. Шестаков, В.Н. Планирование эксперимента в оптимизационных задачах технической мелиорации грунтов: учебное пособие / В.Н. Шестаков. - Омск: Изд-во СибАДИ. - 2007. - 95 с.

131. Конопля: НАДЕЖДА // ФГБУ “Госсорткомиссия” URL: <https://reestr.gossortrf.ru/sorts/9153731/> (дата обращения: 22.10.2023).

132. Правительство Тверской области: официальный сайт. – Тверь, 2023. – <https://тверскаяобласть.рф/ekonomika-regiona/agropromyshlennyy-kompleks/ras-v-tve/> (дата обращения 14.02.2023).

133. Территориальный орган Федеральной службы государственной статистики по Тверской области: официальный сайт. – Тверь, 2023. - <https://69.rosstat.gov.ru/> (дата обращения 16.02.2023).

134. Buresh R. J. et al. Opportunities for capture of deep soil nutrients //Below-ground interactions in tropical agroecosystems: concepts and models with multiple plant components. – 2004. – С. 109-125., с. 123.

135. Christensen L. A., Norris P. E. A Comparison of Tillage Systems: For Reducing Soil Erosion and Water Pollution // Natural Resource Economics Division, Economic Research Service. U.S. Department of Agriculture. Agricultural Economic Report No. 499 – 1983. – №. 1473-2020-1460.

136. Development and research of the drive mechanism of the device for dosing liquid and bulk materials / Sh. Babaev, A. Melikov, S. Mammadov [et al.] // The Scientific Heritage. – 2023. – No. 118(118). – P. 62-68. – DOI 10.5281/zenodo.8218582.

137. Coyle C., Creamer R.E., Schulte R.P.O., et al. A functional land management conceptual framework under soil drainage and land use scenarios. *Environmental Science & Policy*. 2016. Vol. 56. 39-48.

138. Rainbow R., Derpsch R. Advances in no-till farming technologies and soil compaction management in rainfed farming systems. In book: *Rainfed farming systems*. Springer. 2011. 9911014.

139. Spoor G. Alleviation of soil compaction: requirements, equipment and techniques. *Soil Use and Management*. 2006. Vol. 22. N2. 113-122.

140. Zaidel'man, F. R. Degradation of soils as a result of human-induced transformation of their water regime and soil-protective practice / F. R. Zaidel'man // *Eurasian Soil Science*. – 2009. – Vol. 42. – No 1. – P. 82-92.


141. ФГБНУ «Федеральный научный центр лубяных культур»: официальный сайт. – Тверь, 2016. – <https://fnclk.ru/articles/Inovodstvo-shans-dlya-razvitiya-tverskoy-oblasti-chlen-korrespondent-ran-o-vozmozhnostyakh-dlya-regi/> (дата обращения 14.02.2023).

Приложение А

Отчет о проведении патентных исследований

ФОРМА ЗАДАНИЯ НА ПРОВЕДЕНИЕ ПАТЕНТНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

УТВЕРЖДАЮ


Смирнов А.Ю.
должность, личная подпись и расшифровка подписи
ответственного руководителя работы
«10» января 2023 г.

ЗАДАНИЕ № 010

на проведение патентных исследований

Наименование работы (темы) Проведение патентного поиска по способам оценки урожайности, видам мелиоративных работ переувлажнённых почв.

шифр работы (темы) ИФ 23.010.000 ПИ


Этап работы при необходимости _____, сроки его выполнения 01 марта 2023 г.

Задачи патентных исследований подобрать патентно-лицензионную информацию, осуществить дайджест с определением прототипа и аналогов технологических процессов, методических разработок и технических средств для осуществления первичной культуртехнической мелиорации при вводе залежи, с последующей оценкой учёта урожайности возделыванием зерновых и лубяных сельскохозяйственных культур

КАЛЕНДАРНЫЙ ПЛАН

Виды патентных исследований	Подразделения-исполнители (соисполнители)	Ответственные исполнители (Ф.И.О.)	Сроки выполнения патентных исследований. Начало.Окончание	Отчетные документы
Аналитическое	Блинов Ф.Л., Гржива П.И., Виноградов А.В., Аванесов В.Л., кафедры РМиЭМТП, ТТМиК	Голубев В.В.	11.01.2023 г. 01.03.2023 г.	Отчёт по патентному поиску

Руководитель подразделения
исполнителя работы _____


(личная подпись)

В.В. Голубев_ 11.01.2023 г.

