

ФГБОУ ВО Казанский государственный аграрный университет
Институт механизации и технического сервиса

Направление 35.03.06 Агроинженерия
Направленность (профиль) Технические системы в агробизнесе
Кафедра Эксплуатация и ремонт машин

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА

на соискание квалификации (степени) «бакалавр»

Тема: Механизация возделывания озимой пшеницы с разработкой
комбинированного почвообрабатывающего агрегата

Шифр ВКР.35.03.06.089.18.КПА.00.00.00.ПЗ

Студент группы 241 _____ Гадиев Л.Р.
подпись Ф.И.О.

Руководитель ст. преподаватель _____ Салахов И.М.
ученое звание подпись Ф.И.О.

Обсужден на заседании кафедры и допущен к защите
(протокол № ____ от _____ 20__ г.)

Зав. кафедрой д.т.н., профессор _____ Адигамов Н.Р.
ученое звание подпись Ф.И.О.

Казань – 2018 г.

ФГБОУ ВО Казанский государственный аграрный университет
Институт механизации и технического сервиса

Направление 35.03.06 Агроинженерия
Направленность (профиль) Технические системы в агробизнесе
Кафедра Эксплуатация и ремонт машин

«УТВЕРЖДАЮ»
Зав. кафедрой _____ / Адигамов Н.Р. /
« ____ » _____ 20 ____ г.

ЗАДАНИЕ
на выпускную квалификационную работу

Студенту _____ Гадиеву Линару Раисовичу

Тема ВКР _____ Механизация возделывания озимой пшеницы с разработкой комбинированного почвообрабатывающего агрегата

утверждена приказом по вузу от « ____ » _____ 20 ____ г. № _____

1. Срок сдачи студентом законченной ВКР _____ 15 июня 2018 года

2. Исходные данные

_____ Техническая литература

_____ Научные статьи и патенты на изобретения

_____ Данные преддипломной практики

3. Перечень подлежащих разработке вопросов

_____ 1. Литературно-патентный обзор по теме ВКР

_____ 2. Технологические расчеты

_____ 3. Конструкторская разработка комбинированного почвообрабатывающего агрегата

_____ 4. Технико-экономическое обоснование разработанной конструкции

_____ 5. Охрана труда и окружающей среды при возделывании сельскохозяйственных культур

4. Перечень графических материалов

- Лист 1. Технологическая на возделывание озимой пшеницы
- Лист 2. Обзор существующих конструкции комбинированных почвообрабатывающих агрегатов
- Листы 3 и 4 Сборочные и рабочие чертежи конструкторской разработки
- Лист 5. Операционно-технологическая карта на предпосевную обработку почвы
- Лист 6. Техничко-экономические показатели конструкции

5. Консультанты по ВКР

Раздел (подраздел)	Консультант
Нормо-контроль	Салахов И.М.
Техничко-экономическое обоснование	Сафиуллин И.Н.
Охрана труда и окружающей среды	Гаязиев И.Н.

6. Дата выдачи задания 07 мая 2018 года

КАЛЕНДАРНЫЙ ПЛАН

№ п/п	Наименование этапов ВКР	Срок выполнения	Примечание
1	Раздел 1 ВКР	До 15.05.2018	
2	Раздел 2 ВКР	До 01.06.2018	
3	Раздел 3 ВКР	До 10.06.2018	
4	Оформление ВКР	До 15.06.2018	

Студент группы 241 _____ Гадиев Л.Р.
подпись Ф.И.О.

Руководитель ВКР ст. преподаватель _____ Салахов И.М.
ученое звание подпись Ф.И.О.

АННОТАЦИЯ

к выпускной квалификационной работе Гадиева Л.Р. на тему
«Механизация возделывания озимой пшеницы с разработкой
комбинированного почвообрабатывающего агрегата»

Выпускная квалификационная работа состоит из пояснительной записки на 72 листах и графической части на 6 листах формата А1.

Пояснительная записка состоит из введения, 3 разделов, выводов и включает 9 рисунков, 12 таблиц, список использованной литературы содержит 20 наименований.

В первом разделе пояснительной записки приводится анализ особенностей технологии возделывания озимой пшеницы в условиях Республики Татарстан с учетом его биологических особенностей и требования к основным факторам жизни. Проведен также обзор конструкции существующих комбинированных почвообрабатывающих агрегатов для предпосевной обработки почвы.

Во втором разделе пояснительной записки рассматриваются основы проектирования технологии возделывания сельскохозяйственных культур, приводится расчет параметров технологической карты на возделывание озимой пшеницы, операционно-технологической карты на предпосевную обработку почвы, а также рассматриваются вопросы охраны труда и окружающей среды в сельском хозяйстве, в частности в растениеводстве.

Третий раздел пояснительной записки содержит обоснование и описание конструкции разрабатываемого агрегата, расчеты по обоснованию рабочих органов и определению его технологических параметров, а также экономическое обоснование разработанной конструкции.

В заключении приводятся основные выводы по выпускной квалификационной работе.

В приложениях приводится разработанная технологическая карта на возделывание озимой пшеницы и результаты расчета ее параметров.

ABSTRACT

for final qualifying work Gadieva L.R. on the theme

"Mechanization of winter wheat cultivation with the development of combined soil processing machine»

The final qualifying work consists of an explanatory note on 72 sheets and a graphic part on 6 sheets of A1 format.

Explanatory note consists of an introduction, 3 sections, conclusions and includes 9 figures, 12 tables, a list of references contains 20 titles.

The first section of the explanatory note provides an analysis of the features of the technology of winter wheat cultivation in the Republic of Tatarstan, taking into account its biological characteristics and the requirements for the main factors of life. A review of the design of existing combined tillage units for pre-sowing soil treatment is also carried out.

The second section of the explanatory note discusses the basics of design technology of agricultural crops, provides a calculation of the parameters of the technological map for the cultivation of winter wheat, operational and technological maps for pre-tillage, and also discusses the issues of labor and environment in agriculture, in particular in crop production.

The third section of the explanatory note contains the justification and description of the design of the developed unit, calculations to justify the working bodies and determine its technological parameters, as well as the economic justification of the developed design.

In conclusion, the main conclusions on the final qualifying work are given.

The developed technological map for winter wheat cultivation and the results of its parameters calculation are given in the appendices.

СОДЕРЖАНИЕ

	стр.
Введение	8
1 Литературно-патентный обзор	10
1.1 Народнохозяйственное значение озимой пшеницы	10
1.2 Биологические особенности озимой пшеницы	11
1.3. Особенности технологии возделывания озимой пшеницы в условиях Республики Татарстан	13
1.4 Обзор конструкции существующих комбинированных почвообрабатывающих орудий	18
1.5 Обоснование темы выпускной работы	25
2 Технологическая часть	26
2.1 Основы проектирования технологии возделывания сельскохозяйственных культур	26
2.2 Разработка технологической карты на возделывание озимой пшеницы	27
2.2.1 Исходные данные	27
2.2.2 Расчет параметров технологической карты на возделывание озимой пшеницы	28
2.2.3 Расчет прямых затрат при возделывании озимой пшеницы	30
2.3 Составление операционно–технологической карты на обработку почвы комбинированным почвообрабатывающим агрегатом	37
2.4 Безопасность жизнедеятельности в растениеводстве	46
2.4.1 Характеристика опасных и вредных факторов при выполнении работ в растениеводстве	46
2.4.2 Требования безопасности при эксплуатации машинно- тракторных агрегатов	47

2.4.3 Применение производственной физкультуре при работе тракториста-машиниста	48
2.5 Охрана окружающей среды в сельскохозяйственном производств	49
2.5.1 Источники загрязнения окружающей среды в сельскохозяйственном производстве	49
2.5.2 Охрана окружающей среды в растениеводстве	50
3 Конструкторская часть	52
3.1 Описание предлагаемой конструкции комбинированного почвообрабатывающего агрегата	52
3.2 Определение параметров ротационного рыхлителя	54
3.3 Обоснование формы эвольвентного зуба	56
3.4 Расчет параметров автовибратора	57
3.5 Расчет зубчатой передачи автовибратора	59
3.6 Экономическое обоснование конструкции	61
Заключение	67
Список использованной литературы	68
Приложения	70
Спецификации	73

ВВЕДЕНИЕ

Сельское хозяйство занимает важное место в экономике нашей страны. Первичным звеном с/х производства является растениеводство. Наибольший удельный вес среди возделываемых культур занимают зерновые культуры, из которых получают продукты питания человека, сырьё для многих отраслей промышленности и корма для сельскохозяйственных животных. К основным зерновым культурам, возделываемых как в России, так и в мире относятся пшеница, ячмень, овес, кукуруза, рис, гречиха и горох. Пшеница – ведущая зерновая культура во многих регионах мира. Производство пшеницы в мире превышает 700 млн. тонн. Лидерами по выращиванию пшеницы являются Китай, Индия, США, Франция и Россия.

В Российской Федерации посевы зерновых культур традиционно составляют значительную часть всех сельскохозяйственных угодий, так как производство зерна играет важную роль в обеспечении продовольственной безопасности страны. По данным Федеральной службы государственной статистики за 2016 год в Российской Федерации посевные площади сельскохозяйственных культур составляли 79993,038 тыс. га, из них 58,9% посевных площадей отводилось под зерновые и зернобобовые культуры, в том числе 17,5% - под озимую пшеницу.

В 2017 году в Российской Федерации намолочено 137,5 млн. тонн зерна при урожайности 30,2 ц/га, а в Республики Татарстан – более 5000 тыс. тонн зерновых и зернобобовых культур (урожайность 34 ц/ га), в том числе озимой пшеницы – 1,2 млн. тонн. Увеличение производства зерна – основная задача дальнейшего развития сельского хозяйства страны. От этого зависит удовлетворение потребностей населения в продуктах питания, развитие животноводства.

В настоящее время одной из значимых и актуальных вопросов для сельскохозяйственного производства является повышение эффективности и конкурентоспособности производимой продукции. Однако, в настоящее

время в России низкая эффективность производства зерна обусловлена применением не прогрессивных технологий и устаревшей техники; диспаритетом цен на зерно и технику, топливо-смазочные материалы и удобрения; разрушением селекционной системы, ухудшением финансового положения многих сельскохозяйственных предприятий и т.д.

Существуют множество путей преодоления сложившейся ситуации. Во-первых, обновление парка применяемых при производстве сельскохозяйственной продукции машин и оборудования. Однако, этот процесс идет медленными темпами, так как это требует больших капитальных вложений.

Другим также наиболее важным направлением повышения эффективности производства сельскохозяйственной продукции является – земледельческий, который включает в себя оптимизацию структуры посевных площадей, внедрение новых высокопродуктивных сортов и гибридов, применение прогрессивных ресурсосберегающих технологий.

В связи с этим целью данной выпускной квалификационной работы является разработка мероприятий направленных на повышения эффективности производства озимой пшеницы.

Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

1. Рассмотреть современное состояние производства озимой пшеницы.
2. Обосновать технологию возделывания озимой пшеницы с использованием современной техники.
3. Разработать конструкцию комбинированного почвообрабатывающего орудия.
4. Произвести технико-экономическую оценку разрабатываемых мероприятий.
5. Рассмотреть вопросы охраны труда и окружающей среды при возделывании сельскохозяйственных культур.

1 ЛИТЕРАТУРНО-ПАТЕНТНЫЙ ОБЗОР

1.1 Народнохозяйственное значение озимой пшеницы

Озимая пшеница является наиболее ценной продовольственной и высокоурожайной культурой. Из зерен озимой пшеницы получают муку, которая является основным сырьем для производства крупы, хлебобулочных, макаронных, кондитерских изделий и других продуктов. Кроме этого, из пшеницы вырабатывают такие виды сырья как спирт, крахмал, клейковину, декстрин, клей.

Отходы производства муки из зерен пшеницы, например, пшеничные отруби, используют в качестве концентрированного корма для сельскохозяйственных животных. Кроме того, большую кормовую ценность для сельскохозяйственных животных имеет незерновая часть пшеницы – солома и мякина. На корм животным солому подают в измельченном и запаренном виде или обработанном химическими веществами. В 100 кг соломы содержится 0,5...1,0 кг переваримого протеина, 20...22 кормовых единицы [13].

Возделывание озимой пшеницы дает положительный эффект с агротехнической точки, так как правильная обработка почвы под посев озимой пшеницы способствует повышению ее плодородия, очищению от сорняков, заделке растительных остатков.

Как отмечалось ранее озимая пшеница – высокоурожайная культура. Средняя урожайность по РФ составляет 30 ц/га, в передовых хозяйствах – 50...60 ц/га, а в Республики Татарстан – 24 ц/га [18]. При этом полученная продукция имеет сравнительно низкую себестоимость, что показывает экономическую привлекательность возделывания озимой пшеницы.

1.2 Биологические особенности озимой пшеницы

Существуют более 30 видов пшеницы, которые отличаются друг от друга по биологическим, морфологическим и хозяйственным свойствам. Из них в основном в мире производятся два вида: мягкая и твердая пшеница, которые имеют как озимые, так и яровые формы [13].

Исходя из биологических особенностей озимой пшеницы разрабатывается технология ее возделывания: определяются агротехнические приемы, последовательность их проведения для получения высокого урожая заданного качества. Поэтому, рассмотрим биологические особенности озимой пшеницы относительно требований к факторам жизни [16].

Требования к температуре. Прорастание семян озимой пшеницы начинается при температуре 1...2°C, но наиболее оптимальной температурой является – 12...15°C, при котором появляются дружные всходы и начинается их прорастание.

В осенне-зимний период наиболее благоприятной для развития озимой пшеницы считается сухая, ясная и теплая погода днем при температуре 10...12°C и отрицательные температуры ночью, что способствует большему накоплению углеводов, закаливанию растений и их лучшей перезимовке.

Озимая пшеница является достаточно жаровыносливой и засухоустойчивой культурой. Однако, продолжительные высокие температуры и суховея, недостаток влаги в почве способствуют замедлению развитию растения и препятствуют хорошему наливу зерна. В этом случае требуется проведение орошения посевов.

Требования к влаге. Корневая система озимой пшеницы способен проникать на глубину до 1,5 м и потреблять большое количество влаги из корнеобитаемого слоя. Наиболее благоприятным условием для роста и развития озимой пшеницы является влажность почвы 70...75% полевой (наименьшей) влагоемкости на глубине до 60 см. В целом озимая пшеница считается довольно засухоустойчивой культурой.

Требования к свету. Озимая пшеница является растением длинного дня. Чем длиннее день, тем она зацветает быстрее и хорошо развивается. Солнечный свет оказывает положительное влияние на формирование органов плодоношения, зерна, на накопление в них белков, углеводов и других веществ.

Требования к почве. Озимая пшеница – это культура, которая предъявляет высокие требования к почвам. Наилучшими почвами для нее являются высокоплодородные черноземы, темно-каштановые почвы с нейтральной или слабощелочной реакцией (рН 6-7,5). Озимую пшеницу также можно возделывать на хорошо удобренных слабоподзолистых, среднесуглинистых и серых лесных почвах. На пониженных заболоченных местах озимая пшеница плохо перезимовывает. Поэтому для возделывания озимой пшеницы следует выбирать наиболее плодородные поля с выровненным рельефом.

Требования к элементам питания. Озимая пшеница потребляет большое количество питательных веществ из почвы. Поэтому при ее возделывании необходимо внесение удобрений на всех типах почв.

Сорта. Важнейшим элементом современной технологии возделывания озимой пшеницы является использование технологичных, высокопродуктивных сортов с отличным качеством зерна, приспособленных к почвенно-климатическим условиям данного региона. В Государственный реестр селекционных достижений, допущенных к использованию, включено более 270 сортов озимой мягкой и твердой пшеницы, не имеющих себе равных в мире по зимостойкости, засухоустойчивости, мукомольным и хлебопекарным качествам [15].

В таблице 1.1 представлены сорта озимой пшеницы, занесенные в Государственный реестр и разрешенные к возделыванию в Республики Татарстан. Лучшими, более морозостойкими районированными сортами являются сорта Казанская 285, Казанская 560, которые созданы с учетом почвенно-климатических условий Республики Татарстан. В период осенней вегетации растения этих сортов образуют два узла кущения – первичный и вторичный. Тем самым адаптивные свойства этих сортов выше по сравнению с другими сортами.

Таблица 1.1 - Сорта занесенные в Государственный реестр и разрешенные к возделыванию в Республики Татарстан

№ п/п	Культура, сорт	Оригинатор	Год районирования
1	Казанская 285 (St)	ГНУ ТатНИИСХ	1999
2	Казанская 560	ГНУ ТатНИИСХ	2002
3	Волжская 100	ООО НПЦ «Селекция»	2004
4	Московская 39	ГНУ НИИСХ ЦРНЗ ГНУ Рязанский НИИСХ ГНУ Владимирский НИИСХ	2006
5	Бирюза	ГНУ Краснодарский НИИСХ ГНУ Самарский НИИСХ	2008
6	Волжская 22	ООО НПЦ «Селекция»	2009
7	Скипетр	Полетаев Г.М.	2011
8	Надежда	ГНУ ТатНИИСХ	2012

Производство зерна озимой пшеницы районированных сортов позволяет стабилизировать площади возделывания этой культуры в Республики Татарстан. Для повышения конкурентоспособности производства необходимо в средних и крупных хозяйствах Татарстана иметь 2...3 сорта с разными сроками созревания и различающимися по качеству зерна [8]. В свою очередь, это позволит повысить уровень технологической дисциплины, что положительно скажется на повышении качества и товарности производимого зерна. В современных рыночных условиях качество зерна является основным критерием получения большей прибыли и повышения уровня рентабельности его производства.

1.3 Особенности технологии возделывания озимой пшеницы в условиях Республики Татарстан

В связи с неоднородностью агроклиматических и почвенных условий Республики Татарстан, возделывание озимой пшеницы должна проводиться с учетом следующих особенностей [15]:

1. Размещение культуры. Для возделывания озимой пшеницы следует выбирать поля с выровненным рельефом, так как большую роль в перезимовке играет снежный покров.