(расшифровка подписи)

(дата)

ФОРМА ОТЧЕТА О ПОИСКЕ

В.1 Поиск проведен в соответствии с заданием Проведение патентного поиска по способам оценки урожайности, методикам оценки свойств почвы и семенного материала, видам мелиоративных работ переувлажнённых почв.

№ 010 от 10.01.2023 и

В.2 Этап работы по теме Проведение патентного поиска по способам оценки урожайности, видам мелиоративных работ переувлажнённых почв Оценка учёта урожайности зерновых и лубяных сельскохозяйственных культур в условиях культуртехнической мелиорации Тверского региона

В.3 Начало поиска 11.01.2023 г. Окончание поиска 01.03.2023 г.

В.4 Сведения о выполнении регламента поиска (указывают степень выполнения регламента поиска, отступления от требований регламента, причины этих отступлений) нет.

В.5 Предложения по дальнейшему проведению поиска и патентных исследований. Патентный поиск выполнен в достаточном объёме

В.6 Материалы, отобранные для последующего анализа

Таблица В.6.1. Патентная документация

Предмет поиска (объект исследования, его составные части)	Страна выдачи, вид и номер охранного документа. Классификационный индекс.	Заявитель (патентообладатель), страна. Номер заявки, дата приоритета, конвенциональный приоритет, дата публикации.	Название изобретения (полезной модели, образца)	Сведения о действии охранного документа или причина его аннулирования (только для анализа патентной чистоты)
1	2	3	4	5
Методика определения урожайности	Российская Федерация, реферат российского изобретения, 2020792, A01G 7/00 (1990.01)	Заявитель(и): Всесоюзный научно-исследовательский институт сельскохозяйственной метеорологии Патентообладатель(и): Всероссийский научно-исследовательский институт сельскохозяйственной	СПОСОБ ОЦЕНКИ УРОЖАЙНОСТИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР	Статус: не действует (последнее изменение статуса: 02.07.2021) ММ4А - Досрочное прекращение действия патента Российской Федерации на изобретение из-за неуплаты в

		метеорологии Страна: Российская Федерация. Заявка: 4947905/13, 28.05.1991 Опубликовано: 15.10.1994		установленный срок пошлины за поддержание патента в силе
Методика определения урожайности	Российская Федерация, реферат российского изобретения, 2048046, A01C 1/02 (1995.01)	Заявитель(и):Курганский научно-исследовательский институт зернового хозяйства Патентообладатель(и):Поликарпов Александр Ефимович Страна: Российская Федерация. Заявка:4808078/15, 20.02.1990 Опубликовано: 20.11.1995	СПОСОБ ОПРЕДЕЛЕНИЯ СЕМЕННОЙ УРОЖАЙНОСТИ ПОЛЕВЫХ КУЛЬТУР	Статус: не действует (последнее изменение статуса: 02.07.2021) ММ4А - Досрочное прекращение действия патента Российской Федерации на изобретение из-за неуплаты в установленный срок пошлины за поддержание патента в силе
Методика определения урожайности	Российская Федерация, реферат российского изобретения, 2237403, A01H 1/04 (2000.01) A01G 7/00 (2000.01)	Патентообладатель(и): Всероссийский научно-исследовательский институт риса (RU) Страна: Российская Федерация. Заявка: 2002112201/13, 06.05.2002 Опубликовано: 10.10.2004	СПОСОБ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПОТЕНЦИАЛЬНОЙ УРОЖАЙНОСТИ ЗЕРНОВЫХ КОЛОСОВЫХ КУЛЬТУР	Статус: не действует (последнее изменение статуса: 07.05.2022) ММ4А - Досрочное прекращение действия патента СССР или патента Российской Федерации на изобретение из-за неуплаты в установленный срок пошлины за поддержание патента в силе

Методика определения урожайности	Российская Федерация, реферат российского изобретения, 2540353, A01G 23/00 (2006.01)	Патентообладатель(и): Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования "Поволжский государственный технологический университет" (RU) Опубликовано: 10.02.2015	СПОСОБ АНАЛИЗА УРОЖАЙНОСТИ ЛУГОВОЙ ТРАВЫ ОТ ВЫСОТЫ ПРИБНОЙ ПЛОЩАДКИ НАД УРЕЗОМ МАЛОЙ РЕКИ	Статус: не действует (последнее изменение статуса: 02.07.2021) ММ4А Досрочное прекращение действия патента из-за неуплаты в установленный срок пошлины за поддержание патента в силе
Методика определения урожайности	Российская Федерация, реферат российского изобретения, 2678126, A01C 1/06 (2006.01) A01N 55/10 (2006.01)	Патентообладатель(и): Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Сибирский федеральный научный центр агроботехнологий Российской академии наук (СФНЦА РАН) (RU) Опубликовано: 23.01.2019	СПОСОБ ПОВЫШЕНИЯ УРОЖАЙНОСТИ ЯРОВЫХ ЗЕРНОВЫХ	Статус: действует (последнее изменение статуса: 03.05.2023)

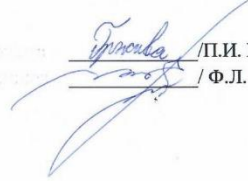
Предмет поиска (объект исследования, его составные части)	Страна выдачи, вид и номер охранного документа. Классификационный индекс.	Заявитель (патентообладатель), страна. Номер заявки, дата приоритета, конвенционный приоритет, дата публикации.	Название изобретения (полезной модели, образца)	Сведения о действии охранного документа или причина его аннулирования (только для анализа патентной чистоты)
1	2	3	4	5
Методика оценки свойств растений	Российская Федерация, реферат российского изобретения, 2374828, A01G 23/00 (2006.01) A01G 7/00 (2006.01)	Патентообладатель(и): Государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования Марийский государственный технический университет (RU) Заявка: 2007127966/12, 20.07.2007 Опубликовано: 10.12.2009	СПОСОБ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО ИСПЫТАНИЯ РАСТЕНИЙ ПО МАССЕ ПРОБЫ ЛИСТЬЕВ	Статус: не действует (последнее изменение статуса: 02.07.2021) ММ4А Досрочное прекращение действия патента из-за неуплаты в установленный срок пошлины за поддержание патента в силе
Методика оценки свойств растений	Российская Федерация, реферат российского изобретения, 2288461, G01N 21/35 (2006.01)	Патентообладатель(и): МОНСАНТО ТЕХНОЛОДЖИ ЛЛС (US) Заявка: 2003116064/28, 26.10.2001 Опубликовано: 27.11.2006	СПОСОБЫ И УСТРОЙСТВА ДЛЯ АНАЛИЗА ОБРАЗЦОВ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ПРОДУКЦИИ	Статус: не действует (последнее изменение статуса: 27.10.2021)
Методика оценки свойств растений	Российская Федерация, реферат российского изобретения, 2183924, A01N 1/04 (2000.01)	Заявитель(и): Всероссийский научно-исследовательский институт льна Патентообладатель(и): Всероссийский научно-исследовательский институт льна Заявка: 2000116127/13, 19.06.2000 Опубликовано: 27.06.2002	СПОСОБ ОЦЕНКИ ОДНОРОДНОСТИ НОВЫХ СОРТОВ ЛЬНА-ДОЛГУНЦА	Статус: не действует (последнее изменение статуса: 02.07.2021) ММ4А Досрочное прекращение действия патента из-за неуплаты в установленный срок пошлины за поддержание патента в силе
Методика оценки свойств растений	Российская Федерация, реферат российского изобретения, 2752937, A01G 7/00 (2006.01)	Патентообладатель(и): Федеральное государственное бюджетное научное учреждение "Федеральный научный агроинженерный центр ВИМ" (ФГБНУ ФНАЦ ВИМ) (RU)	СПОСОБ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТИ РАСТЕНИЙ К ФАКТОРАМ ВНЕШНЕЙ СРЕДЫ	Статус: прекратил действие, но может быть восстановлен (последнее изменение статуса: 23.09.2023) ММ4А Досрочное