2. Предшественник. Озимая пшеница должна возделываться в разных севооборотах, чтобы взаимозасорение не снижало семенных и товарных качеств культуры. Лучшие предшественники озимой пшеницы:

- *чистый пар* (лучший предшественник, исходя из особенностей биологии культуры);
- *занятый пар* (предшественник должен быть убран, а почва подготовлена для посева озимой пшеницы);
- *непаровые предшественники* (например, горох, кормосмеси).

В пахотном слое чистых паров ко времени посева сохраняется на 10...12 мм влаги больше, чем на занятых парах. При посеве по чистому пару достигается высокий уровень урожайности за счет внесения навоза и достаточного уровня влагообеспеченности.

3. Система обработки почвы. Выбор системы обработки почвы при возделывании сельскохозяйственных культур в основном зависит от типа и состояния почвы, предшественника, фитосанитарного состояния поля. Однако, в любом случае, она должна быть обеспечивать сохранение влаги в почве и создание рыхлого слоя почвы с твердым ложем на глубине заделки семян.

4. Применение удобрений. Наиболее оптимальным является припосевное внесение сложных минеральных удобрений из расчета 1 центнер на га (по 15...20 кг д.в. NPK).

5. Протравливание (инкрустация) семян. Протравливание семян озимой пшеницы перед их посевом является основным методом предотвращения развития головневых болезней и корневых гнилей.

Существуют множество препаратов для протравливания семян зерновых культур. В основном рекомендуются препараты, содержащие тиабендазол (в том числе для профилактики снежной плесени): Винцит форте, Виал ТТ, Виннер, Витацит. Однако, тип препарата следует выбирать исходя из результатов фитоэкспертизы семян.

6. Сроки посева. В условиях Республики Татарстан оптимальным сроком для посева семян озимой пшеницы считается третья декада августа: 20...25 для посева

по занятым парам, 25...31 августа – по чистым парам. В этом случае осенняя вегетация озимой пшеницы будет составлять примерно 50...55 дней, за которое она успеет образовать 3...4 побега кущения, что будет способствовать лучшей ее перезимовки. Допускается посев и до 10 сентября при достаточном наличии влаги в почве.

7. Норма высева семян. Оптимальной нормой высева семян озимой пшеницы считается 5,0...5,5 млн. штук всхожих семян на гектар при посеве по чистому пару, а при посеве по занятым парам - 5,5 млн. штук всхожих семян на гектар. Норму высева необходимо сокращать при более ранних сроках посева (15...20 августа) до 5 млн. всхожих зерен и увеличивать при посеве после 30 августа.

8. Глубина заделки семян. Оптимальной глубиной заделки семян озимой пшеницы является 4...5 см. При посеве в засушливых районах глубину заделки семян следует увеличивать до 5...6 см.

9. Уход за посевами осенью. Уход за посевами в осенний период заключается в защите растений от снежной плесени и борьбе с вредителями. Для защиты озимой пшеницы растений от снежной плесени посевы следует обработать препаратом Фундазол (0,5...0,6 кг/га) при температуре не ниже 10°C.

К основным вредителям, которые могут нанести наибольший ущерб осенью в время всходов относятся шведская и озимая мухи. Для борьбы с этими вредителями рекомендуется проводить обработку инсектицидами (например, препаратами Децис экстра, Данадим, БИ-58).

10. Уход за посевами в весенний и летний периоды. После перезимовки озимой пшеницы для получения наибольшего эффекта от дальнейших мер по уходу за ее посевами в весенний и летний периоды необходимо предварительно оценить состояние посевов.

Состояние посевов оценивается по количеству растений на 1 м² по следующим критериям:

- состояние посевов отличное - не менее 400 растений на 1 м²;
- состояние посевов хорошее – 300...400 растений на 1 м²;

- состояние посевов удовлетворительное – 200...300 растений на 1 м²;
- состояние посевов плохое – менее 200 растений на 1 м².

Плохое состояние посевов исправляют пересевом.

К основным мерам по уходу за посевами озимой пшеницы в весенне-летний период относятся: ранневесенняя подкормка, весеннее боронование,

При ранневесенней подкормки на посевы озимой пшеницы необходимо внести азот в виде аммиачной селитры (1,0...1,5 ц/га в физическом весе). Это способствует дополнительному кущению, усилению развития колосоносных побегов и получению наибольшей прибавки урожая.

Весеннее боронование проводится зубowymi боронами и способствует разрыхлению поверхностного слоя почвы, улучшению водно-воздушного режима почвы, что дает возможность получения прибавки к урожаю от 1,5 до 3,3 ц зерна с га. Однако, применение зубовых борон для весеннего боронования посевов озимой пшеницы со слаборазвитой вторичной корневой системой может привести к массовому выдергиванию растений, особенно на почвах с легким механическим составом. Это приводит к снижению урожайности озимой пшеницы. В этом случае, на таких посевах рекомендуется проводить прикатывание или применить легкие бороны.

11. Система защиты посевов озимой пшеницы. Для защиты посевов озимой пшеницы от сорных растений, болезней и вредителей в течение вегетации проводится обработки рекомендованными химическими препаратами. Обработку посевов гербицидами следует проводить до фазы выхода в трубку, особенно изреженные посевы.

12. Уборка урожая. Уборка урожая должна проводиться в оптимальные агросроки с соблюдением технологии уборки и без потерь при обеспечении сохранности и качества зерна. Нарушение технологии уборки зерновых культур и несоблюдение агросроков может привести к потерям урожая от 10 до 20%, а при неблагоприятных погодных условиях – до 30% и более. Эти потери могут превысить даже ожидаемые прибавки от применения нового сорта, внесения удобрений или освоения новых современных технологий [6].

13. Послеуборочная обработка и формирование товарных партий зерна

Послеуборочная обработка должна обеспечить получение товарных партий зерна с влажностью не выше 14%, натурным весом не ниже 710 г/л. Допускается наличие зерновой примеси не более 2%, сорной примеси не более 1% [8].

При поступлении зерна на хлебоприемный пункт производится первичный анализ: по внешнему виду (цвет, запах), зараженности, засоренности, влажности.

Требования к качеству продовольственного зерна мягкой озимой пшеницы определены ГОСТом Р 52554-2006, а сортовые и посевные качества регламентируются ГОСТом Р 52325-2005.

Таким образом, основными направлениями совершенствования технологии возделывания озимой пшеницы являются:

- применение высокоурожайных сортов озимой пшеницы, которые более устойчивы к полеганию, болезням и вредителям;
- применение наиболее рациональных систем севооборота, позволяющих размещать посевы озимой пшеницы по лучшим предшественникам;
- внесение необходимого количества удобрений строго по нормам и срокам, позволяющий оптимизировать режим питания растений и получить планируемый урожай;
- внедрение прогрессивных технологий возделывания озимой пшеницы, основанные на применении комбинированных агрегатов, что дает возможность сокращения числа агротехнических приемов и проведение их в оптимальные агросроки;
- соблюдение поточности выполнения операций по отдельным технологическим стадиям (уборка урожая, очистка полей от соломы и т.д.);
- своевременное и качественное выполнение всех технологических приемов на основе комплексной механизации производства.

Наиболее полно указанные направления реализуются через интенсивные, ресурсосберегающие технологии возделывания озимой пшеницы.

1.4 Обзор конструкции существующих комбинированных почвообрабатывающих орудий

В последние годы в сельскохозяйственном производстве при возделывании культур все большее распространение получили комбинированные орудия и агрегаты, которые позволяют за один проход выполнить несколько агротехнических приемов, тем самым сократить число проходов по полю однооперационных агрегатов, многократные проходы которых по полю при возделывании сельскохозяйственных культур приводит к уплотнению почвы и разрушению его структуры.

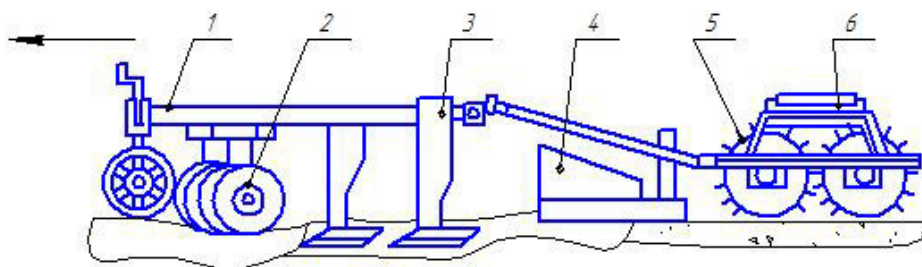
Современные комбинированные орудия и агрегаты представляют собой сложные инженерные конструкции и к ним предъявляются повышенные требования.

Наиболее распространенные комбинированные агрегаты представляют собой сочетание нескольких простых орудий, в которых использованы стандартные рабочие органы культиваторов, плоскорезов, дисковые рабочие органы и т.д. Рассмотрим несколько вариантов комбинированных почвообрабатывающих машин.

На рисунке 1.1 представлена схема комбинированного почвообрабатывающего агрегата АКП-2,5, который предназначен для выполнения основной и предпосевной обработок почвы. Для этого на раму 1 установлены три секции дисковых батарей 2 и три плоскорежущих рабочих органа 3. Глубина обработки рабочих органов регулируется изменением положения опорных колес. Дополнительно к раме прицепляется каток 5 с заравнивателем 4. Для изменения давления катков на почву на раме катка установлен балластный ящик 6.

Технологический процесс агрегата АКП-2,5 состоит в следующем. Дисковые рабочие органы обрабатывают поверхностный слой почвы на глубину 6...8 см. Плоскорезные рабочие органы проводят обработку почвы на глубину 10...12 см и производят подрезание сорных растений. Затем идет заравниватель,

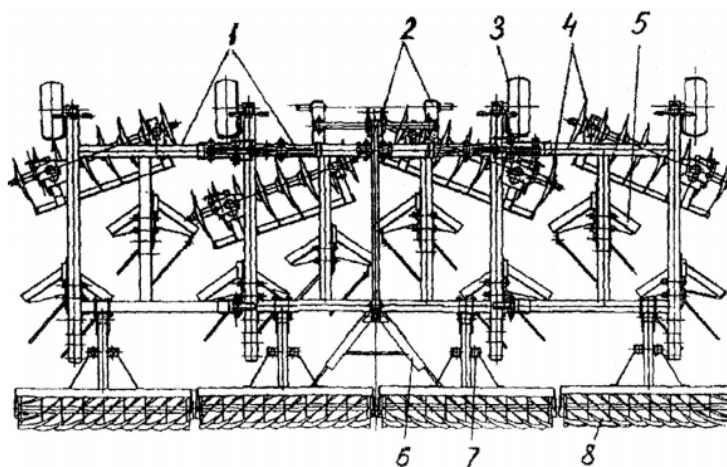
который выравнивает и уплотняет поверхность почвы, а кольчато-шпоровый каток разбивает комки, уплотняет нижние и рыхлит поверхностный слой почвы.



1 – рама; 2 – дисковая батарея; 3 – плоскорежущие лапы;
4 – заравниватель; 5 – катки; 6 – балластные ящики

Рисунок 1.1 - Комбинированный агрегат АКП-2,5

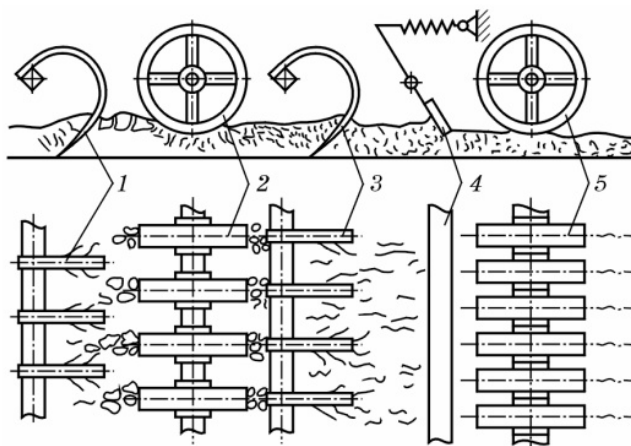
Комбинированный почвообрабатывающий агрегат АПК-6 состоит из последовательно расположенных дисковых рабочих органов 1, плоскорежущих лап 5, выравнивателей 6, 7 и катков 8 (рисунок 1.2). Технологический процесс агрегата АКП-6 в основном аналогичен работе агрегата АКП-2,5.



1,4 – батареи сферических дисков; 2 – навеска; 3 – опорные колеса;
5 – плоскорежущие лапы; 6,7 – выравниватели; 8 - каток

Рисунок 1.2 – Комбинированный агрегат АПК-6

Комбинированный агрегат РВК-3,6 (рисунок 1.3) предназначен для предпосевной подготовки почвы на глубину до 12 см. Агрегат выполняет рыхление почвы с помощью лап 1 и 3, прикатывание почвы с помощью катков на пневматических шинах 2 и 5, а также выравнивание.



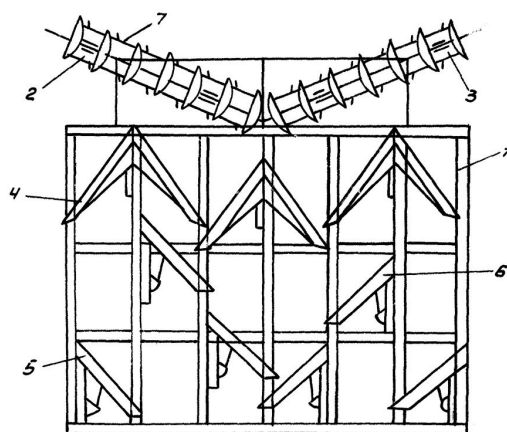
1 и 3 - рыхлительные лапы; 2 и 5 – катки с пневматическими шинами; /
4 – выравниватель

Рисунок 1.3 – Комбинированный агрегат РВК-3,6

Необходимо отметить, что применение представленных комбинированных агрегатов в засушливых погодных условиях, при повышенной уплотненности почвы и наличии большого количества пожнивных остатков на поверхности почвы не обеспечивает требуемого качества подготовки почвы []. Для решения данной проблемы предлагаются следующие варианты конструкций комбинированных почвообрабатывающих агрегатов.

Комплексный почвообрабатывающий агрегат для послойной обработки почвы (патент РФ №2160518) предназначено для полной предпосевной, посевной и зяблевой обработки почвы за один проход.

Агрегат содержит раму 1 (рисунок 1.4), на которую установлены дисковые батареи 2 и 3, широкозахватные плоскорежущие ножи 4, левосторонние 5 и правосторонние 6 почворыхлители. Между дисками батареи 2 и 3 установлены пресс-ножи 7.

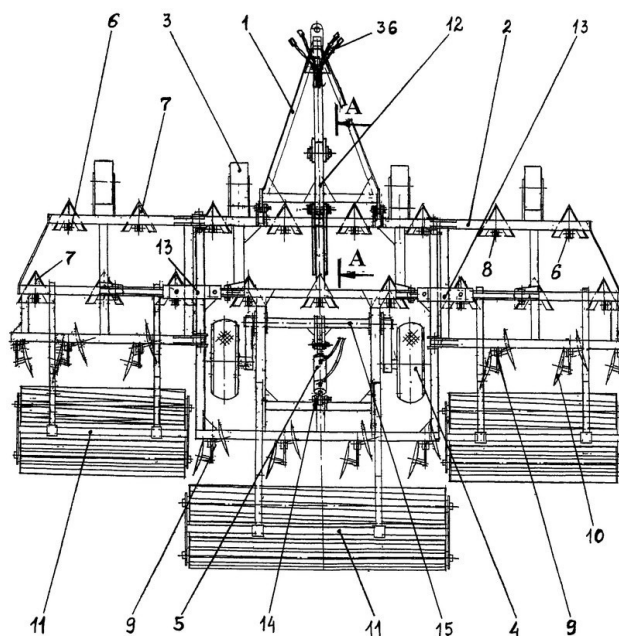


1 – рама; 2, 3 – дисковые батареи; 4 – плоскорежущие ножи;
5 и 6 – почвoryхлители; 7 – пресс-ножи

Рисунок 1.4 - Комплексный почвообрабатывающий агрегат для послойной обработки почвы (патент РФ №2160518)

Комбинированный почвообрабатывающий агрегат (патент РФ №2495553), показанный на рисунке 1.5, состоит из рамы 2 с опорными колесами 3 и транспортными колесами 4 с гидроцилиндром 5 колесного хода. На раме 2 по всей ширине захвата на кронштейнах 6 закреплены режуще-рыхляющие рабочие органы в виде лап 7 со стойками 8, которые являются основными рабочими органами агрегата. На кронштейнах 9 рамы 2 закреплены выравнивающие диски 10, установленные парами. На раме 2 сзади установлены рабочие органы вращательного типа в виде модулей 11 катков. Комбинированный почвообрабатывающий агрегат также снабжен компенсатором 12 вертикальных колебаний снпцы. Установка крайних секций рамы 2 из рабочего (горизонтального) положения в транспортное осуществляется гидроцилиндрами 13 рамы.

При передвижении агрегата по полю основные рабочие органы агрегата - режуще-рыхляющие лапы 7 - подрезают на заданной глубине верхний слой почвы с сорняками, рыхлят и интенсивно перемешивают ее по всей ширине захвата. Неровности почвы (гребни), образовавшиеся после обработки режуще-рыхляющими рабочими органами в виде лап 7, выравниваются установленными за ними выравнивающими дисками 10.