		Заявка: 2021100005, 02.01.2021 Опубликовано: 11.08.2021		прекращение действия патента из-за неуплаты в установленный срок пошлины за поддержание патента в силе
Методика оценки свойств растений		Патентообладатель(и): Федеральное государственное бюджетное научное учреждение "Всероссийский научно-исследовательский институт электрификации сельского хозяйства" (ФГБНУ ВИЭСХ) (RU)	СПОСОБ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ВСХОЖЕСТИ СЕМЯН СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ РАСТЕНИЙ	Статус: не действует (последнее изменение статуса: 02.07.2021)
Кротователь, кротодренирующий орган				
Кротодренирующий орган	Российская Федерация, реферат российского изобретения, 2614380, E02B 11/02 (2006.01) A01B13/16(2006.01)	Патентообладатель(и): Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Волгоградский государственный технический университет" (ВолГТУ) (RU) Страна: Российская Федерация. Заявка: 2015150438, 24.11.2015 Опубликовано: 24.03.2017	Рабочий орган кротователя	Статус: не действует (последнее изменение статуса: 02.07.2021) ММ4А Досрочное прекращение действия патента из-за неуплаты в установленный срок пошлины за поддержание патента в силе
Кротодренирующий орган	Российская Федерация, реферат российского изобретения, 2237777, E02B 11/02 (2000.01)	Патентообладатель(и): Всероссийский научно-исследовательский институт риса (RU) Страна: Российская Федерация. Заявка: 2002109891/03, 15.04.2002 Опубликовано: 10.10.2004	КРОВОТАТЕЛЬ	Статус: не действует (последнее изменение статуса: 16.04.2022) МЗАА - Досрочное прекращение действия патента Российской Федерации на изобретение на основании заявления, поданного патентообладателем в федеральный орган исполнительной

				власти по интеллектуальной собственности
Кротодренирующий орган	Российская Федерация, реферат российского изобретения, 2611787, E02B 11/02 (2006.01)	Патентообладатель(и): Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Волгоградский государственный технический университет" (ВолГТУ) (RU) Страна: Российская Федерация. Заявка: 2015150356, 24.11.2015 Опубликовано: 01.03.2017	КРОТОДРЕНАЖНОЕ УСТРОЙСТВО	Статус: не действует (последнее изменение статуса: 02.07.2021) ММ4А Досрочное прекращение действия патента из-за неуплаты в установленный срок пошлины за поддержание патента в силе
Кротодренирующий орган	Российская Федерация, полезная модель, 108901, A01B 49/00 (2006.01)	Патентообладатель(и): Государственное научное учреждение Всероссийский научно-исследовательский институт гидротехники и мелиорации им А.Н. Костякова Российской академии сельскохозяйственных наук (RU) Страна: Российская Федерация. Заявка: 2010154435/13, 30.12.2010 Опубликовано: 10.10.2011	КОМБИНИРОВАННОЕ МЕЛИОРАТИВНОЕ ОРУДИЕ	Статус: не действует (последнее изменение статуса: 02.07.2021) ММ1К Досрочное прекращение действия патента из-за неуплаты в установленный срок пошлины за поддержание патента в силе
Кротователь	Российская Федерация, реферат российского изобретения, 2498011, E02B 11/02 (2006.01) A01B 13/00 (2006.01)	Патентообладатель(и): Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования "Кубанский государственный аграрный университет" (RU) Страна: Российская Федерация Заявка: 2012115166/13, 16.04.2012 Опубликовано: 10.11.2013	УСТРОЙСТВО ДЛЯ НАРЕЗКИ КРОВОТЫХ ДРЕН	Статус: не действует (последнее изменение статуса: 02.07.2021) ММ4А Досрочное прекращение действия патента из-за неуплаты в установленный срок пошлины за поддержание патента в силе
Кротователь	Российская Федерация, реферат российского изобретения, 2387113, A01B 13/00 (2006.01)	Патентообладатель(и): Федеральное государственное образовательное учреждение Высшего профессионального	РАБОЧИЙ ОРГАН КРОВОТАТЕЛЯ	Статус: не действует (последнее изменение статуса: 02.07.2021) ММ4А Досрочное

		образования "Чувашская государственная сельскохозяйственная академия" Страна: Российская Федерация. Заявка: 2008130480/12, 22.07.2008 Опубликовано: 27.04.2010		прекращение действия патента из-за неуплаты в установленный срок пошлины за поддержание патента в силе
--	--	---	--	--

Ответственный исполнитель:


/ П.И. Гржива
/ Ф.Л. Блинов

РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ

**ПАТЕНТ**

НА ПОЛЕЗНУЮ МОДЕЛЬ


№ 215380**Дренер-кротователь**Патентообладатель: **Блинов Филипп Леонидович (RU)**Авторы: **Блинов Филипп Леонидович (RU), Кудрявцев
Андрей Васильевич (RU)**Заявка № **2022104563**Приоритет полезной модели **22 февраля 2022 г.**

Дата государственной регистрации

в Государственном реестре полезных

моделей Российской Федерации **12 декабря 2022 г.**

Срок действия исключительного права

на полезную модель истекает **22 февраля 2032 г.**Руководитель Федеральной службы
по интеллектуальной собственности
Ю.С. Zubov

Приложение В

Патент на программу для ЭВМ «Автоматизация технологических процессов
в растениеводстве»

РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ



RU2024612882

ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ
ГОСУДАРСТВЕННАЯ РЕГИСТРАЦИЯ ПРОГРАММЫ ДЛЯ ЭВМ

Номер регистрации (свидетельства):
2024612882
Дата регистрации: 06.02.2024
Номер и дата поступления заявки:
2024611020 22.01.2024
Дата публикации и номер бюллетеня:
06.02.2024 Бюл. № 2
Контактные реквизиты:
нет

Автор(ы):
Аветисян Давид Рафаелович (RU),
Блинов Филипп Леонидович (RU),
Ларин Дмитрий Владимирович (RU),
Тааян Артур Ноярович (RU),
Федоров Андрей Владимирович (RU)
Правообладатель(и):
Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего
образования «Донской государственный
аграрный университет» (RU)

Название программы для ЭВМ:
Автоматизация технологических процессов в растениеводстве

Реферат:

Областью применения программы выступает решение специализированных задач сельского хозяйства. Функции программы: анализ крупных массивов (площадей), сравнительный анализ входной информации поступающих данных с систем фиксации (фотовидеопоток), идентификация объектов нейронной сетью (модель - YOLO 8), уведомление оператора о необходимости производства соответствующей операции. Тип ЭВМ: i386 совместимый компьютер. ОС: Windows/Linux.

Язык программирования: Python
Объем программы для ЭВМ: 3 313 КБ

Приложение Г

Предложенная технология ввода залежи с оценкой учёта урожайности

Бесплатная лицензия (для непрофессионального использования). Получить пробную лицензию или купить

Технологическая карта

Ввод залежных участков

Производство продукции	ц/га	Всего ц
осн. прод. семян	148,8	148,8
дополнит. прод.	5	5