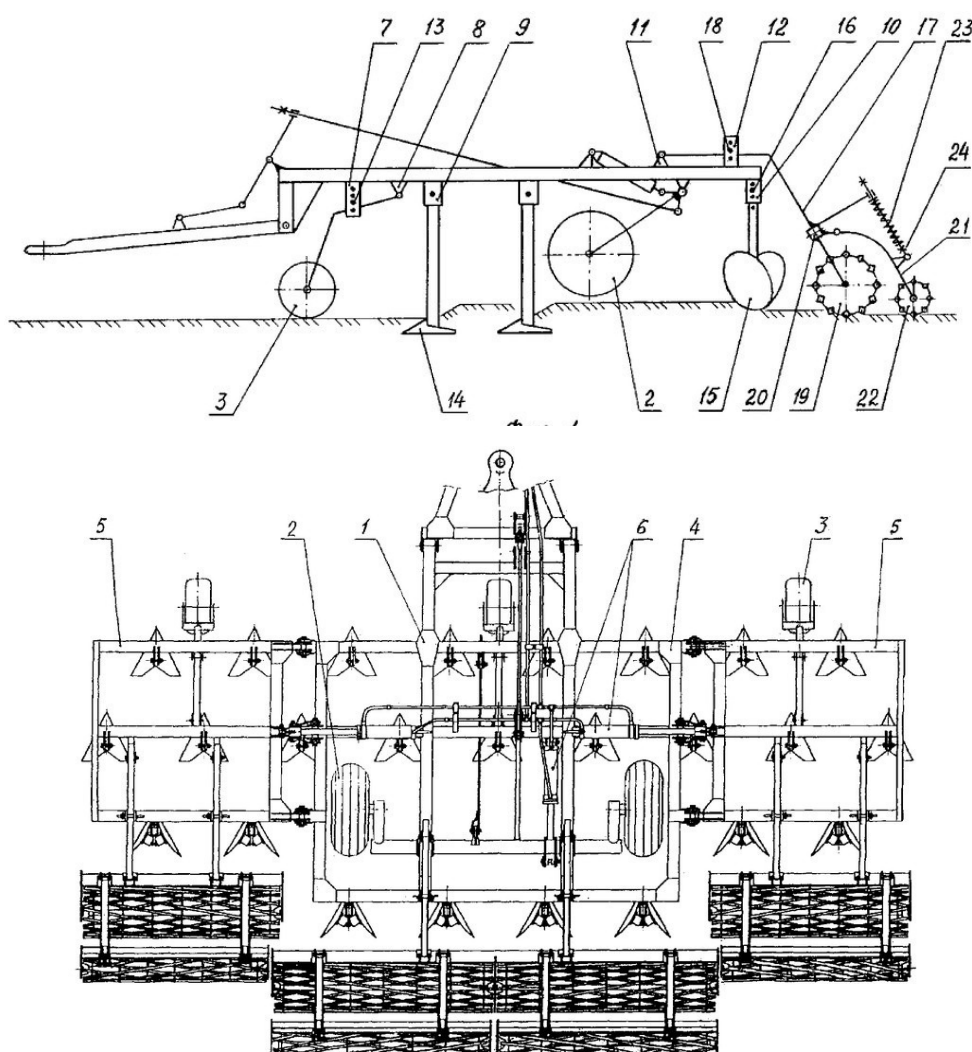


1 – сница; 2 – рама; 3 – опорные колеса; 4 – транспортные колеса; 5 – гидроцилиндр транспортных колес; 6, 9 – кронштейны; 7 – режуще-рыхляющие лапы; 8 – стойки; 10 – выравнивающие диски; 11 – модули катков; 12 – компенсатор; 13 – гидроцилиндр рамы

Рисунок 1.5 - Комбинированный почвообрабатывающий агрегат
(патент РФ №2495553)

Известно также комбинированный почвообрабатывающий агрегат (патент РФ №2247477), который предназначен для обработки почвы под посев зерновых культур. Агрегат выполнен в виде рамы 1 (рисунок 1.6), опирающейся при транспортировании агрегата на транспортные колеса 2, а при работе - на опорные 3 колеса, состоящей из центральной 4 и боковых 5 секций, соединенных между собой посредством механизмов перевода из рабочего положения в транспортное и обратно 6, на которых смонтированы кронштейны 7, 8, 9, 10, 11, 12. К кронштейнам 8 шарнирно присоединены опорные колеса 3, регулируемые по высоте упорами 13 в кронштейнах 7. В кронштейнах 9 установлены стрелчатые лапы 14, а в кронштейнах 10 - парные дисковые выравниватели 15, регулируемые по высоте упорами 16. К кронштейнам 11 шарнирно присоединены рамки 17, регулируемые по высоте упорами 18 в кронштейнах 12, на которых закреплены передние катки 19, имеющие диаметр в пределах 450-550 мм, а к брусам 20

рамок 17 шарнирно присоединены рамки 21 с задними катками 22, имеющими диаметр, равный 0,4-0,5 диаметра передних катков 19, причем рамки 21 снабжены пружинами 23, регулируемые гайками 24.

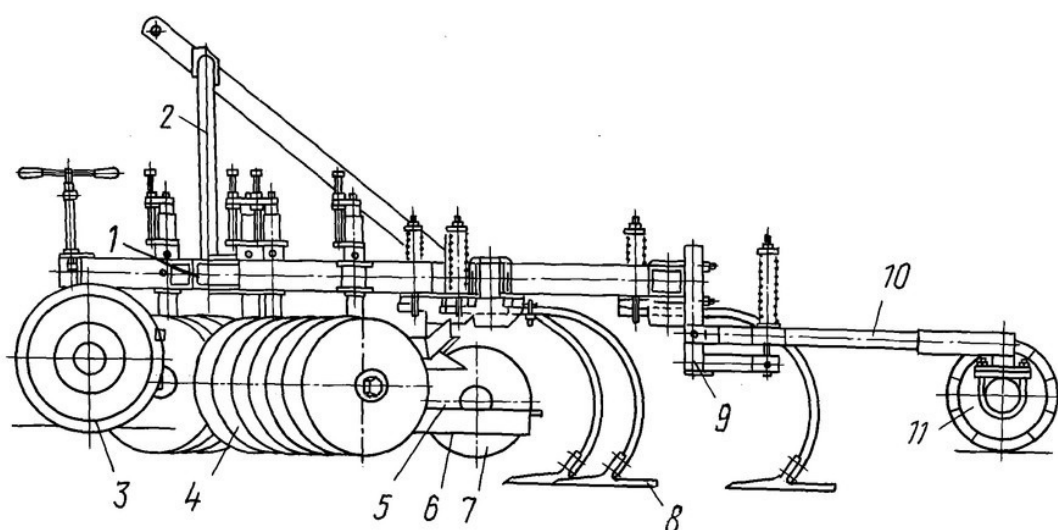


1 – рама; 2 – транспортные колеса; 3 – опорные колеса; 4 и 5 – центральная и боковые секции; 6 – механизм перевода в рабочее положение; 7, 8, 9, 10, 11, 12 – кронштейны; 13, 16, 18 – упоры; 14 – стрелчатые лапы; 15 – дисковые выравниватели; 17, 21 – рамки; 19 – передние катки; 20 – брусья; 22 – задние катки; 23 – пружины; 24 – регулируемые гайки

Рисунок 1.6 - Комбинированный почвообрабатывающий агрегат
(патент РФ №2247477)

Комбинированный почвообрабатывающий агрегат (патент РФ №2126614) предназначен для предпосевной обработки почвы. Агрегат включает раму 1 (рисунок 1.7) с опорными колесами 3, дисковые батареи 4, установленные под углом к поперечной линии, лапы 8, выравниватель 5 и спирально-планчатые

катки 11. Секции или крылья выравнивателя 5 направлены в сторону задних концов батарей 4 и образуют с направлением обработки острый угол вершиной вперед для разравнивания гребня и обеспечения равномерной глубины обработки. При этом выравниватель 5 установлен перед лапами 8 по следу передних концов дисковых батарей 4 на минимальном расстоянии от них $0,8 - 1,5 D$. Между крыльями выравнивателя 5 размещен дисковый нож 7. Ширина захвата выравнивателя 5 больше ширины захвата двух, но меньше ширины захвата трех лап 8. Концы крыльев лап 8 размещены по следу дисков батарей для исключения забивания растительными остатками.



- 1 – рама; 2 – навесное устройство; 3 – опорные колеса; 4 – дисковые батареи;
 5 – выравниватель; 6 – стойка; 7 – дисковый нож; 8 – режущие лапы; 9 – кронштейн;
 10 – подпружиненные рамки; 11 – спирально-планчатые катки

Рисунок 1.7 - Комбинированный почвообрабатывающий агрегат
 (патент РФ №2126614)

Анализ конструкции существующих комбинированных орудий и агрегатов для предпосевной подготовки почвы показывает, что большинство из них состоят из стандартных рабочих органов пассивного действия. Они могут отличаться только размерами дисковых рабочих органов, шириной захвата рыхлящих лап, типом прикатывающих органов и выравнивателей, а также конструктивным исполнением самого агрегата.

1.5 Обоснование темы выпускной работы

В Российской Федерации озимая пшеница возделывается повсеместно. Значительное распространение возделывание озимой пшеницы получил и в Республики Татарстан, т.к. эта культура имеет большое, разностороннее значение и применение.

Технологические операции, выполняемые при возделывании озимой пшеницы требуют больших затрат энергии, труда и средств. Для увеличения эффективности производства озимой пшеницы необходимо повысить ее урожайность путем применения новых районированных сортов, современной высокопроизводительной техники, создания благоприятных условий для роста и развития растений. Одним из элементов создания благоприятных условий для развития растений является совершенствование системы обработки почвы, в частности применение комбинированных почвообрабатывающих агрегатов.

В связи с этим целью данной работы является обоснование и расчет параметров технологии возделывания озимой пшеницы для условий Республики Татарстан с разработкой конструкции комбинированного агрегата для предпосевной обработки почвы.

2 ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

2.1 Основы проектирования технологии возделывания сельскохозяйственных культур

Технология возделывания сельскохозяйственных культур представляет собой комплекс агротехнических операций и приемов, которые выполняются в определенной последовательности и направлены на создание благоприятных условий для роста и развития культуры с целью получения высокого урожая заданного качества.

Проектирование научно-обоснованной технологии возделывания сельскохозяйственной культуры основывается на знаниях особенностей почвенно-климатических условий региона возделывания культуры и биологии конкретной культуры и сорта.

При возделывании культуры проводятся ряд агротехнических приемов, которые применяются при возделывании любой культуры (основная и предпосевная обработка почвы, внесение удобрений, подготовка семян к посеву, посев, уход за растениями, уборка урожая), а также операции и приемы, которые выполняются при возделывании конкретной культуры (например, осенний посев озимых культур). Специфические агротехнические приемы, выполняемые при возделывании конкретной культуры, составляют особенности ее технологии возделывания.

При выполнении агротехнических приемов решаются следующие задачи:

- обработка почвы - оптимизация воздушного и водного режимов почвы для нормального функционирования корневой системы культуры;
- внесение удобрений (как органических, так и минеральных) - оптимизация режима питания растений;
- химическая мелиорация почвы (известкование или гипсование) - оптимизация реакции почвенного раствора;
- посев – равномерное распределение семян полю на одинаковую глубину;

- приемы защиты растений - борьба с засоренностью посевов, болезнями и вредителями;

- уборка урожая – сбор урожая без количественных и качественных потерь в сжатые сроки.

Эти и другие задачи могут быть решены разными технологическими приемами. Например, борьба с засоренностью посевов может производиться как агротехническими приемами обработки почвы (лушение стерни, вспашка, боронование, культивация, междурядная обработка пропашных культур и другие), так и химическими средствами (опрыскиванием гербицидами).

При проектировании технологии возделывания культуры для конкретного региона необходимо учитывать особенности почвенно-климатических условий и задачи отдельных технологических приемов, которые должны выполняться с учетом агротехнических требований, в оптимальный агросрок и с определенным качеством.

Технологии возделывания сельскохозяйственных культур представляются в виде технологической карты, в котором содержатся перечень операций (приемов), которые выполняются последовательно при возделывании культуры, а также информация об оптимальных сроках выполнения этих операции, применяемый состав машин и агрегатов, сменные нормы выработки и расхода топлива, прямые затраты и затраты труда при выполнении каждой операции.

2.2 Разработка технологической карты на возделывание озимой пшеницы

2.2.1 Исходные данные

Исходные данные для составления и расчета параметров технологической карты представлены в таблице 2.1.

Таблица 2.1 – Исходные данные для составления и расчета параметров технологической карты возделывания озимой пшеницы

№ п/п	Исходные данные, показатели	Значение
1.	Сорт культуры	Казанская 560
2.	Площадь, F, га	100
3.	Норма высева семян, q_c , т/га	0,25
4.	Предшествующая культура	чистый пар
5.	Планируемая урожайность, Y, ц/га	
	- основной продукции	35
	- побочной продукции	28
6.	Дальность перевозки грузов, км	5

Перед составлением технологической карты также необходимо:

1. Уточнить нормы и сроки внесения удобрений, химических средств защиты растений.
2. Подготовить данные о наличии техники и учитывать условия их использования.
3. Выбрать нормативно-справочные данные по тарификации и оплате труда, нормам выработки выполненных работ и расхода топливо-смазочных материалов на механизированные работы.
4. Выбрать нормативные данные для расчёта амортизации, затрат на текущий ремонт и техническое обслуживание тракторов и СХМ.
5. Уточнить себестоимость или отпускные цены на услуги вспомогательных и обслуживающих производств: тонно-километра грузового автотранспорта, киловатт-часа электроэнергии, а также цены на семена, удобрения, ядохимикаты, топливо-смазочные материалы и др.

2.2.2 Расчет параметров технологической карты на возделывание озимой пшеницы

Рассмотрим порядок составления и расчета параметров технологической карты на возделывание озимой пшеницы по чистому пару, которая представлена в приложении 1.

Объем работы по каждой операции определяется исходя из площади возделывания, нормы высева семян, нормы внесения удобрений, средств защиты растений и планируемой урожайности.

В качестве примера рассмотрим операцию №1 «Культивация пара». Объем работы составляет $Q = 300$ га, т.к. эта операция выполняется 3 раза в течении летнего периода, продолжительность выполнения операции – $D_p = 3 \dots 4$ дня.

Сроки проведения работ определяется многолетней практикой производства данной культуры в хозяйстве. На практике фактическое начало выполнения операций определяется агрономом. В нашем случае сроки проведения работ взяты из рекомендации, которые представлены в литературе [8, 10].

Состав агрегата выбирается из машин, имеющихся в хозяйстве. При этом необходимо выбирать наиболее производительные и эффективные агрегаты с учетом размеров полей, объемов работ, рельефа поля и других факторов.

Для выполнения операции №1 «Культивация пара» выбираем агрегат в составе трактора марки ДТ-75Д и двух культиваторов КПС-4.

Сменная норма выработки данного агрегата составляет $W_{CM} = 23$ га/см и **удельный расход топлива** (на единицу работы) – $g = 4,4$ кг/га [8].

Количество нормо-смен в объеме работы определяется по следующей формуле:

$$N_{CM} = Q/W_{CM}. \quad (2.1)$$

$$N_{CM} = 300 / 23 = 13,04.$$

Затраты труда определяются по следующей формуле:

$$Z_T = T_{CM} \cdot N_{CM} \cdot n, \quad (2.2)$$

где T_{CM} – продолжительность смены, ч (принимаем $T_{CM} = 7$ ч);

n – количество рабочих, обслуживающих агрегат, чел.

$$Z_T = 7 \cdot 13,04 \cdot 1 = 91,3 \text{ чел.-час.}$$

Потребное количество ТСМ (дизельного топлива) для выполнения данной операции определяется по следующей формуле:

$$G_{ТСМ} = g \cdot F. \quad (2.3)$$

$$G_{ТСМ} = 4,4 \cdot 300 = 1320 \text{ кг (13,2 ц).}$$

Объем транспортных работ (в т·км) определяется умножением объема перевозимого груза на расстояние перевозки.

Количество электроэнергии (кВт·ч) для выполнения стационарных операции (например, для протравливания семян, послеуборочной обработки зерна и т.д.) определяется умножением мощности электродвигателя стационарных машин на время смены и количества нормо-смен.

Аналогичным образом, производится расчет показателей по остальным операциям каждой технологической карты.

После этого производится суммирование количества нормо-смен, затрат труда, потребного количества топливо-смазочных материалов по всем операциям рассматриваемых технологических карт (таблица 2.2).

Таблица 2.2 – Результаты расчета параметров технологических карт на возделывание озимой пшеницы

Показатели	Значение
Количество нормо-смен	75,1
Затраты труда, Z_T , чел.-час	763,6
в том числе:	
- основных работников	516,31
- вспомогательных работников	247,29
Потребное количество ТСМ, $Q_{ТСМ}$, ц	60,85
Объем транспортных работ, т·км	1750
Потребное количество электроэнергии, кВт·ч	949

Приведенные в таблице 2.2 показатели будут использоваться при расчете прямых денежных затрат при возделывании озимой пшеницы.

2.2.3 Расчет прямых затрат при возделывании озимой пшеницы

Для экономической оценки технологии необходимо определить общие прямые затраты по технологической карте.

Прямые затраты при возделывании сельскохозяйственной культуры включают в себя следующие статьи затрат:

1. **Стоимость семян** определяется исходя из нормы высева семян и их закупочных цен с учетом расходов по транспортировке и хранению в хозяйстве по следующей формуле:

$$C_C = Q_C \cdot C_C, \quad (2.4)$$

где Q_C – количество высеваемых семян, т;

C_C – цена 1 т семян, руб.

$$C_C = 25 \cdot 14000 = 350000 \text{ руб.}$$

2. *Стоимость удобрений* определяется по следующей формуле:

$$C_Y = Q_Y \cdot C_Y, \quad (2.5)$$

где Q_Y – количество вносимых удобрений, т;

C_Y – цена 1 т удобрения, руб.

Расчет стоимости вносимых удобрений представлен в таблице 2.3.

Таблица 2.3 – Расчет стоимости удобрений

Виды удобрений	Количество		Цена, руб./т	Стоимость, руб.
	т	т.д.в.		
Аммиачная селитра (34,4)	11	3,78	13500	148500
Карбамид (46)	6	2,76	17000	102000
Аммофос (12:52)	7	4,48	30400	212800
Интермаг Профи (2 л/га), л	-	-	-	-
Всего	24	11,02	-	463300

3. *Стоимость средств защиты растений* определяется по следующей формуле:

$$C_{CЗР} = Q_{CЗР} \cdot C_{CЗР}, \quad (2.6)$$

где $Q_{CЗР}$ – количество вносимых средств защиты растений, кг;

$C_{CЗР}$ – цена 1 кг средств защиты растений, руб.