Культура: Техническая конопля

Площадь, га: 1

Предшественник: залежь

Норма высева, ц: 0,15 яровая пшеница

Название работ	Объем работ		Сроки прове работ	Состав агрегата	Кол-во чел. для выполн. норм	Норма выработки	Кол-во нормо-смен в объеме работ	Затраты труда на весь объем работ, чел.ч	Тарифная ставка за работу, руб.	Тариф. фонд опл. труда на весь объем работ, руб.	Доплата за качество и срок	Повышен. оплата на уборке урожая	Г р о ж д е н и е	количество в е с е г о , ц	стоимость , руб/ц					
	в физ. измер.	в условно-натуральных га																		
Мониторинг	га	1,3	13,00	январь	5	БАС эшн каме	1	0,1	10,00	70,00	0,00	21,1	211,00	0,00	-	-				
Удаление наземной растительности	га	0,6	7,7	5,78	январь	5	бензопиле	0	4	0,8	0,75	0,00	21,00	0	25	0,00	75,00	5	0,03	15
Сгребание снега и веток с кормящими дисками	га	0,8	7,7	0,34	февраль	3	Д-606 ПЛ-2,0	1	18	0,04	0,31	0,00	21,1	0,94	0,00	10,4	0,08	42		
Дернины в 2 следа	га	1	7,7	5,50	апрель	5	T-150K БДТ-3	1	1,40	0,71	5,00	0,00	18,60	13,29	0,00	21,00	0,21	105		
Определение ФМТС почвы	га	1	1,3	13,00	апрель	5	ПЛЛ мотобукс ГОСТ 20915	1	0,1	10,00	70,00	0,00	21,1	211,00	0,00	-	-			
Транспортировка несложных сучьев	т	4,00	4,90	0,00	апрель	10	МТЗ-80 ПТС-4,0	1	3	0,20	0,20	0,03	4,20	21,10	25,00	4,22	15,00	0,00	0	

Ввод залежи

Бесплатная лицензия (для непрофессионального использования). Получить пробную лицензию или купить

Лист потребностей

звание тех. карт	Культура	Дата начала	Дата окончания	Поля в тех. карте	площадь полей, га	айность по плану	рожай по плану	плод по плану	род всего по плану	озиция расходов	расходного мат
Всего на сезон		11-28 00:00:00	09-01 23:59:59	+0300	0	0	0	0	0	ГСМ	ГСМ
Всего на сезон		06-03 00:00:00	07-11 23:59:59	+ поле Поли	10,52	0	0	1850	19462	Оплата труда	Оплата труда
нативные работы	Пшеница яровая	06-03 00:00:00	07-11 23:59:59	+ Андрощука	4,71	0	0	1221,55	5753,5	ГСМ	ГСМ
нативные работы	Пшеница яровая	11-28 00:00:00	11-28 23:59:59	+ Панова, полиг	74,36	28,141	1928,5	2862,92	21286,5	Оплата труда	Оплата труда
овес	Овес	05-05 00:00:00	08-31 23:59:59		74,36	28,141	1928,5	2862,92	21286,5	ГСМ	ГСМ
овес	Овес	05-05 00:00:00	08-31 23:59:59		74,36	28,141	1928,5	2862,92	21286,5	Оплата труда	Оплата труда
пшеница 2022	пшеница (озимая)	09-15 00:00:00	08-11 23:59:59	+ фкатово, политиче	17,83	20	356,6	1049,99	18721,25	ГСМ	ГСМ
пшеница 2022	пшеница (озимая)	09-15 00:00:00	08-11 23:59:59		17,83	20	356,6	1049,99	18721,25	Оплата труда	Оплата труда
овес 23	Овес	10-03 00:00:00	09-01 23:59:59	+ олигон, репище,	84,88	27,0576	2138,9	3282,57	278624,89	ГСМ	ГСМ
овес 23	Овес	10-03 00:00:00	09-01 23:59:59		84,88	27,0576	2138,9	3282,57	278624,89	Оплата труда	Оплата труда
пшеница 23	пшеница (озимая)	05-15 00:00:00	08-19 23:59:59	+ о, политическое,	50,48	25	943,25	770	38869,6	ГСМ	ГСМ
пшеница 23	пшеница (озимая)	05-15 00:00:00	08-19 23:59:59		50,48	25	943,25	770	38869,6	Оплата труда	Оплата труда

Продолжение приложения Д

Журнал динамики влажности, твердости плотности почвогрунта

1	Номер учетной площадки	Номер кольца	Масса кольца, гр	Масса вл. кольцом, гр	Масса сух. кольцом, гр	Влажность, %
2	1-1	352,54	676,00	587,00	65,32	
3	1	2-2	383,43	696,00	606,00	68,02
4	1-3	349,86	679,00	592,00	64,34	
5	2	2-4	354,62	687,00	591,00	65,59
6	1-5	380,08	708,00	611,00	67,38	
7	3	2-6	360,56	687,00	604,00	64,56
8	1-7	374,37	702,00	609,00	66,58	
9	4	2-8	357,28	710,00	620,00	63,00
10	1-9	379,11	711,00	620,00	66,12	
11	5	2-10	380,68	717,00	627,00	65,65
12	1-11	369,96	723,00	626,00	64,59	
13	6	2-12	374,76	729,00	634,00	64,44
14	Среднее		368,10	702,08	610,58	65,47
15	Примечание	1- глубина 30 см				
16		2- глубина 60 см				
17						
18						
19						
20						
21						

Приложение Е

Фрагмент журнала измерений исходного состояния почвы по ГОСТ 20915-2011 (разработка КубНИИТиМ, 2014 год)

ГОСТ 20915-2011. Испытания сельскохозяйственной техники. Методы определения условий испытаний (Задача: 0 Контрольный пример)

Открыть задачу... Список форм Печатать ведомость... Справка...

Форма А.18 - Ведомость определения твердости почвы

Место испытаний

Наименование и марка машины

Дата Диаметр плужера, см

Номер или усилие пружины

Коэффициент сжатия пружины Номер твердомера

Место взятия пробы (гребень, града и др.)

Исполнитель:
(должность) (инициалы, фамилия)

Участок	Слой почвы, см		Средняя высота ординаты по повторностям, см					Средняя высота ординаты по всем повторностям, см	Твердость почвы	
	св.	до	1	2	3	4	5		кг/см ²	МПа
	0	0	0	0	0	0	0	0		0
1	0	5	4	7	4	5	7	5,4	5,4	0,5
2	5	10	17	40	27	19	24	25,4	25,4	2,5
3	10	15	24	44	35	21	32	31,2	31,2	3,1
4	15	20	25	44	35	25	40	33,8	33,8	3,4
5	20	25	26	50	32	28	38	35	35	3,5
Сумма			96	185	133	98	142	130,8	130,8	13
Среднее значение			19,2	37	26,6	19,6	28,4	26,2	26,2	2,6

15:52
20.10.2023

Продолжение приложения Е

Изменение свойств почвы при выполнении культуртехнической мелиорации

ГОСТ 20915-2011. Испытания сельскохозяйственной техники. Методы определения условий испытаний (Задача: 0 Контрольный пример)
 Открыть задачу... Список форм ПечатаТЬ ведомость... Справка...

Форма А.17 - Ведомость определения влажности почвы, торфа

Место испытаний [Калининский район] Дата [10.04.2023]
 Наименование и марка машины [ЛПМ-1]
 Место взятия пробы (гребень, града и др.) [междурядье]
 Сведения о средствах измерений [весы, лопата, боксы, суши шкаф]
 Исполнитель [доцент] [Сизов И.В.]
 [должность] [инициалы, фамилия]

для торфа

Проба	Слой почвы, см		Номер стаканчика	Масса стаканчика, г	Масса стаканчика с сырой почвой, торфом, г	Масса стаканчика с сухой почвой, торфом, г	Масса испарившейся воды, г	Масса сухой почвы или сырого торфа, г	Влажность почвы, торфа, %
	св.	до							
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	0	10	255	31,34	80,11	74,14	5,97	42,8	13,9
2	0	10	795	31,02	81,66	76,08	5,58	45,06	12,4
3	0	10	187	31,42	72,75	67,75	5	36,33	13,8
4	0	10	89	22,36	73,86	67,69	6,17	45,33	13,6
5	0	10	101	25,03	76,93	70,77	6,16	45,74	13,5
Сумма				141,2	385,3	356,4	28,9	215,3	67,2
Среднее значение				28,2	77,1	71,3	5,8	43,1	13,4

RU k 15:55 20.10.2023

Приложение И

Акт внедрения в производство ООО «Грин Фьюэлз»



АКТ ВНЕДРЕНИЯ

результатов научно-исследовательских работ, опытно-конструкторских и технологических работ в высших учебных заведениях

Заказчик ООО «Грин Фьюэлз»
 (наименование организации)
Сергей Владимирович Митков
 (Ф.И.О. руководителя организации)