Расчет стоимости применяемых средств защиты растений при возделывании озимой пшеницы по чистому пару представлены в таблице 2.4.

Таблица 2.4 – Расчет стоимости средств защиты растений

Средства защиты растений	Количество, кг (л)	Цена, руб./кг (руб./л)	Стоимость, руб.
Диален супер (0,6 л/га)	60	998	59880
Фаскорд (0,1 л/га)	10	1170	11700
Рекс С (0,5 л/га)	50	1140	57000
Фундазол (0,5 кг/га)	50	1590	79500
Всего			208080

4. **Стоимость ТСМ** определяется по следующей формуле:

$$C_{\text{ТСМ}} = Q_{\text{ТСМ}} \cdot \Pi_{\text{ТСМ}}, \quad (2.7)$$

где $Q_{\text{ТСМ}}$ – количество ТСМ на весь объем работ, кг;

$\Pi_{\text{ТСМ}}$ – цена 1 кг ТСМ, руб.

При определении стоимости ТСМ, кроме стоимости основного (дизельного) топлива необходимо также учитывать стоимость смазочных материалов, расход которых принимает в % от основного топлива.

Расчет стоимости ТСМ, расходуемых при возделывании озимой пшеницы представлен в таблице 2.5.

Таблица 2.5 – Расчет стоимости ТСМ

Расход ТСМ	Цена, руб./ц	Количество, ц	Стоимость, руб.
Дизельное топливо (ДТ)	4000	60,85	243416
Смазочные материалы	6000	3,69	22163
Всего	-	64,55	265579

5. **Затраты автотранспорта** определяются по следующей формуле:

$$C_{\text{АВТО}} = Q_{\text{АВТО}} \cdot \Pi_{\text{АВТО}}, \quad (2.8)$$

где $Q_{\text{АВТО}}$ – объем транспортных работ, т·км;

$\Pi_{\text{АВТО}}$ – себестоимость транспортных работ, руб./т·км.

$$C_{\text{АВТО}} = 1750 \cdot 15 = 26250 \text{ руб.}$$

6. **Затраты электроэнергии** определяются по следующей формуле:

$$C_{\text{ЭЛ}} = Q_{\text{ЭЛ}} \cdot \Pi_{\text{ЭЛ}}, \quad (2.9)$$

где $Q_{\text{ЭЛ}}$ – количество израсходованной электроэнергии, кВт·ч;

$\Pi_{\text{ЭЛ}}$ – стоимость 1 кВт·ч электроэнергии, руб.

$$C_{\text{ЭЛ}} = 949 \cdot 6 = 5697 \text{ руб.}$$

7. **Затраты на оплату труда.** Тарифный фонд оплаты труда составляет фонд оплаты труда основных рабочих (трактористов-машинистов) и вспомогательных рабочих (например, прицепщиков). Тарифный фонд оплаты труда определяется по следующей формуле:

$$T_{\text{Ф}} = H_{\text{СМ}} \cdot T_{\text{СТ}} \cdot n, \quad (2.10)$$

где H_{CM} – количество нормо-смен;

T_{CT} – сменная тарифная ставка, руб.;

n – количество рабочих, чел.

Например, при выполнении операции №1 «Культивация пара» при возделывании озимой пшеницы по чистому пару тарифный фонд оплаты труда на весь объем работы составляет:

$$T_{\Phi} = 13,04 \cdot 597,62 \cdot 1 = 7795,04 \text{ руб.}$$

Кроме этого, применяется дополнительные формы оплаты труда, которые определяются в соответствии с рекомендациями по мотивации труда работников, занятых в растениеводстве [9, 14]:

- *дополнительная оплата труда за сроки и качество проведения отдельных работ по возделыванию сельскохозяйственной культуры, которая принимается 50...100% к тарифному фонду в зависимости от качества работы.*

Для рассматриваемой операции:

$$K_{КАЧ} = 1,0 \cdot T_{\Phi} = 1,0 \cdot 7795,04 = 7795,04 \text{ руб.};$$

- *доплата за классность:*

$$K_{КЛ} = 0,13 \cdot T_{\Phi} = 0,13 \cdot 7795,04 = 1013,35 \text{ руб.};$$

- *доплата за продукцию:*

$$K_{ПРОД} = 0,25 \cdot T_{\Phi} = 0,25 \cdot 7795,04 = 1948,76 \text{ руб.}$$

На сумму оплаты труда (включая доплаты) начисляются отпускные, размер которых в % определяется по следующей формуле:

$$k_O = \frac{D_O}{365 - (D_O + D_{ПР} + D_{ВЫХ})} \cdot 100\%, \quad (2.11)$$

где D_O – продолжительность отпуска, дней;

$D_{ПР}$ – количество праздничных дней;

$D_{ВЫХ}$ – количество выходных дней в году.

$$k_O = \frac{24}{365 - (24 + 11 + 52)} \cdot 100\% = 9\%.$$

Таким образом, размер отпускных в руб. составляет:

$$K_{ОТП} = k_O \cdot (T_{\Phi} + K_{КАЧ} + K_{КЛ} + K_{ПРОД}). \quad (2.12)$$

$$K_{\text{ОТП}} = 0,09 \cdot (7795,04 + 7795,04 + 1013,35 + 1948,76) = 1669,69 \text{ руб.};$$

- *доплата за стаж*, которая начисляется работникам от всей суммы заработка, включая отпускные:

$$K_{\text{СТАЖ}} = 0,15 \cdot (T_{\text{Ф}} + K_{\text{КАЧ}} + K_{\text{КЛ}} + K_{\text{ПРОД}} + K_{\text{ОТП}}). \quad (2.13)$$

$$K_{\text{СТАЖ}} = 0,15 \cdot (7795,04 + 7795,04 + 1013,35 + 1948,76 + 1669,69) = 3033,28 \text{ руб.}$$

Таким образом, затраты на оплату труда при выполнении операции №1 «Культивация пара» составляет:

$$ЗП = T_{\text{Ф}} + K_{\text{КАЧ}} + K_{\text{КЛ}} + K_{\text{ПРОД}} + K_{\text{ОТП}} + K_{\text{СТАЖ}}. \quad (2.14)$$

$$ЗП = 7795,04 + 7795,04 + 1013,35 + 1948,76 + 1669,69 + 3033,28 = 23255,16 \text{ руб.}$$

Начисления в пенсионный фонд, фонд социального обеспечения, фонд медицинского страхования и фонд занятости:

$$ЗП_{\text{НАЧ}} = 1,302 \cdot ЗП = 1,302 \cdot 23255,16 = 30278,2 \text{ руб.}$$

Аналогичным образом, определяются затраты на оплату труда по остальным операциям.

Результаты расчета затрат на оплату труда по двум технологическим картам представлены в таблице 2.6.

Таблица 2.6 – Результаты расчета затрат на оплату труда при возделывании озимой пшеницы

Составляющие затрат на оплату труда	Затраты на оплату труда работников, руб.
Тарифный фонд зарплаты	58964
Доплаты:	
- за продукцию	14741
- за качество и срок	58964
- за классность	7665
Повышенная оплата на уборке	17546
Итого доплат	98917
Отпускные	14209
Доплата за стаж	25814
Итого зарплата с отпускными	197904
Всего зарплата с начислениями	257671
в том числе на 1 гектар	2576,71
на 1 центнер	73,62

8. *Затраты на амортизацию и текущий ремонт* по тракторам и СХМ определяются исходя из норм амортизационных отчислений и норм затрат на текущий ремонт в % от балансовой стоимости тракторов и СХМ по следующим формулам:

$$C_A = \frac{B_{TP} \cdot a_{TP}}{100 \cdot T_{Г. TP} \cdot W_{ч}} + \frac{B_{СХМ} \cdot a_{СХМ}}{100 \cdot T_{Г. СХМ} \cdot W_{ч}}; \quad (2.15)$$

$$C_{РЕМ} = \frac{B_{TP} \cdot B_{TP}}{100 \cdot T_{Г. TP} \cdot W_{ч}} + \frac{B_{СХМ} \cdot B_{СХМ}}{100 \cdot T_{Г. СХМ} \cdot W_{ч}}, \quad (2.16)$$

где B_{TP} , $B_{СХМ}$ – балансовая стоимость соответственно трактора и СХМ, тыс.руб.;

a_{TP} , $a_{СХМ}$ – нормы отчислений на амортизацию трактора и СХМ, %;

B_{TP} , $B_{СХМ}$ – нормы затрат на текущий ремонт трактора и СХМ, %;

$T_{Г. TP}$, $T_{Г. СХМ}$ – годовая загрузка соответственно трактора и СХМ, час;

$W_{ч}$ – часовая производительность агрегата, га/ч.

Расчет затрат на амортизацию и текущий ремонт машин, применяемых при возделывании озимой пшеницы представлен в приложении 2.

Результаты расчетов представлены в таблице 2.7.

Таблица 2.7 – Затраты на амортизацию и текущий ремонт машин

Затраты на амортизацию, руб.		Всего затрат на амортизацию машин, руб.	Затраты на текущий ремонт, руб./га		Всего затрат на текущий ремонт, руб.
тракторов	СХМ		тракторов	СХМ	
140035	183622	323657	163070	172849	335920

Прочие прямые затраты при возделывании сельскохозяйственной культуры принимаются в % от суммы всех остальных прямых затрат:

$$C_{ПРОЧ} = 0,03 \cdot (C_C + C_Y + C_{СЗР} + C_{ТСМ} + C_{АВТО} + C_{ЭЛ} + 3П_{НАЧ} + C_A + C_{РЕМ}). \quad (2.17)$$

$$C_{ПРОЧ} = 0,03 \cdot (350000 + 463300 + 208080 + 265579 + 26250 + 5697 + 257671 + 323657 + 335920) = 67403 \text{ руб.}$$

Всего прямых затрат при возделывании сельскохозяйственной культуры:

$$ПЗ = C_C + C_Y + C_{СЗР} + C_{ТСМ} + C_{АВТО} + C_{ЭЛ} + 3П_{НАЧ} + C_A + C_{РЕМ} + C_{ПРОЧ}. \quad (2.18)$$

$$ПЗ = 350000 + 463300 + 208080 + 265579 + 26250 + 5697 + 257671 + 323657 + 335920 + 67403 = 2314162 \text{ руб.}$$

Накладные расходы при возделывании сельскохозяйственной культуры принимаются в % от суммы всех прямых затрат:

$$C_{\text{НАКЛ}} = 0,09 \cdot \text{ПЗ}. \quad (2.19)$$

$$C_{\text{НАКЛ}} = 0,09 \cdot 2314162 = 208275 \text{ руб.}$$

Всего затрат при возделывании сельскохозяйственной культуры:

$$S = \text{ПЗ} + C_{\text{НАКЛ}}. \quad (2.20)$$

$$S = 2314162 + 208275 = 2522436 \text{ руб.}$$

Результаты расчета затрат при возделывании озимой пшеницы представлен в таблице 2.8.

Таблица 2.8 – Структура затрат при возделывании озимой пшеницы

Показатели	Значение	
	руб.на 1 га	в % к итогу
Оплата труда с начислениями	2576.71	10.2
Семена	3500.00	13.9
Минеральные удобрения	4633.00	18.4
Средства защиты растений	2080.80	8.2
ТСМ	2655.79	10.5
Электроэнергия	56.97	0.2
Автотранспорт	262.50	1.0
Амортизационные отчисления	3236.57	12.8
Текущий ремонт	3465.25	13.7
Прочие прямые затраты	674.03	2.7
Всего прямых затрат	23141.62	91.7
Накладные расходы	2082.75	8.3
ВСЕГО затрат на 1 га	25224.36	100

Анализируя данные таблицы 2.8 необходимо отметить, что наибольшие затраты на 1 га при возделывании озимой пшеницы в процентном соотношении приходятся на удобрения, амортизацию и текущий ремонт техники, семена и ТСМ, стоимость которых в настоящее время является высокой.

2.3 Составление операционно–технологической карты на обработку почвы комбинированным почвообрабатывающим агрегатом

В операционно-технологической карте на выполнение механизированных работ наиболее полно указывается их содержание и порядок выполнения. При составлении операционно-технологической карты и правил выполнения механизированных работ необходимо учитывать достижения науки и передового опыта в области использования техники.

Основными элементами операционно-технологической карты на обработку почвы комбинированным почвообрабатывающим агрегатом являются [4]:

1. Условия работы агрегата.
2. Агротехнические требования к обработке почвы комбинированным почвообрабатывающим агрегатом.
3. Комплектование и кинематика комбинированного почвообрабатывающего агрегата.
4. Подготовка комбинированного почвообрабатывающего агрегата к работе.
5. Подготовка поля к работе комбинированного почвообрабатывающего агрегата.
6. Режим работы комбинированного почвообрабатывающего агрегата.
7. Контроль качества обработки почвы комбинированным почвообрабатывающим агрегатом.
8. Требования техники безопасности при работе на комбинированном почвообрабатывающем агрегате.

Рассмотрим каждый элемент в отдельности.

Условия работы агрегата.

1. Размеры поля: 1110×900 м.
2. Площадь поля: 100 га.
3. Уклон 1°.
4. Удельное сопротивление машины 2,5 кН/м.

Агротехнические требования к обработке почвы комбинированным почвообрабатывающим агрегатом

- 1) равномерность рыхления верхнего слоя почвы на заданную глубину при допуске $\pm 10\%$;
- 2) полное крошение глыб на мелкие комочки не более 3 см;
- 3) полное подрезание сорняков;
- 4) высота гребней не должна превышать 4 см;
- 5) отсутствие огрехов.

Комплектование и кинематика комбинированного почвообрабатывающего агрегата.

Расчет состава и комплектование агрегата сводится к обоснованию рабочей скорости агрегата, при которой обеспечивается высокое качество обработки почвы и достигается максимальная производительность агрегата при рациональном использовании мощности двигателя трактора и его тягово-сцепных показателей.

Интервал значений технологически допустимых рабочих скоростей для комбинированного почвообрабатывающего агрегата принимаем 7...12 км/ч [19].

Состав агрегата: Т-150К + КШУ-8+4РР-2.

По тяговой характеристики трактора, устанавливаем передачи трансмиссии трактора, скорости на которых по величине не выходят за интервал допустимых значений технологически допустимых рабочих скоростей для комбинированного почвообрабатывающего агрегата [19], которые представлены в в таблице 2.9.

Таблица 2.9 - Исходные данные для расчета состава агрегата

Параметры	Значения по передачам		
	1	2	3
Рабочие скорости, V_p , км/ч	7,45	8,53	10,08
Тяговое усилие трактора, $P''_{тяг}$, кН	45	41	33,25
Буксование трактора, δ , %	8,35	10,05	12,08

Тяговое сопротивление агрегата определяется по следующей формуле:

$$R_a = n_1(B_{\kappa 1} \cdot K_1 + G_{\text{м1}} \cdot \sin \alpha) + n_2(B_{\kappa 2} \cdot K_2 + G_{\text{м2}} \cdot \sin \alpha), \quad (2.21)$$

где n_1, n_2 - количество культиватора и ротационного рыхлителя в составе агрегата;

$B_{\kappa 1}, B_{\kappa 2}$ - конструктивная ширина захвата культиватора и ротационного рыхлителя, м;

K_1, K_2 - удельное сопротивление культиватора и ротационного рыхлителя, кН/м (принимается по [19]);

$G_{\text{м1}}, G_{\text{м2}}$ - вес культиватора и ротационного рыхлителя, кН;

α - уклон поля, град.

$$R_a = 1 \cdot (8 \cdot 2,5 + 20,5 \cdot \sin 1^\circ) + 4 \cdot (2 \cdot 1,5 + 2 \cdot \sin 1^\circ) = 32,5 \text{ кН}.$$

Показатели использования мощности двигателя трактора и его тяговых характеристик определяются по следующим формулам:

а) потребная мощность СХМ на выбранных передачах [19]:

$$N_{ei} = \frac{[R_a + G_{\text{мп}} \cdot (f + \sin \alpha)] \cdot V_{pi}}{3,6 \cdot \eta_{\text{мп}} \cdot \eta_{\delta}} \quad (2.22)$$

где V_{pi} - рабочая скорость движения агрегата на i -ой передаче, км/ч (по таблице 2.9);

$G_{\text{мп}}$ - вес трактора, кН (принимается по [19]);

f - коэффициент сопротивления качению (принимается по [19]);

$\eta_{\text{мп}}$ - механический КПД трансмиссии трактора (принимается по [19]);

η_{δ} - коэффициент потери мощности на буксование трактора.

$$\eta_{\delta} = 1 - \frac{\delta}{100}, \quad (2.23)$$

где δ - буксование трактора, %.

$$\eta_{\delta 1} = 1 - \frac{8,35}{100} = 0,916.$$

$$\eta_{\delta 2} = 1 - \frac{10,05}{100} = 0,9.$$

$$\eta_{\delta 3} = 1 - \frac{12,08}{100} = 0,88.$$

$$N_{e1} = \frac{[32,5 + 76 \cdot (0,12 + \sin 1^\circ)] \cdot 7,45}{3,6 \cdot 0,9 \cdot 0,916} = 107,8 \text{ кВт}.$$

$$N_{e2} = \frac{[32,5 + 76 \cdot (0,12 + \sin 1^\circ)] \cdot 8,53}{3,6 \cdot 0,9 \cdot 0,9} = 125,6 \text{ кВт}.$$

$$N_{e3} = \frac{[32,5 + 76 \cdot (0,12 + \sin 1^\circ)] \cdot 10,08}{3,6 \cdot 0,9 \cdot 0,88} = 151,8 \text{ кВт}.$$

б) тяговый КПД трактора [19]:

$$\eta_{Ti} = \frac{N_{\text{тяги}i}}{N_{ei}}, \quad (2.24)$$

где $N_{\text{тяги}i}$ - тяговая мощность трактора на i -ой передаче, кВт.

$$N_{\text{тяги}i} = \frac{R_a \cdot V_{pi}}{3,6}. \quad (2.25)$$

$$N_{\text{тяги}1} = \frac{32,5 \cdot 7,45}{3,6} = 67,3 \text{ кВт}.$$

$$N_{\text{тяги}2} = \frac{32,5 \cdot 8,53}{3,6} = 77 \text{ кВт}.$$

$$N_{\text{тяги}3} = \frac{32,5 \cdot 10,08}{3,6} = 91 \text{ кВт}.$$

$$\eta_{T1} = \frac{67,3}{107,8} = 0,62.$$

$$\eta_{T2} = \frac{77}{125,6} = 0,61.$$

$$\eta_{T3} = \frac{91}{151,8} = 0,6.$$

в) коэффициент использования тягового усилия трактора [19]:

$$\eta_{HTi} = \frac{R_{ai}}{P_{\text{тяги}}^n}. \quad (2.26)$$

$$\eta_{HT1} = \frac{32,5}{45} = 0,72.$$

$$\eta_{HT2} = \frac{32,5}{41} = 0,79.$$

$$\eta_{HT3} = \frac{32,5}{33,25} = 0,97.$$

Далее сравниваем полученные значения и определяем скоростной режим работы агрегата: $V_p = 8,53 \text{ км/ч}$, передача II.

Рабочая ширина захвата агрегата определяется по формуле:

$$B_p = B \cdot \beta, \quad (2.27)$$

где β - коэффициент использования конструктивной ширины захвата агрегата (по [19] выбираем $\beta = 0,96$).

$$B_p = 8 \cdot 0,96 = 7,68 \text{ м}.$$

Кинематическая длина агрегата определяется по формуле [19]:

$$l_a = l_{mp} + l_m, \quad (2.28)$$

где l_{mp} , l_m - кинематическая длина трактора и СХМ (принимаем [19]), м.

$$l_a = 2,9 + 2,6 = 5,5 \text{ м}.$$

Длину выезда агрегата принимается равным:

$$e = 0,1 \cdot l_a. \quad (2.29)$$

$$e = 0,1 \cdot 5,5 = 0,55 \text{ м}.$$

Минимальный радиус поворота агрегата определяется по формуле

$$R_{\min} \approx 1,7 B_p. \quad (2.30)$$

$$R_{\min} = 1,7 \cdot 7,68 = 13 \text{ м}.$$

Подготовка комбинированного почвообрабатывающего агрегата к работе.

Подготовка машинно-тракторного агрегата к работе состоит из подготовки самого трактора, сцепки (при составлении многомашинных агрегатов) и СХМ; проверки их технического состояния и комплектности; операции по установке рабочих органов СХМ и их технологической регулировки; процесса присоединения к трактору сцепки (при необходимости) и СХМ и оснащения его дополнительными и вспомогательными устройствами и приспособлениями (при необходимости); процесса проверки работы агрегата на холостом ходу и под нагрузкой.

Подготовка поля к работе комбинированного почвообрабатывающего агрегата

Подготовка поля к работе машинно-тракторного агрегата заключается в осмотре поле, установлении и устранении возможных препятствии нормальной работе агрегат и тем самым снизить качество его работы; организация работы

машинно-тракторного агрегата в поле: обоснование и выбор способа и направления движения агрегата, установление количества и расположения загонов, необходимых для работы агрегата, отбивка поворотных полос; проверка правильности работы агрегата после первого прохода агрегата.

В нашем случае выбираем челночный способ движения агрегата, который будет выполнять грушевидный (петливой) поворот на поворотных полосах в конце рабочего гона.

Произведем расчет следующих кинематических параметров рабочего участка (поля) [19].

Ширина поворотной полосы:

$$E_{\min} = 2,8R + e + d_k, \quad (2.31)$$

где R - радиус поворота агрегата, м;

e - длина выезда агрегата, м;

d_k - кинематическая ширина агрегата, м.

$$E_{\min} = 2,8 \cdot 13 + 0,55 + 3,9 = 40 \text{ м}.$$

Длина рабочего хода агрегата:

$$L_p = L - 2E. \quad (2.32)$$

$$L_p = 1500 - 2 \cdot 40 = 1420 \text{ м}.$$

Длина поворота холостого хода агрегата:

$$L_{xx} = 8R + 2e. \quad (2.33)$$

$$L_{xx} = 8 \cdot 13 + 2 \cdot 0,55 = 105 \text{ м}.$$

Число рабочих ходов агрегата:

$$n_p = \frac{C}{B_p}. \quad (2.34)$$

$$n_p = \frac{800}{7,68} = 104.$$

Число холостых ходов агрегата:

$$n_{xx} = \frac{C}{B_p} - 1. \quad (2.35)$$

$$n_{xx} = 104 - 1 = 103.$$

Коэффициент рабочих ходов агрегата:

$$\varphi = \frac{L_p}{L_p + L_{xx}}. \quad (2.36)$$

$$\varphi = \frac{1420}{1420 + 105} = 0,93.$$

Режим работы комбинированного почвообрабатывающего агрегата.

Произведем расчет эксплуатационных показателей работы комбинированного почвообрабатывающего агрегата [4, 19].

Погектарный расход топлива при выполнении технологического процесса:

$$Q = \frac{G_{T_{cm}}}{W_{cm}}, \quad (2.37)$$

где $G_{T_{cm}}$ - сменный расход топлива, кг/см.

$$G_{T_{cm}} = G_{T_{чд}} \cdot T_{чд} + G_{T_x} \cdot T_x + G_{T_o} \cdot T_o, \quad (2.38)$$

где $G_{T_{чд}}, G_{T_x}, G_{T_o}$ - часовой расход топлива в рабочем режиме, при выполнении поворотов в конце рабочего гона и при остановках агрегата с работающим двигателем трактора (принимается по [19]), кг/ч;

$T_{чд}, T_x, T_o$ - соответственно время, в течение которого агрегат работает на рабочем режиме; время, затрачиваемое на повороты агрегата в концы гона поворотов и время, затрачиваемое на остановки, ч.

$$T_{чд} = n_{\psi} \cdot t_{чд}, \quad (2.39)$$

$$T_x = n_{\psi} \cdot t_x, \quad (2.40)$$

где n_{ψ} - количество проходов (циклов) агрегата за смену;

$t_{чд}$ - время прохождения агрегатом рабочей длины гона в один конец, ч;

t_x - время одного поворота агрегата в конце гона, ч.

Время прохождения агрегатом рабочей длины гона в один конец:

$$t_{чд} = \frac{L_p}{1000 \cdot V_p}. \quad (2.41)$$

$$t_{чд} = \frac{1420}{1000 \cdot 8,5} = 0,164.$$

Время одного поворота агрегата в конце гона:

$$t_x = \frac{L_{xx}}{1000 \cdot V_{xx}}, \quad (2.42)$$

где V_{xx} - скорость движения агрегата на поворотах ($V_{xx} = 6 \text{ км/ч}$).

$$t_x = \frac{105}{1000 \cdot 6} = 0,018 \text{ ч}.$$

Время, затрачиваемое на остановках принимаем равным $T_o = (0,02...0,03) \cdot T_{см} = 0,03 \cdot 7 = 0,21 \text{ ч}$. Время, затрачиваемое на восстановление утомляемости механизатора принимаем равным $T_\phi = (0,04...0,05) \cdot T_{см} = 0,05 \cdot 7 = 0,35 \text{ ч}$.

Количество проходов (циклов) агрегата за смену:

$$n_{\text{ц}} = \frac{T_{см} - (T_o + T_\phi)}{t_{\text{цд}} + t_x}. \quad (2.43)$$

$$n_{\text{ц}} = \frac{7 - (0,21 + 0,35)}{0,16 + 0,018} = 36.$$

$$T_{\text{цд}} = 36 \cdot 0,16 = 5,76 \text{ ч}.$$

$$T_x = 36 \cdot 0,018 = 0,65 \text{ ч}.$$

$$G_{T_{см}} = 28 \cdot 5,76 + 17 \cdot 0,65 + 2,5 \cdot 0,21 = 172,8 \text{ кг}.$$

Производительность агрегата:

$$W_{\text{ц}} = 0,1 \cdot B_p \cdot V_p \cdot \tau, \quad (2.44)$$

где τ - коэффициент использования времени смены.

$$\tau = \frac{T_{\text{цд}}}{T_{см}}. \quad (2.45)$$

$$\tau = \frac{5,76}{7} = 0,82.$$

$$W_{\text{ц}} = 0,1 \cdot 7,68 \cdot 8,5 \cdot 0,82 = 5,2 \text{ га/ч}.$$

Сменная производительность агрегата:

$$W_{см} = W_{\text{ц}} \cdot T_{см}, \quad (2.46)$$

где $T_{см}$ - нормативное время смены, ч (принимаем $T_{см} = 7 \text{ ч}$).

$$W_{см} = 5,2 \cdot 7 = 36,4 \text{ га/смену}.$$

$$Q = \frac{172,8}{36,4} = 4,7 \text{ кг/га}.$$

Затраты энергии:

$$\mathcal{E} = Q \cdot H, \quad (2.47)$$

где H - удельная теплотворная способность топлива, мДж/кг ($H = 44 \text{ мДж / кг}$).

$$\mathcal{E} = 4,7 \cdot 44 = 208,3 \text{ мДж / га}.$$

Количество нормо-смен:

$$N_{см} = \frac{F}{W_{см}}. \quad (2.48)$$

$$N_{см} = \frac{120}{36,5} = 3,3.$$

Затраты труда при работе агрегата:

$$З = \frac{n}{W_q}, \quad (2.49)$$

где n - количество обслуживающих рабочих, чел.

$$З = \frac{n}{W_q} = \frac{1}{5,2} = 0,2 \text{ чел.} \cdot \text{ч / га}.$$

Контроль качества обработки почвы комбинированным почвообрабатывающим агрегатом.

Контроль качества обработки почвы проводится после первого прохода агрегата по полю, в процессе выполнения работы и после ее окончания. Контроль качества проводят тракторист-машинист и приемщик. В качестве приемщика может быть бригадир, агроном и другие. При этом проверяется соблюдение агротехнических требований, предъявляемых к выполнению соответствующей операции.

Контроль качества выполнения операции выполняется с использованием специальных инструментов и приспособлений. Все данные проверки оформляются в учетном листе тракториста-машиниста и по результатам проверки делается заключение о качестве выполнения операции. Если работа выполнена некачественно, то работа бракуется, и она подлежит переделке.

2.4 Безопасность жизнедеятельности в растениеводстве

2.4.1 Характеристика опасных и вредных факторов при выполнении работ в растениеводстве

По данным статистики при выполнении работ в растениеводстве происходят около 35% несчастных случаев и около 26% случаев получения травм от их общего числа в сельскохозяйственном производстве. Большая часть несчастных случаев в растениеводстве происходят при выполнении операции по возделыванию и уборке сельскохозяйственных культур [5].

Большая вероятность возникновения несчастных случаев и получения травм при работе на машинно-тракторных агрегатах с нарушением требований безопасности. К основным таким нарушениям можно отнести наезд техники на людей при пуске двигателя с включенной передачей, сцепке и расцеплении трактора с СХМ, маневрировании техники на небольших площадках, в узких проходах и т. п.

Основными часто причинами несчастных случаев и травм являются захваты развевающейся одежды и даже конечностей открытыми вращающимися частями машин (карданными валами, выгрузными шнеками, измельчающими барабанами и т.п.); выполнение регулировок рабочих органов или устранения их забивания на ходу агрегата, без его остановки и выключения двигателя; ремонт и обслуживание техники без специальных приспособлений, например подставок под жатку; отсутствие или неиспользование средств индивидуальной защиты и другие.

При работе на крупногабаритных агрегатах например, на уборочных машинах, в непосредственной близости линий электропередачи или под ними возможны также электротравмы.

Большинство работ в растениеводстве выполняются на открытом воздухе и на больших площадях при меняющихся погодных условиях: это разного рода атмосферные осадки, изменение температуры окружающего воздуха, скорости ветра и другие. Все эти факторами вызывают нарушение ритма и условий выполнения работы и могут привести к физической и нервно-психической

утомляемости работника и к его неправильным действиям и созданию опасных ситуаций.

Предупреждению появления опасных ситуаций, несчастных случаев и травм при выполнении работ в растениеводстве, способствует соблюдение требований охраны труда и производственной санитарии, а также требований, которые предъявляются к техническому состоянию тракторов, самоходных комбайнов и другой сельскохозяйственной техники.

2.4.2 Требования безопасности при эксплуатации машинно-тракторных агрегатов

Основой безопасной эксплуатации машинно-тракторных агрегатов является их техническое состояние. Для поддержания тракторов и сельскохозяйственных машин в технический исправном состоянии необходимо своевременно проводить техническое обслуживание. При этом в первую очередь проверяют исправность систем, обеспечивающих безопасность эксплуатации. К таким системам относятся механизмы управления трактором (комбайном), тормозная система, системы освещения и сигнализации. Также следует проверять надежность крепления элементов ходовой части машин, исправность предохранительных и сигнализирующих устройств, наличие и исправность защитных ограждений, блокировочных устройств, работу сцепления.

При выполнении транспортных работ или при работе с тяжелыми навесными машинами рекомендуемые давления в шинах тракторов необходимо увеличивать в 1,3...1,5 раза, а для работы на мягком грунте, наоборот, снижать примерно на 10% [5].

В кабине трактора или самоходной машины не должно быть посторонних предметов, затрудняющих управление техникой при движении.

При подготовке сельскохозяйственной техники к работе необходимо особое внимание уделять на наличие и состояние защитных устройств и кожухов на движущихся частях машины. Для очистки рабочих органов СХМ следует применять специальные приспособления. При подготовке трактора для работы с

навесными или полунавесными орудиями необходимо проверить исправность узлов гидросистемы и его работоспособность. При подготовки машин, которые работают от ВОМ трактора, необходимо предварительно проверить его работу на холостом ходу.

При составлении машинно-тракторного агрегата также следует соблюдать требования безопасности. Подъезд трактора к агрегатируемому орудью должно осуществляться задним ходом на малой скорости. При этом нахождение вспомогательного персонала (прицепщика) между приближающимся трактором и агрегатируемой машиной запрещается. Прицепщик может начинать сцепку сельскохозяйственной машины только после полной остановки трактора и сигнала тракториста.

2.4.3 Применение производственной физкультуре при работе тракториста-машиниста

В своей профессиональной деятельности тракторист-машинист должен опираться не только на свои знания и опыт, но должен быть психо-физический подготовлен. Психо-физическая подготовленность рабочего обуславливается рядом качеств, которые основываются на его физические, психические и духовные возможности. К таким качествам человека можно отнести высокую работоспособность, физические и функциональные возможности организма, способность к полному восстановлению утраченных сил за заданный отрезок времени. Эти качества необходимы для быстрой адаптации рабочего к изменениям производственных условий, внешней среды, объёма и интенсивности труда. Поэтому выполнение физических упражнений производственной гимнастики, характерных для каждой профессиональной деятельности, должно быть направлено прежде всего на формирование физических, психических и духовных качеств, которые будут способствовать успешной профессиональной деятельности [11].

Характерные профессиональными заболеваниями трактористов-машинистов являются: остеохондроз, радикулиты, варикозное расширение вен,

хронические бронхопневмонии, облитерирующий эндартериит. В связи с этим предлагается следующая схема построения комплекса упражнений производственной гимнастики для трактористов-машинистов [11]:

1. Упражнения с чередованием напряжения и расслабления;
2. Дыхательная гимнастика.
3. Упражнения на координацию движений;
4. Упражнения для глаз.
5. Упражнения для нижних конечностей.
6. Упражнения для мышц спины.

Таким образом, правильно организованный режим рабочего дня и отдыха с сочетанием комплекса физических упражнений производственной гимнастики в процессе профессиональной деятельности помогает сохранить высокую работоспособность и укрепить здоровье.

2.5 Охрана окружающей среды в сельскохозяйственном производстве

2.5.1 Источники загрязнения окружающей среды в сельскохозяйственном производстве

Основными источниками загрязнения окружающей среды в сельскохозяйственном производстве являются:

1. Применение машинно–тракторных агрегатов.

В настоящее время в сельском хозяйстве используются большое количество тракторов, автомобилей и сельскохозяйственной техники, которые загрязняют окружающую среду и оказывают разрушающее воздействие на ее компоненты, например на почву при ее обработке особенно энергонасыщенными машинами с большой массой и при высокой скорости движения.

3. Ежегодная обработка почвы приводит к развитию эрозии почвы, уплотнению почвы и образованию так называемой плужной подошвы.

4. Применение минеральных и органических удобрений, ядохимикатов для защиты растений от сорняков, вредителей и болезней приводит к

загрязнению воды и почвы их остатками, которые оказывают отрицательное воздействие на живые организмы и на экологическую безопасность в целом.

5. При возделывании и уборки корнеклубнеплодов происходит уплотнение плодородного слоя почвы и вынос земли с поля при транспортировке недостаточно очищенных корнеклубнеплодов.

6. Производственные процессы в животноводстве также оказывают отрицательное воздействие на окружающую среду, т.к. вода и почва загрязняется навозом, атмосфера – газами и пылью, которые образуются в процессе жизнедеятельности животных и разложения навоза.

Очевидно, что экологических проблем в сельскохозяйственном производстве много. Существуют много методов решения этих проблем, однако это требует больших финансовых затрат.

2.5.2 Охрана окружающей среды в растениеводстве

При возделывании сельскохозяйственных культур, в том числе и озимой пшеницы основными факторами загрязнения окружающей среды является применение минеральных и органических удобрений, а также ядохимикатов для борьбы с сорными растениями, болезнями и вредителями. При проведении опрыскивания химические препараты могут быть разнесены с водой и ветром и попасть на другие растения, животные и человека.