Настоящим актом подтверждается, что результаты работы «Обработка и применение отходов производства древесины в виде древесной стружки»
 (№ _____ гос. регистрации)
 (наименование темы, № гос. регистрации)

выполненной в ФГБОУ ВО «Тверская государственная сельскохозяйственная академия»

(наименование вуза, НИИ, КБ)

стоимостью 232,00 тыс. руб.
 (цифрами и прописью)

выполняемой в 2023 гг.
 (срок выполнения)

внедрены на предприятии ООО «Грин Фьюэлз»
 (наименование предприятия, где осуществлялось внедрение)

1. Вид внедренных результатов эксплуатация изделий с биодобавкой
 (эксплуатация изделия, работы технологии), производство (изделия, работы, технологии),
 функционирование (системы)

2. Характеристика масштаба внедрения в производстве, внедрен
в производстве

3. Форма внедрения: сервис производственно заказчика

Методика (метод): производственно заказчика

4. Новизна результатов научно-исследовательских работ: применение новых и модификации
 (линейные, принципиально новые, модификации, модернизации старых разработок)


Приложение К

Акт внедрения в учебный процесс

УТВЕРЖДАЮ

проректор по учебной работе и научно-инновационной деятельности

ФГБОУ ВО Тверская ГСХА

 В.С. Андрощук

« 24 » октября 2023 г.

АКТ

о внедрении методики экспериментальных исследований в ПИР

Настоящий акт составлен об использовании в ПИР кафедры ТТМиК методики экспериментальных исследований в рамках проекта «Оценка учёта урожайности зерновых и дубяных сельскохозяйственных культур в условиях культуртехнической мелиорации Тверского региона».




Научный руководитель: Смирнов А.Ю., заведующий кафедрой РМи-ЭМТП, к.т.н., доцент.

Исполнители: Голубев В.В., д.т.н., профессор; Романов М.А., ст. преподаватель; Блинов Ф.Л., ст. преподаватель; Виноградов А.В., ст. преподаватель; Аванесов В.И., ст. преподаватель; Гржибин П.Н. студент магистратуры.

Методика оценки учёта урожайности апробирована в лабораторных условиях и реализована в полевым эксперименте на общей площади 15 га.

Причём, методология проведения полевого опыта при вводе залежных земель посредством культуртехнической мелиорации реализована также в научно-исследовательской работе кафедры ТТМиК и зашищённой научно-квалификационной работе Блинова Ф.Л.

Сотрудники, использующие разработку

В.В. Голубев

А.В. Кудрявцев

Ф.Л. Блинов

24.10.2023 г.


Приложение Л

Акт внедрения в результатов в научно-исследовательскую работу

УТВЕРЖДАЮ

проректор по учебной работе и научно-инновационной деятельности

ФГБОУ ВО Тверская ГСХА

 В.С. Андрощук

« 24 » октября 2023 г.

АКТ

о внедрении методики экспериментальных исследований в НИР

Настоящий акт составлен об использовании в НИР кафедры ТТМиК методики экспериментальных исследований в рамках проекта «Оценка учёта урожайности зерновых и дубяных сельскохозяйственных культур в условиях культуртехнической мелиорации Тверского региона».



Научный руководитель: Смирнов А.Ю., заведующий кафедрой РМи-ЭМТП, к.т.н., доцент.

Исполнители: Голубев В.В., д.т.н., профессор; Романов М.А., ст. преподаватель; Блинов Ф.Л., ст. преподаватель; Виноградов А.В., ст. преподаватель; Аванесов В.И., ст. преподаватель; Гржикив П.Н. студент магистратуры.

Методика оценки учёта урожайности апробирована в лабораторных условиях и реализована в полевым эксперименте на общей площади 15 га.

Причём, методология проведения полевого опыта при вводе залежных земель посредством культуртехнической мелиорации реализована также в научно-исследовательской работе кафедры ТТМиК и зашищённой научно-квалификационной работе Блинова Ф.Л.

Сотрудники, использующие разработку

 В.В. Голубев А.В. Кудрявцев Ф.Л. Блинов

24.10.2023 г.

Приложение М

Медали и дипломы в рамках темы НИР и ее отдельных элементов