При планировании и разработке технологических процессов по возделыванию сельскохозяйственных культур, необходимо предусматривать мероприятия по защите окружающей среды. К таким мероприятиям относятся следующие:

- необходимо вести строгий учет земельного фонда и использовать его только по прямому назначению;
- оптимизировать структуру посевных площадей с применением научно-обоснованных севооборотов, в которых включены культуры, способствующие поддержанию и улучшению физического состояния почв и их плодородия;

- разработка мероприятий, способствующих сохранению и увеличению плодородия почвы;
- внедрение зональных систем обработки почвы с учетом его плодородия и наличия эрозионных процессов;
- на эрозионно-опасных участках проведение агротехнических противоэрозионных мероприятий;
- разработка и внедрение прогрессивных технологии возделывания сельскохозяйственных культур;
- внедрение системы агролесомелиоративных мероприятий;
- отказ от устаревших агротехнических приемов, наносящих ущерб окружающей среде (выжигание стерни, травы и др.);
- утилизация отходов переработки сельскохозяйственной продукции;
- соблюдение требований к хранению, транспортированию и использованию химических средств защиты растений и удобрений. Не допускать их смыва с полей в водоисточники и чрезмерное накопление в продукции;
- применение комбинированных почвообрабатывающих агрегатов, способствующих сокращению числа проходов агрегатов по полю и тем самым способствующих снижению уплотнения почвенного слоя и разрушению его структуры;
- полная заделка в почву растительных остатков и органических удобрений, особенно на легких почвах.

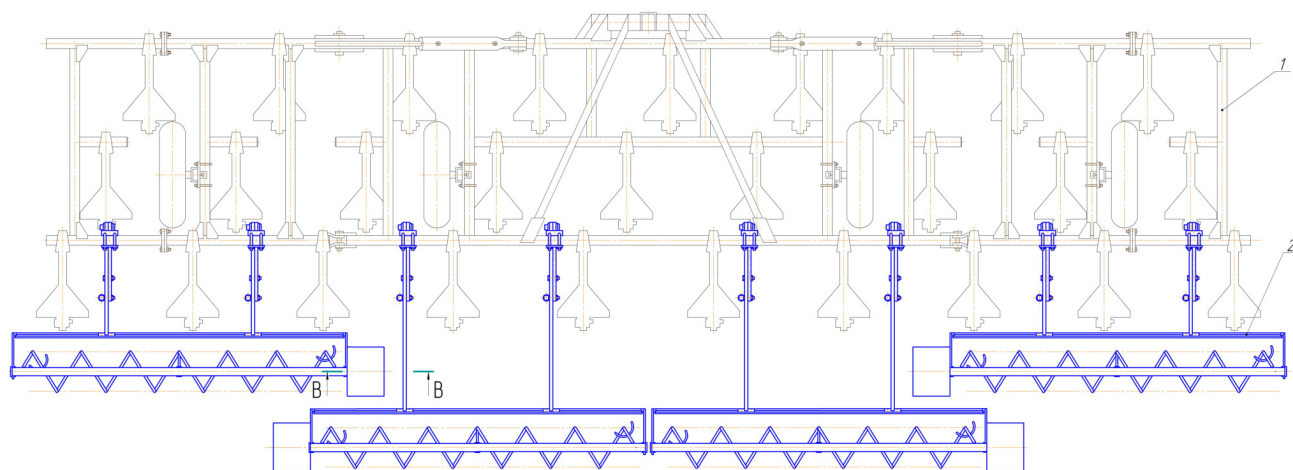
Выполнение всех этих требований способствует уменьшению отрицательных воздействий вредных факторов сельскохозяйственного производства на окружающую среду.

3 КОНСТРУКТОРСКАЯ ЧАСТЬ

3.1 Описание предлагаемой конструкции комбинированного почвообрабатывающего агрегата

Комбинированный почвообрабатывающий агрегат предназначен для предпосевной обработки при одновременном рыхлении почвы на глубины до 12 см, подрезании сорных растений, разрушении комков и выравнивании поверхности почвы.

Схема предлагаемого комбинированного почвообрабатывающего агрегата представлена на рисунке 3.1.



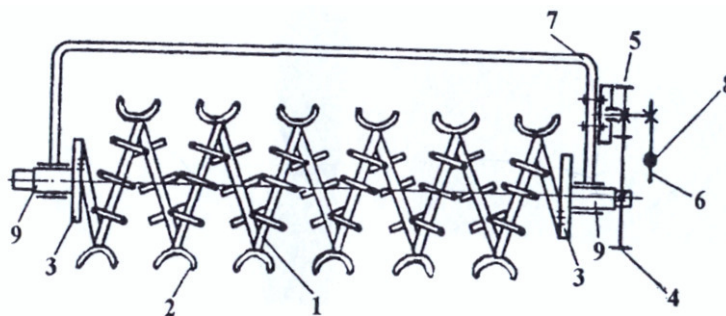
1 – культиватор КШУ-8; 2 – ротационный рыхлитель

Рисунок 3.1 - Комбинированный почвообрабатывающий агрегат

Комбинированный почвообрабатывающий агрегат включает в себя широкозахватный культиватор КШУ-8 и четыре ротационных рыхлителя шириной захвата 2 м.

Рассмотрим отдельно устройство и принцип работы ротационного рыхлителя почвы, схема которого представлена на рисунке 3.2.

					ВКР.35.03.06.089.18.КПА.00.00.00		
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата			
Разраб.	Гадиев Л.Р.				Агрегат комбинированный почвообрабатывающий		
Провер.	Салахов И.М.						
Н. контр.	Салахов И.М.				Лит. Лист Листов 1 15		
Утв.	Адигамов Н.Р.						
					КазГАУ каф. ЭиРМ 241 группа		



1 – спираль; 2 – зубья; 3 – ступица; 4 – ведущее колесо; 5 – шестерня;
6 – автовибратор; 7 – рама; 8 – дебаланс; 9 – ось.

Рисунок 3.2 - Схема ротационного рыхлителя с автовибратором

Ротационный рыхлитель состоит из рамы 7, на которую установлен автовибратор 6. На раме свободно могут вращаться на своих осях 9 ступицы 3, которые жестко соединены со спиралью 1 с эвольвентными зубьями 2, которые установлены под углом 90^0 . Автовибратор представляет собой одноступенчатую зубчатую передачу с передаточным отношением $i = 3$, ведомая шестерня 5 которого соединена с дебалансом 8, а ведущее колесо 4 соединен с одной из ступиц спирали 1.

Принцип работы ротационного рыхлителя с автовибратором заключается в следующем. При движении агрегата зубья 2 внедряются в почву и тем самым приводят во вращение спираль 1. Вращение спирали через ступицу 3, ведущее колесо 4 и шестерню 5 передается дебалансу 8. При вращении дебаланс создает вибрацию барабана и соответственно спирали, что позволяет зубьям 2 лучше внедриться в почву и очиститься от налипшей почвы. Регулирование силы инерции автовибратора, частоту и амплитуду вибрации спирали осуществляется изменением массы дебаланса и передаточного отношения зубчатый пары.

Таким образом, эвольвентные зубья установленные на витках спирали, производят рыхление поверхностного слоя почвы, разрушают комки и выравнивают поверхность поля как в продольном, так и поперечном направлениях.

Ротационный рыхлитель может использоваться как дополнительное приспособление к культиваторам типа «КПС», «КШУ» в один или два следа. В случае установки спиральнозубовых барабанов в два следа навивку на одном барабане делают правую, а на другом левую. В односледном варианте используют барабаны с одинаковой навивкой спиралей. Установка зубьев с наклоном относительно радиуса барабана способствует лучшему заглублению и дополнительному разрушению комков о зубья.

Такая конструкция работает следующим образом: зубья проникают в предварительно взрыхленную лапами культиваторами почву с ударом и вибрацией и разрушают комки; витки спирали производят выравнивание поверхности почвы и частичное ее уплотнение. В зависимости от физико-механических свойств обрабатываемой почвы ротационный рыхлитель можно устанавливать под различным углом атаки, а также изменять силу инерции массой и плечом дебаланса, добиваясь необходимого качества крошения почвы и выравнивания поверхности почвы.

3.2 Определение параметров ротационного рыхлителя

Ротационный рабочий орган при работе совершает сложное движение в пространстве, траектории которого описываются следующими уравнениями [17]:

$$x_{\phi} = R(\alpha - \sin \alpha); \quad y_{\phi} = R(1 - \cos \alpha); \quad z_{\phi} = \pm R \cdot \arctg \varepsilon_0; \quad (3.1)$$

$$x_a = R(\alpha - \sin \alpha \cos \alpha); \quad y_a = R(1 - \cos \alpha); \quad z_a = \pm R(\arctg \varepsilon_0 + \sin \gamma \sin \alpha); \quad (3.2)$$

$$\dot{x}_{\phi} = R(\alpha / \lambda - \sin \alpha); \quad \dot{y}_{\phi} = R(1 - \cos \alpha); \quad \dot{z}_{\phi} = \pm R \cdot \arctg \varepsilon_0; \quad (3.3)$$

$$\dot{x}_a = R(\alpha / \lambda - \sin \alpha \cos \gamma); \quad \dot{y}_a = R(1 - \cos \alpha); \quad \dot{z}_a = \pm R(\arctg \varepsilon_0 + \sin \gamma \sin \alpha), \quad (3.4)$$

где R - радиус барабана, м;

α - угол поворота, град;

ε_0 - угол подъема витка спирали, град;

γ - угол атаки, град;

					ВКР.35.03.06.089.18.КПА.00.00.00	Лист
Изм.	Лист	№ док.	Подпись	Дата		3

$\lambda = V_o / V_n$ - скоростной параметр (V_n, V_o - поступательная скорость движения и окружная скорость конца рабочего органа, м/с).

Первое уравнение описывает движение спиральнозубового рабочего органа, установленного фронтально и катящегося без скольжения ($\lambda = 1, \gamma = 0$); второе – рабочего органа. Установленного афронтально ($\lambda = 1, \gamma = \gamma_1$). Третье и четвертое уравнение описывают движение того же рабочего органа катящегося со скольжением, т.е. $\lambda \neq 1$. Знак плюс – для правого направления навивки, а знак минус – для левого.

Диаметр барабана (по концам зубьев) определяется по формуле [17]:

$$D = D_0 + 2h_1, \quad (3.5)$$

где D_0 - диаметр спирали, м (принимается равным 0,27 м).

h_1 - глубина обработки, м.

$$D = 0,27 + 2 \cdot 0,05 = 0,37 \text{ м}.$$

Шаг винта (спирали) определяется по формуле [20]:

$$h = \pi \cdot D \cdot \operatorname{tg} \varepsilon_0. \quad (3.6)$$

Согласно опытным данным $\varepsilon_0 = 5 \dots 8^\circ$ []. Принимаем $\varepsilon_0 = 6^\circ$.

Тогда $h = 3,14 \cdot 0,37 \cdot \operatorname{tg} 6 = 0,11 \text{ м}$. Принимаем $h = 0,1 \text{ м}$.

Подача S на один зуб определяется из условия получения одинаковой по качеству обработки почвы по всей ширине захвата барабана. Это требование соблюдается когда $S = h = 2h_1$.

При выполнении этого равенства развертка зубьев поверхности барабана в плоскости поля представляет многозаходный винт с квадратным расположением следов от соседних четырех зубьев.

$$S = 2 \cdot 0,05 = 0,1 \text{ м}.$$

Число зубьев на одном витке спирали определяется по формуле [20]:

$$m = \frac{\pi \cdot D}{h \cdot \cos^2 \varepsilon_0}. \quad (3.7)$$

$$m = \frac{3,14 \cdot 0,37}{0,1 \cdot \cos^2 6} = 11,7. \text{ Принимаем } m = 11.$$

					ВКР.35.03.06.089.18.КПА.00.00.00	Лист
Изм.	Лист	№ док-м.	Подпись	Дата		4

3.3 Обоснование формы эвольвентного зуба

Рабочие органы (долота, полевые крючки, зубья и т.п.) ротационных почвообрабатывающих машин БИГ-3, МВН-2,8, ВИП-5,6, БМШ-15 и другие имеют различную форму, хотя назначение их одинаковое. К тому же рабочие органы этих орудий часто залипают почвой и забиваются растительными остатками, особенно при работе на влажных и сильно засоренных почвах [20].

Рабочие органы на барабанах указанных орудий установлены радиально, а потому интенсивность ударов зубом или долотом изменяется в радиальном направлении прямо пропорционально расстоянию точек зуба от центра вращения барабана. Следовательно, сила удара по длине зуба различна и изнашивание его равномерно.

При расчете эвольвентного зуба, т.е. с постоянным ударным воздействием, за исходные данные принимают радиус барабана R , угол стреловидности γ_1 , радиус спирали $\rho_0 = R_0$ для крепления рабочих органов.

Начальный угол $\varphi_0 = \frac{\pi}{2} - \gamma_1 = 45^\circ$, где $\gamma_1 = 45^\circ$.

Находим значения угла θ_i по формуле [17]:

$$\theta_i = (tg \varphi - \varphi) - (tg \varphi_0 - \varphi_0). \quad (3.8)$$

При $\varphi_1 = \varphi_0 + \Delta\varphi = 45^\circ + 2^\circ = 47^\circ$ - $\theta_1 = (tg 47^\circ - 47^\circ) - (tg 45^\circ - 45^\circ) = 2,2^\circ$.

При $\varphi_2 = \varphi_0 + \Delta\varphi_1 = 45^\circ + 5^\circ = 50^\circ$ - $\theta_1 = (tg 50^\circ - 50^\circ) - (tg 45^\circ - 45^\circ) = 6^\circ$.

Рассчитываем значения ρ_i (для определения профиля эвольвентного зуба) по формуле [17]:

$$\rho_i = \rho_0 \cdot \cos \varphi_0 / \cos \varphi_i. \quad (3.9)$$

При $\varphi_0 = 0$ $\rho_i = \rho_0 = 0,135 м$.

При $\varphi_1 = 47^\circ$ $\rho_i = 0,135 \cdot \cos 45^\circ / \cos 47^\circ = 0,14 м$.

При $\varphi_1 = 50^\circ$ $\rho_i = 0,135 \cdot \cos 45^\circ / \cos 50^\circ = 0,148 м$.

Аналогично определяются и другие значения ρ_i до величины, равной R .

					ВКР.35.03.06.089.18.КПА.00.00.00	Лист
Изм.	Лист	№ док-м.	Подпись	Дата		5

Имея расчетные данные, приступают к графическому построению профиля эвольвентного зуба. Из центра координат, за который принимают ось барабана, проводят лучи через углы θ_i и на них откладывают значения радиуса ρ_i , начиная с $\rho_0 = 0,135 \text{ м}$. После построения линии рабочей кромки, откладывают ширину зуба и получают профиль эвольвентного зуба.

3.4 Расчет параметров автовибратора

Исходные данные к расчету параметров автовибратора: скорость $V_n = 3 \text{ м/с}$ и передаточное отношение $i = 3$.

Угловая скорость барабана определяется по формуле:

$$\omega_{\delta} = \frac{V_n \cdot \cos \gamma}{R}, \quad (3.10)$$

где R - радиус барабана, м.

$$\omega_{\delta} = \frac{3 \cdot \cos 0}{0,185} = 16,2 \text{ с}^{-1}.$$

Окружная скорость барабана определяется по формуле:

$$V_o = \omega_{\delta} \cdot R. \quad (3.11)$$

$$V_o = 16,2 \cdot 0,185 = 3 \text{ м/с}.$$

Частота вращения барабана определяется по формуле:

$$n_{\delta} = \frac{30 \cdot \omega_{\delta}}{\pi}. \quad (3.12)$$

$$n_{\delta} = \frac{30 \cdot 16,2}{3,14} = 154,7 \text{ мин}^{-1}.$$

Ускорение барабана определяется по формуле:

$$a_{\delta} = R \cdot \omega_{\delta}^2. \quad (3.13)$$

$$a_{\delta} = 0,185 \cdot 16,2^2 = 48,5 \text{ м/с}^2.$$

При передаточном отношении $i = 3$ частота вращения дебаланса $\omega_{\delta} = 16,2 \cdot 3 = 48,6 \text{ с}^{-1}$ или частота вращения дебаланса $n_{\delta} = 154,7 \cdot 3 = 464,1 \text{ мин}^{-1}$.

					ВКР.35.03.06.089.18.КПА.00.00.00	Лист
Изм.	Лист	№ док-м.	Подпись	Дата		6

Длина волны вибрации (импульса) определяется по формуле [17]:

$$l_{\theta} = \frac{2 \cdot \pi \cdot V_n}{\omega_{\theta}}. \quad (3.14)$$

$$l_{\theta} = \frac{2 \cdot 3,14 \cdot 3}{48,6} = 0,38 \text{ м.}$$

Время одного импульса определяется по формуле [17]:

$$T = \frac{2 \cdot \omega_{\theta}}{\omega_{\theta}}. \quad (3.15)$$

$$T = \frac{2 \cdot 3,14}{48,6} = 0,13 \text{ с.}$$

Сила инерции определяется по формуле [17]:

$$F_{ин} = m_1 \cdot r_1 \cdot \omega_{\theta}^2, \quad (3.16)$$

где m_1 - масса дебаланса,

r_1 - радиус установки дебаланса относительно оси его вращения, м.

Массу дебаланса выбирают из условия, сила инерции была больше равнодействующей сил сопротивления зубьев в почве, т.е. $F_{ин} > R_o$. Экспериментальными исследованиями установлено, что сопротивление винтозубового барабана захватом 2 м $R_o = 1,8...4,4 \text{ кН}$ или $0,9...2,2 \text{ кН/м}$ в зависимости от угла атаки и скорости поступательного движения [17].

Принимаем $R_o = 3 \text{ кН}$. Тогда $F_{ин} \geq 3000 \text{ Н}$.

Масса дебаланса равняется:

$$m_1 = \frac{F_{ин}}{\omega_{\theta}^2 \cdot r_1} = \frac{3000}{48,6^2 \cdot 0,125} = 10,2 \text{ Н} (\approx 1,1 \text{ кг}).$$

Перемещением дебаланса массой 1,1 кг в пределах 0...0,125 м изменяют силу инерции от 0 до 3 кН, а следовательно, и амплитуду.

Момент инерции барабана определяется по формуле:

$$M_{ин} = F_{ин} \cdot l_{\theta}. \quad (3.17)$$

$$M_{ин} = 3 \cdot 2 = 6 \text{ кНм}.$$

3.5 Расчет зубчатой передачи автовибратора

1. Выбор материала зубчатых колес.

Выбираем материал зубчатых колес – Сталь 35; термообработка зубьев нормализация. Твердость заготовки 163...292 НВ, $\sigma_H=550$ Н/мм², $\sigma_T=270$ Н/мм², $\sigma_{-1}=235$ Н/мм² по [1, 3].

2. Коэффициент долговечности зубьев шестерни и колеса определяется по формуле [3]:

$$K_{HL} = \sqrt[6]{\frac{N_{H0}}{N}}, \quad (3.18)$$

где N_{H0} - число циклов перемены напряжений, соответствующее пределу выносливости (принимается по [3])

N - число циклов перемены напряжений за весь срок службы.

$$N = 573 \cdot \omega \cdot L, \quad (3.19)$$

где ω - угловая скорость соответствующего вала, с⁻¹;

L - срок службы, ч.

$$N_1 = 573 \cdot 48,6 \cdot 1520 = 42,3 \text{ млн. циклов};$$

$$N_2 = 573 \cdot 16,2 \cdot 1520 = 14,1 \text{ млн. циклов}.$$

$$K_{HL1} = \sqrt[6]{\frac{36,4}{42,3}} = 1.$$

$$K_{HL2} = \sqrt[6]{\frac{36,4}{14,1}} = 1,15.$$

3. Допускаемые контактные напряжения зубьев шестерни и колеса определяется по формуле [3]:

$$[\sigma]_H = K_{HL} \cdot [\sigma]_{H0}, \quad (3.20)$$

где $[\sigma]_{H0}$ - допустимое контактное напряжение, соответствующее пределу контактной выносливости (принимается по [3]).

$$[\sigma]_{H1} = 1 \cdot 697 = 697 \text{ Н / мм}^2.$$

$$[\sigma]_{H2} = 1,15 \cdot 697 = 801 \text{ Н / мм}^2.$$

					ВКР.35.03.06.089.18.КПА.00.00.00	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		8

4. Допускаемые напряжения изгиба зубьев шестерни и колеса определяется по формуле [3]:

$$[\sigma]_F = K_{FL} \cdot [\sigma]_{F0}, \quad (3.21)$$

где $[\sigma]_{F0}$ - допустимое напряжение изгиба, соответствующее пределу изгибной выносливости (принимается по [1]).

$$K_{FL} = \sqrt[6]{\frac{N_{F0}}{N}}, \quad (3.22)$$

где N_{F0} - число циклов перемены напряжений, соответствующее пределу выносливости ($N_{F0} = 4 \cdot 10^6$).

5. Межосевое расстояние определяется по формуле:

$$a_w \geq K_a \cdot (i+1) \cdot \sqrt[3]{\frac{T \cdot 10^3}{\psi_a \cdot i^2 \cdot [\sigma]_H^2}} \cdot K_{H\beta}, \quad (3.23)$$

где K_a - вспомогательный коэффициент (для прямозубых передач $K_a = 49,5$);

T - вращающий момент на валу, Нм;

ψ_a - коэффициент ширины венца колеса (принимается равным 0,2);

$K_{H\beta}$ - коэффициент неравномерности нагрузки по длине зуба.

$$a_w \geq 49,5 \cdot (3+1) \cdot \sqrt[3]{\frac{104 \cdot 10^3}{0,2 \cdot 3^2 \cdot 697^2}} \cdot 1 = 96,1 \text{ мм. Принимаем } a_w = 100 \text{ мм.}$$

6. Модуль зацепления определяется по формуле [3]:

$$m \geq \frac{2 \cdot K_m \cdot T \cdot 10^3}{d_2 \cdot b_2 \cdot [\sigma]_F}, \quad (3.24)$$

где K_m - вспомогательный коэффициент (для прямозубых передач $K_m = 6,8$);

d_2 - делительный диаметр колеса, мм;

b_2 - ширина венца колеса, мм;

$[\sigma]_F$ - допустимое напряжение изгиба материала колеса, Н/мм².

$$d_2 = \frac{2 \cdot a_w \cdot i}{i+1} = \frac{2 \cdot 100 \cdot 3}{3+1} = 150 \text{ мм. } b_2 = \psi_a \cdot a_w = 0,2 \cdot 100 = 20 \text{ мм.}$$

$$m \geq \frac{2 \cdot 6,8 \cdot 104 \cdot 10^3}{150 \cdot 20 \cdot 16,4 \cdot 10^3} = 0,02 \text{ мм. Принимаем } m = 2 \text{ мм.}$$

					ВКР.35.03.06.089.18.КПА.00.00.00	Лист
Изм.	Лист	№ док-м.	Подпись	Дата		9

7. Суммарное число зубьев определяется по формуле [3]:

$$z_{\Sigma} = z_1 + z_2 = \frac{2 \cdot a_w}{m}. \quad (3.25)$$

$$z_{\Sigma} = \frac{2 \cdot 100}{2} = 100. \quad z_1 = \frac{a_w}{1+i} = \frac{100}{1+3} = 20. \text{ Принимаем } z_1 = 25.$$

$$z_2 = z_{\Sigma} - z_1 = 100 - 25 = 75.$$

8. Основные геометрические параметры передачи определяется по следующим формулам [3]:

$$\text{Делительный диаметр:} \quad d = m \cdot z \quad (3.26)$$

$$d_1 = 2 \cdot 25 = 50 \text{ мм.} \quad d_2 = 2 \cdot 75 = 150 \text{ мм.}$$

$$\text{Диаметр вершин зубьев:} \quad d_a = d + 2 \cdot m \quad (3.27)$$

$$d_{a1} = 50 + 2 \cdot 2 = 54 \text{ мм.} \quad d_{a2} = 150 + 2 \cdot 2 = 154 \text{ мм.}$$

$$\text{Диаметр впадин зубьев:} \quad d_f = d - 2,4 \cdot m \quad (3.28)$$

$$d_{f1} = 50 - 2,4 \cdot 2 = 45,2 \text{ мм.} \quad d_{f2} = 150 - 2,4 \cdot 2 = 145,2 \text{ мм.}$$

$$\text{Ширина венца:} \quad b_1 = b_2 + (2 \dots 4) \quad (3.29)$$

$$b_1 = 20 + 4 = 24 \text{ мм.}$$

3.6 Экономическое обоснование конструкции

Целью экономического обоснования является установление экономической эффективности конструкции разработанного комбинированного почвообрабатывающего агрегата.

Для сравнения технико-экономических показателей разработанной конструкции выбираем существующий агрегат Т-150К+АП-6.

Балансовая стоимость разработанного агрегата определяется по следующей формуле [2]:

$$C_{Б1} = \frac{C_{Б0} \cdot G_1 \cdot \delta}{G_0}, \quad (3.30)$$

где $C_{Б1}$, $C_{Б0}$ - балансовая стоимость разработанного и существующего агрегата, тыс.руб;

					ВКР.35.03.06.089.18.КПА.00.00.00	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		10

G_1, G_0 - масса разработанного и существующего агрегата, кг;

δ - коэффициент удешевления или удорожания конструкции агрегата.

Масса агрегата определяется по формуле:

$$G = (G_k + G_r) \cdot k, \quad (3.31)$$

где G_k - масса сконструированных деталей, кг;

G_r - масса готовых деталей, кг;

k - коэффициент учитывающий массу расходуемых материалов.

$$G = (1900 + 4 \cdot 150) \cdot 1,1 = 2750 \text{ кг}.$$

$$C_{Б1} = \frac{800000 \cdot 2750 \cdot 1,0}{3200} = 687500 \text{ руб.}$$

Далее произведем расчет технико-экономических показателей сравниваемых агрегатов.

Таблица 3.1 - Данные для расчета технико-экономических показателей

Наименование показателей	Значение	
	по базовому варианту	по проектируемому варианту
1. Агрегатируется с трактором	Т-150К	Т-150К
2. Наименование машины	АП-6	КШУ-8
3. Наименование приспособления	-	4РР-2
4. Ширина захвата, м	6	8
5. Производительность, га/ч	4,4	5,2
6. Потребная мощность, кВт (л.с.)	121(165)	121(165)
7. Масса, кг		
трактора	7750	7750
машины	3200	2750
8. Балансовая стоимость, тыс.руб.		
трактора	1500000	1500000
машины	800000	687500
9. Количество обслуживающего персонала, чел.	1	1
10. Норма амортизации, %		
трактора	12,5	12,5
машины	14,2	14,2
11. Норма затрат на ремонт и ТО, %		
трактора	17,9	17,9
машины	12,5	12,5
12. Нормативная годовая загрузка, час		
трактора	1300	1300
машины	210	210

Технико-экономические показатели определяются по следующим формулам [2]:

Энергоемкость выполнения технологической операции:

$$\mathcal{E}_e = \frac{N_e}{W_{\text{ч}}}, \quad (3.32)$$

где N_e - потребляемая мощность, кВт;

$W_{\text{ч}}$ - часовая производительность агрегата, га/ч.

$$\mathcal{E}_{e0} = \frac{121}{4,2} = 28,8 \text{ кВт} \cdot \text{час} / \text{га}.$$

$$\mathcal{E}_{e1} = \frac{121}{5,2} = 23,3 \text{ кВт} \cdot \text{час} / \text{га}.$$

Металлоемкость выполнения технологической операции:

$$M_e = \frac{G_{\text{тр}}}{W_{\text{ч}} \cdot T_{\text{год}}^{\text{тр}} \cdot T_{\text{сл}}^{\text{тр}}} + \frac{G_{\text{схм}}}{W_{\text{ч}} \cdot T_{\text{год}}^{\text{схм}} \cdot T_{\text{сл}}^{\text{схм}}}, \quad (3.33)$$

где $G_{\text{тр}}$, $G_{\text{схм}}$ - масса соответственно трактора и машины, кг;

$T_{\text{год}}^{\text{тр}}$, $T_{\text{год}}^{\text{схм}}$ - годовая загрузка соответственно трактора и машины, час;

$T_{\text{сл}}^{\text{тр}}$, $T_{\text{сл}}^{\text{схм}}$ - срок службы соответственно трактора и машины, лет.

$$M_{e0} = \frac{7750}{4,2 \cdot 1300 \cdot 8} + \frac{3200}{4,2 \cdot 210 \cdot 7} = 0,69 \text{ кг} / \text{га}.$$

$$M_{e1} = \frac{7750}{5,2 \cdot 1300 \cdot 8} + \frac{2750}{5,2 \cdot 210 \cdot 7} = 0,50 \text{ кг} / \text{га}.$$

Фондоемкость выполнения технологической операции:

$$F_e = \frac{C_{\text{Бтр}}}{W_{\text{ч}} \cdot T_{\text{год}}^{\text{тр}} \cdot T_{\text{сл}}^{\text{тр}}} + \frac{C_{\text{Бсхм}}}{W_{\text{ч}} \cdot T_{\text{год}}^{\text{схм}} \cdot T_{\text{сл}}^{\text{схм}}}, \quad (3.34)$$

где $C_{\text{Бтр}}$, $C_{\text{Бсхм}}$ - балансовая стоимость соответственно трактора и машины, руб.

$$F_{e0} = \frac{1500000}{4,2 \cdot 1300 \cdot 8} + \frac{800000}{4,2 \cdot 210 \cdot 7} = 164 \text{ руб} / \text{га}.$$

$$F_{e1} = \frac{1500000}{5,2 \cdot 1300 \cdot 8} + \frac{687500}{5,2 \cdot 210 \cdot 7} = 117,6 \text{ руб} / \text{га}.$$

					ВКР.35.03.06.089.18.КПА.00.00.00	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		12

Трудоемкость выполнения технологической операции:

$$T_e = \frac{n_{обсл}}{W_q}, \quad (3.35)$$

где $n_{обсл}$ - количество работников обслуживающих агрегат, чел.

$$T_{e0} = \frac{1}{4,2} = 0,24 \text{ чел.} \cdot \text{час} / \text{га}$$

$$T_{e1} = \frac{1}{5,2} = 0,19 \text{ чел.} \cdot \text{час} / \text{га}.$$

Себестоимость выполнения технологической операции:

$$C_{\Sigma} = C_{зп} + C_{ТСМ} + C_{РТО} + A, \quad (3.36)$$

где $C_{зп}$ - затраты на оплату труда работникам, руб/га;

$C_{ТСМ}$ - затраты на топливо-смазочные материалы, руб/га;

$C_{РТО}$ - затраты на ремонт и техническое обслуживание агрегата, руб/га;

A - амортизационные отчисления, руб/га.

Затраты на оплату труда работникам определяется по формуле:

$$C_{зп} = z \cdot T_e, \quad (3.37)$$

где z - тарифная ставка, руб/чел.-ч.

$$C_{зп0} = 85,3 \cdot 0,24 = 20,5 \text{ руб} / \text{га}.$$

$$C_{зп1} = 85,3 \cdot 0,19 = 16,2 \text{ руб} / \text{га}.$$

Затраты на топливо-смазочные материалы определяется по формуле:

$$C_{ТСМ} = C_{\kappa} \cdot g_m, \quad (3.38)$$

где C_{κ} - комплексная цена дизельного топлива, руб/кг;

g_m - норма расхода топлива, кг/га.

$$C_{ТСМ0} = 40 \cdot 5,0 = 200 \text{ руб} / \text{га}.$$

$$C_{ТСМ1} = 40 \cdot 4,7 = 188 \text{ руб} / \text{га}.$$

Затраты на ремонт и техническое обслуживание агрегата определяется по формуле:

$$C_{РТО} = \frac{C_{Бпр} \cdot H_{РТО}^{пр}}{100 \cdot W_q \cdot T_{год}^{пр}} + \frac{C_{Бсхм} \cdot H_{РТО}^{схм}}{100 \cdot W_q \cdot T_{год}^{схм}}, \quad (3.39)$$

					ВКР.35.03.06.089.18.КПА.00.00.00	Лист
Изм.	Лист	№ док-м.	Подпись	Дата		13

где H_{PTO} - норма затрат на ремонт и техническое обслуживание агрегата, %.

$$C_{PTO0} = \frac{1500000 \cdot 17,9}{100 \cdot 4,2 \cdot 1300} + \frac{800000 \cdot 12,5}{100 \cdot 4,2 \cdot 210} = 162,5 \text{ руб / га} .$$

$$C_{PTO1} = \frac{1500000 \cdot 17,9}{100 \cdot 5,2 \cdot 1300} + \frac{687500 \cdot 12,5}{100 \cdot 5,2 \cdot 210} = 118,4 \text{ руб / га} .$$

Амортизационные отчисления определяется по формуле:

$$A = \frac{C_{Бтр} \cdot a_{тр}}{100 \cdot W_q \cdot T_{год}^{тр}} + \frac{C_{Бсхм} \cdot a_{схм}}{100 \cdot W_q \cdot T_{год}^{схм}} , \quad (3.40)$$

где a - норма амортизационных отчисления, %.

$$A_0 = \frac{1500000 \cdot 12,5}{100 \cdot 4,2 \cdot 1300} + \frac{800000 \cdot 14,2}{100 \cdot 4,2 \cdot 210} = 163,1 \text{ руб / га} .$$

$$A_1 = \frac{1500000 \cdot 12,5}{100 \cdot 5,2 \cdot 1300} + \frac{687500 \cdot 14,2}{100 \cdot 5,2 \cdot 210} = 117,1 \text{ руб / га} .$$

Суммируем полученные значения составляющих себестоимости выполнения технологической операции:

$$C_{\Sigma 0} = 20,5 + 200 + 162,5 + 163,1 = 546,1 \text{ руб / га} .$$

$$C_{\Sigma 1} = 16,2 + 188 + 118,4 + 117,1 = 439,7 \text{ руб / га} .$$

Приведенные затраты на выполнение технологической операции определяются по формуле:

$$C_{прив} = C_{\Sigma} + E_H \cdot F_e , \quad (3.41)$$

где E_H - нормативный коэффициент эффективности капитальных вложений ($E_H = 0,15$);

F_e - фондоемкость выполнения технологической операции, руб/га.

$$C_{прив0} = 546,1 + 0,15 \cdot 164 = 570,7 \text{ руб / га} .$$

$$C_{прив1} = 439,7 + 0,15 \cdot 117,6 = 457,3 \text{ руб / га} .$$

Годовая экономия:

$$\mathcal{E}_{год} = (C_{\Sigma 0} - C_{\Sigma 1}) \cdot W_q \cdot T_{год} . \quad (3.42)$$

$$\mathcal{E}_{год} = (546,1 - 439,7) \cdot 5,2 \cdot 210 = 116188,8 \text{ руб} .$$

					ВКР.35.03.06.089.18.КПА.00.00.00	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		14

Годовой экономический эффект:

$$E_{год} = \mathcal{E}_{год} - \Delta K \cdot E_H, \quad (3.43)$$

где ΔK - дополнительные вложения (разность балансовых стоимостей сравниваемых агрегатов), руб.

$$E_{год} = 116188,8 - (800000 - 687500) \cdot 0,15 = 99313,8 \text{ руб.}$$

Срок окупаемости дополнительных капитальных вложений:

$$T_{ок} = \frac{C_{Б1} - C_{Б0}}{\mathcal{E}_{год}}. \quad (3.44)$$

$$T_{ок} = \frac{800000 - 687500}{116188,8} = 0,96 \text{ лет.}$$

Коэффициент эффективности дополнительных капитальных вложений:

$$E_{эф} = \frac{1}{T_{ок}}. \quad (3.45)$$

$$E_{эф} = \frac{1}{0,96} = 1,04.$$

Все полученные значения технико-экономических показателей сравниваемых агрегатов сведены в таблицу 3.2.

Таблица 3.2 – Сравнительная оценка технико-экономических показателей эффективности агрегатов

Наименование	Варианты		Проектируемый в % к базовому
	базовый	проектируемый	
1. Часовая производительность, га/ч	4,2	5,2	123
2. Фондоемкость, руб/га	164	117,6	71
3. Энергоемкость, кВт ч/га	28,8	23,3	80
4. Металлоемкость, кг/га	0,69	0,50	72
5. Трудоемкость, чел.ч/га	0,24	0,19	79
6. Себестоимость работы, руб/га	546,1	439,7	80
7. Приведенные затраты, руб/га	570,7	457,3	80
8. Годовая экономия, руб	-	116188,8	-
9. Годовой экономический эффект, руб	-	99313,8	-
10. Срок окупаемости капитальных вложений, лет	-	0,96	-
11. Коэффициент эффективности капитальных вложений	-	1,04	-

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. В данной работе проведен обзор вопросов значения озимой пшеницы для народного хозяйства нашей страны, рассмотрены особенности ее возделывания в условиях Республики Татарстан, а также определены основные требования к возделыванию озимой пшеницы с учетом ее биологических особенностей. На основе анализа установлено, что выбор технологии возделывания озимой пшеницы зависит от природно-климатических условий региона, используемой техники и назначения применяемых технологических операций и приемов.

2. Предлагается технология возделывания озимой пшеницы предназначена для хозяйств, которые ограниченно обеспечены ресурсами и ориентирована на максимальное использование естественного плодородия почвы и биологических ресурсов, применение минеральных удобрений и химических средств защиты растений.

3. Проведен анализ и обзор конструкции комбинированных почвообрабатывающих агрегатов для предпосевной обработки почвы и на его основе произведено обоснование конструкции разработанного агрегата. Разработаны сборочные и рабочие чертежи конструкции.

4. Произведен расчет технико-экономических показателей разрабатываемого агрегата и их сравнение с показателями серийного варианта. Внедрение разработанного агрегата позволяет снизить затраты труда на 21% и энергоемкость на 20%, себестоимость выполнения работы на 20%. Размер годовой экономии составил 116188,8 руб. Годовой экономический эффект составил 99313,8 руб.

5. В итоге срок окупаемости дополнительных капитальных вложений конструкции составил менее 1 года.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Анурьев В. И. Справочник конструктора-машиностроителя: в 3-х т. – 9-е изд., перераб. и доп. / под ред. И.Н. Жестковой. - М.: Машиностроение, 2006, ил.
2. Булгариев Г.Г., Абдрахманов Р.К., Валиев А.Р. Методические указания по экономическому обоснованию дипломных проектов и выпускных квалификационных работ (для студентов ИМ и ТС). – Казань, 2012. – 64 с.
3. Детали машин: Учебник/Куклин Н. Г., Куклина Г. С., Житков В. К., 9-е изд., перераб. и доп - М.: КУРС, НИЦ ИНФРА-М, 2015. - 512 с.
4. Завора В.А. Основы технологии и расчета мобильных процесса процессов растениеводства: учебное пособие / В.А. Завора, В.И. Толокольников, С.Н. Васильев. Барнаул: Изд-во АГАУ, 2008. 263 стр.
5. Зотов В.И. Безопасность жизнедеятельности на производстве: Учебник для студентов вузов, обучающихся по специальностям 311300, 311500, 311900 / В.И. Курдюмов. – 2-издание, переработанное и дополненное.-М.: Колос, 2003.-432с.
6. Коледа, К.В. Современные технологии возделывания сельскохозяйственных культур: рекомендации / К.В. Коледа и др.; под общ. ред. К.В. Коледы, А.А. Дудука. – Гродно: ГГАУ, 2010. – 340 с.
7. Нечаев, В.И. Резервы увеличения производства зерна и повышения его эффективности: региональный аспект / В.И. Нечаев // Под ред. академика РАСХН И.Т. Трубилина. — Москва: АгриПресс, 2002. — 284с.
8. Нормативно-справочные материалы по планированию механизированных работ в сельскохозяйственном производстве: Сборник. — М.: ФГНУ «Росинформагротех», 2008. — 316 с.
9. Организация сельскохозяйственного производства: Учебник / Под ред. М.П. Тушканова, Ф.К. Шакирова. — М.: ИНФРА-М, 2014. — 292 с.

10. Организация и технология механизированных работ в растениеводстве: Учеб. пособие для нач. проф. образования / Н.И. Верещагин, А.Г. Левшин, А.Н. Скороходов и др. – 2-е изд., стер. – М.: Издательский центр «Академия», 2003. – 416 с.
11. «Основы производственной гимнастики»: Методические рекомендации. – Пенза: ПГУ, 2015. –с.
12. Перспективная ресурсосберегающая технология производства озимой пшеницы: метод. рек. — М.: ФГНУ «Росинформагротех», 2009. — 68с.
13. Растениеводство: учебник / Г.Г. Гатаулина, В.Е. Долгодворов, П.Д. Бугаев; под ред. Г.Г. Гатаулиной. - М. : ИНФРА-М, 2016. - 608 с.
14. Ресурсосберегающие технологии и экономические нормативы производства продукции растениеводства в условиях Республики Татарстан / МСХиП РТ ГУ «ТатНИИСХ», 2002.
15. Сорта зерновых, зернобобовых культур и технология их возделывания в Республике Татарстан / ГНУ ТатНИИСХ РАСХН. – Казань, 2012. – 94 с.
16. Система земледелия Республики Татарстан: ч. 1. Общие аспекты системы земледелия. – Казань: Центр инновационных технологий, 2013. – 166 с.
17. Матяшин Ю.И., Матяшин Н.Ю. Ротационные почвообрабатывающие машины (теория, расчет, эксплуатация) – Казань: Изд-во Казанского ГАУ, 2008. – 203 с.
18. Сайт Федеральной службы государственной статистики: www.gks.ru.
19. Фере Н.Э. Пособие по эксплуатации машинно-тракторного парка. Изд. 2-е, перераб. И доп. М., «Колос», 1987.
20. Халанский В.М., Горбачев И.В. Сельскохозяйственные машины.- М.: КолосС, 2003.- 624 с.:ил.

ПРИЛОЖЕНИЯ

Приложение 1 - Технологическая карта на возделывание озимой пшеницы по чистому пару

[illegible]

Приложение 2 – Расчет затрат на амортизацию и текущий ремонт машин, применяемых при возделывании озимой пшеницы по чистому пару

Марка		Балансовая стоимость, тыс.руб		Годовая загрузка, час.		Часовая производительность, га(т)		Норма амортизационных отчислений, %		Амортизационные отчисления на 1 га, руб.		Норма затрат на текущий ремонт машин, %		Затраты на текущий ремонт машин на 1 га, руб.	
трактора	СХМ	трактора	СХМ	трактора	СХМ	га(т)	СХМ	трактор	СХМ	трактор	СХМ	трактор	СХМ	трактор	СХМ
ДТ-75Д	КПС-4	1500	320	1300	210	3.3	14.2	12.5	14.2	43.90	65.86	17.9	12.5	62.86	57.97
МТЗ-80	ПЭ-0,8	1100	125	1300	400	21.6	14.2	10	14.2	3.92	2.06	14.9	10	5.84	1.45
МТЗ-82	МВУ-5	1100	400	1300	450	5.6	16.7	10	16.7	15.19	26.64	14.9	12	22.63	19.15
ДТ-75Д	ПЛН-4-35	1500	100	1300	480	0.8	14.2	12.5	14.2	186.97	38.35	17.9	14	267.74	37.81
МТЗ-80	ПЭ-0,8	1100	125	1300	400	21.6	14.2	10	14.2	3.92	2.06	14.9	10	5.84	1.45
МТЗ-82	МВУ-5	1100	400	1300	450	5.6	16.7	10	16.7	15.19	26.64	14.9	12	22.63	19.15
Т-150К	КШУ-8+4РР-2	1500	700	1300	210	3.3	14.2	12.5	14.2	27.74	91.03	17.9	12.5	39.72	80.13
-	ПС-10А	-	240	-	300	5.7	20	-	20	-	28.00	-	11	-	15.40
-	ЗМ-60	-	210	-	300	30.7	14.2	-	14.2	-	3.24	-	13	-	2.96
МТЗ-80	ПЭ-0,8	1100	125	1300	400	21.6	14.2	10	14.2	3.92	2.06	14.9	10	5.84	1.45
ГАЗ-3308	ЗАЗ-3	-	80	-	200	7.1	14.2	-	14.2	-	7.95	-	10	-	5.60
ДТ-75Д	СП-11+3СЗП-3,6	1500	1695	1300	160	4.0	12.5	12.5	12.5	36.06	331.05	17.9	7	51.63	185.39
МТЗ-1221	СТК-11	2360	1156	1350	80	8.6	6.7	10	6.7	20.40	112.95	18.5	11	37.73	185.44
МТЗ-82	ОП-2000	1100	480	1300	130	7.4	12.5	10	12.5	11.39	62.13	14.9	11	16.97	54.67
ДТ-75Д	СВУ-2,6А	1500	300	1300	150	6.3	12.5	12.5	12.5	22.95	39.77	17.9	11	32.86	35.00
МТЗ-80	ПЭ-0,8	1100	125	1300	400	21.6	14.2	10	14.2	3.92	2.06	14.9	10	5.84	1.45
ДТ-75Д	СП-11+3СЗП-3,6	1500	1695	1300	160	4.0	12.5	12.5	12.5	36.06	331.05	17.9	7	51.63	185.39
ДТ-75Д	СП-11+12БЗСС-1,0	1500	255	1300	120	8.6	20	12.5	20	16.83	49.58	17.9	14	24.10	34.71
МТЗ-1221	СТК-11	2360	1156	1350	80	8.6	6.7	10	6.7	20.40	112.95	18.5	11	37.73	185.44
МТЗ-82	ОП-2000	1100	480	1300	130	7.4	12.5	10	12.5	11.39	62.13	14.9	11	16.97	54.67
МТЗ-80	ПЭ-0,8	1100	125	1300	400	21.6	14.2	10	14.2	3.92	2.06	14.9	10	5.84	1.45
ГАЗ-3308	ЗАЗ-3	-	80	-	200	28.6	14.2	-	14.2	-	1.99	-	14.2	-	1.99
МТЗ-82	РУН-08К	1100	58	1300	450	5.6	16.7	10	16.7	15.19	3.86	14.9	12	22.63	2.78
МТЗ-1221	СТК-11	2360	1156	1350	80	8.6	6.7	10	6.7	20.40	112.95	18.5	11	37.73	185.44
МТЗ-82	ОП-2000	1100	480	1300	130	7.4	12.5	10	12.5	11.39	62.13	14.9	11	16.97	54.67
МТЗ-1221	СТК-11	2360	1156	1350	80	8.6	6.7	10	6.7	20.40	112.95	18.5	11	37.73	185.44
МТЗ-82	ОП-2000	1100	480	1300	130	7.4	12.5	10	12.5	11.39	62.13	14.9	11	16.97	54.67
МТЗ-1221	СТК-11	2360	1156	1350	80	8.6	6.7	10	6.7	20.40	112.95	18.5	11	37.73	185.44
МТЗ-82	ОП-2000	1100	480	1300	130	7.4	12.5	10	12.5	11.39	62.13	14.9	11	16.97	54.67
МТЗ-1221	СТК-11	2360	1156	1350	80	8.6	6.7	10	6.7	20.40	112.95	18.5	11	37.73	185.44
МТЗ-82	ОП-2000	1100	480	1300	130	7.4	12.5	10	12.5	11.39	62.13	14.9	11	16.97	54.67
МТЗ-1221	СТК-11	2360	1156	1350	80	8.6	6.7	10	6.7	20.40	112.95	18.5	11	37.73	185.44
МТЗ-82	ОП-2000	1100	480	1300	130	7.4	12.5	10	12.5	11.39	62.13	14.9	11	16.97	54.67
МТЗ-1221	СТК-11	2360	1156	1350	80	8.6	6.7	10	6.7	20.40	112.95	18.5	11	37.73	185.44
МТЗ-82	ОП-2000	1100	480	1300	130	7.4	12.5	10	12.5	11.39	62.13	14.9	11	16.97	54.67
МТЗ-1221	СТК-11	2360	1156	1350	80	8.6	6.7	10	6.7	20.40	112.95	18.5	11	37.73	185.44
МТЗ-82	ОП-2000	1100	480	1300	130	7.4	12.5	10	12.5	11.39	62.13	14.9	11	16.97	54.67
МТЗ-1221	СТК-11	2360	1156	1350	80	8.6	6.7	10	6.7	20.40	112.95	18.5	11	37.73	185.44
МТЗ-82	ОП-2000	1100	480	1300	130	7.4	12.5	10	12.5	11.39	62.13	14.9	11	16.97	54.67
МТЗ-1221	СТК-11	2360	1156	1350	80	8.6	6.7	10	6.7	20.40	112.95	18.5	11	37.73	185.44
МТЗ-82	ОП-2000	1100	480	1300	130	7.4	12.5	10	12.5	11.39	62.13	14.9	11	16.97	54.67
МТЗ-1221	СТК-11	2360	1156	1350	80	8.6	6.7	10	6.7	20.40	112.95	18.5	11	37.73	185.44
МТЗ-82	ОП-2000	1100	480	1300	130	7.4	12.5	10	12.5	11.39	62.13	14.9	11	16.97	54.67
МТЗ-1221	СТК-11	2360	1156	1350	80	8.6	6.7	10	6.7	20.40	112.95	18.5	11	37.73	185.44
МТЗ-82	ОП-2000	1100	480	1300	130	7.4	12.5	10	12.5	11.39	62.13	14.9	11	16.97	54.67
МТЗ-1221	СТК-11	2360	1156	1350	80	8.6	6.7	10	6.7	20.40	112.95	18.5	11	37.73	185.44
МТЗ-82	ОП-2000	1100	480	1300	130	7.4	12.5	10	12.5	11.39	62.13	14.9	11	16.97	54.67
МТЗ-1221	СТК-11	2360	1156	1350	80	8.6	6.7	10	6.7	20.40	112.95	18.5	11	37.73	185.44
МТЗ-82	ОП-2000	1100	480	1300	130	7.4	12.5	10	12.5	11.39	62.13	14.9	11	16.97	54.67
МТЗ-1221	СТК-11	2360	1156	1350	80	8.6	6.7	10	6.7	20.40	112.95	18.5	11	37.73	185.44
МТЗ-82	ОП-2000	1100	480	1300	130	7.4	12.5	10	12.5	11.39	62.13	14.9	11	16.97	54.67
МТЗ-1221	СТК-11	2360	1156	1350	80	8.6	6.7	10	6.7	20.40	112.95	18.5	11	37.73	185.44
МТЗ-82	ОП-2000	1100	480	1300	130	7.4	12.5	10	12.5	11.39	62.13	14.9	11	16.97	54.67
МТЗ-1221	СТК-11	2360	1156	1350	80	8.6	6.7	10	6.7	20.40	112.95	18.5	11	37.73	185.44
МТЗ-82	ОП-2000	1100	480	1300	130	7.4	12.5	10	12.5	11.39	62.13	14.9	11	16.97	54.67
МТЗ-1221	СТК-11	2360	1156	1350	80	8.6	6.7	10	6.7	20.40	112.95	18.5	11	37.73	185.44
МТЗ-82	ОП-2000	1100	480	1300	130	7.4	12.5	10	12.5	11.39	62.13	14.9	11	16.97	54.67
МТЗ-1221	СТК-11	2360	1156	1350	80	8.6	6.7	10	6.7	20.40	112.95	18.5	11	37.73	185.44
МТЗ-82	ОП-2000	1100	480	1300	130	7.4	12.5	10	12.5	11.39	62.13	14.9	11	16.97	54.67
МТЗ-1221	СТК-11	2360	1156	1350	80	8.6	6.7	10	6.7	20.40	112.95	18.5	11	37.73	185.44
МТЗ-82	ОП-2000	1100	480	1300	130	7.4	12.5	10	12.5	11.39	62.13	14.9	11	16.97	54.67
МТЗ-1221	СТК-11	2360	1156	1350	80	8.6	6.7	10	6.7	20.40	112.95	18.5	11	37.73	185.44
МТЗ-82	ОП-2000	1100	480	1300	130	7.4	12.5	10	12.5	11.39	62.13	14.9	11	16.97	54.67
МТЗ-1221	СТК-11	2360	1156	1350	80	8.6	6.7	10	6.7	20.40	112.95	18.5	11	37.73	185.44
МТЗ-82	ОП-2000	1100	480	1300	130	7.4	12.5	10	12.5	11.39	62.13	14.9	11	16.97	54.67
МТЗ-1221	СТК-11	2360	1156	1350	80	8.6	6.7	10	6.7	20.40	112.95	18.5	11	37.73	185.44
МТЗ-82	ОП-2000	1100	480	1300	130	7.4	12.5	10	12.5	11.39	62.13	14.9	11	16.97	54.67
МТЗ-1221	СТК-11	2360	1156	1350	80	8.6	6.7	10	6.7	20.40	112.95	18.5	11	37.73	185.44
МТЗ-82	ОП-2000	1100	480	1300	130	7.4	12.5	10	12.5	11.39	62.13	14.9	11	16.97	54.67
МТЗ-1221	СТК-11	2360	1156	1350	80	8.6	6.7	10	6.7	20.40	112.95	18.5	11	37.73	185.44
МТЗ-82	ОП-2000	1100	480	1300	130	7.4	12.5	10	12.5	11.39	62.13	14.9	11	16.97	54.67
МТЗ-1221	СТК-11	2360	1156	1350	80	8.6	6.7	10	6.7	20.40	112.95	18.5	11	37.73	185.44
МТЗ-82	ОП-2000	1100	480	1300	130	7.4	12.5	10	12.5	11.39	62.13	14.9	11	16.97	54.67
МТЗ-1221	СТК-11	2360	1156	1350	80	8.6	6.7	10	6.7	20.40	112.95	18.5	11	37.73	185.44
МТЗ-82	ОП-2000	1100	480	1300	130	7.4	12.5	10	12.5	11.39	62.13	14.9	11	16.97	54.67
МТЗ-1221	СТК-11	2360	1156	1350	80	8.6	6.7	10	6.7	20.40	112.95	18.5	11	37.73	185.44
МТЗ-82	ОП-2000	1100	480	1300	130	7.4	12.5	10	12.5	11.39	62.13	14.9	11	16.97	54.67
МТЗ-1221	СТК-11	2360	1156	1350	80	8.6	6.7	10	6.7	20.40	112.95	18.5	11	37.73	185.44
МТЗ-82	ОП-2000	1100	480	1300	130	7.4	12.5	10	12.5	11.39	62.13	14.9	11	16	